

_____(Orgs.)_____
Mouriac Halen Diemer
Emanuele Amanda Gauer
Fabiane Maria Datsch

21-26 . outubro . 2013

Anais do

VII CCTEC

CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO VALE DO TAQUARI

*Novos tempos,
novos desafios.*



ISSN 1983-4497

_____(Orgs.)_____
Mouriac Halen Diemer
Emanuele Amanda Gauer
Fabiane Maria Datsch

Anais do VII Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari: novos tempos, novos desafios

1ª edição



Lajeado, 2013

Centro Universitário UNIVATES

Reitor: Prof. Me. Ney José Lazzari

Pró-Reitor de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação: Prof. Me. Carlos Cândido da Silva Cyrne

Pró-Reitora de Ensino: Profa. Ma. Luciana Carvalho Fernandes

Pró-Reitora de Ensino Adjunta: Profa. Ma. Daiani Clesnei da Rosa

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional: Prof. Me. João Carlos Britto

Pró-Reitor Administrativo: Prof. Me. Oto Roberto Moerschbaecher



Editora Univates

Coordenação e revisão final: Ivete Maria Hammes

Editoração: Bruno Henrique Braun e Marlon Alceu Cristófoli

Capa: Bruno Henrique Braun

Conselho Editorial da Editora Univates

Titulares

Augusto Alves

Beatris Francisca Chemin

Fernanda Cristina Wiebusch Sindelar

Adriane Pozzobon

Suplentes

Ieda Maria Giongo

Rogério Schuck

Samuel Martim de Conto

Simone Morelo Dal Bosco

Avelino Tallini, 171 - Bairro Universitário - Lajeado - RS - Brasil

Fone: (51) 3714-7024 ou (51) 3714-7000, ramal 5215

E-mail: editora@univates.br / <http://www.univates.br/editora>

Ficha catalográfica

C749 Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari (7.: 2013 :
Lajeado, RS)

Anais do VII Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do
Taquari, 21 a 26 de outubro de 2013 Lajeado, RS / Orgs.: Mouriac
Halen Diemer, Emanuele Amanda Gauer, Fabiane Maria Datsch. -
Lajeado, RS : Ed. da Univates, 2013.

261 p.

ISSN 1983-4497

1. Ciência e Tecnologia - 2. Congresso I. Anais I. Título

CDU:66/69:061.3

Catálogo Biblioteca Univates

**TODOS OS TEXTOS SÃO DE EXCLUSIVA
RESPONSABILIDADE DOS AUTORES.**

VII Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari: novos tempos, novos desafios

Organizadores:

Mouriac Halen Diemer
Emanuele Amanda Gauer
Fabiane Maria Datsch

Avaliadores WET:

Alex Carvalho Brino
Alexandre Stürmer Wolf
Augusto Alves
Claucia Fernanda Volken de Souza
Claus Haetinger
Daniel Neutzling Lehn
Eduardo Miranda Ethur
Eliana Fernandes Borragini
Emanuele Amanda Gauer
Eniz Conceição Oliveira
Evandro Franzen
Filipe Vargas Zerwes
Gustavo Reisdörfer
Hélio Dorneles Etchepare
Ieda Maria Giongo
Jamile Maria da Silva Weizenmann
João Batista Gravina
Lucélia Hoehne
Manfred Costa
Marcelo de Gomensoro Malheiros
Maria Madalena Dullius
Marli Teresinha Quartieri
Merlin Janina Diemer
Miriam Inês Marchi
Mouriac Halen Diemer
Paulo Fernando Salvador
Pedro Antônio Madeira de Campos Velho
Rafael Rodrigo Eckhardt
Rodrigo Wolff Porto
Ronaldo Cesar Tremarin
Sabrina Assmann Lücke
Simone Stülp
Sônia Elisa Marchi Gonzatti
Werner Haetinger

APRESENTAÇÃO

O VII CCTEC – Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari - Novos tempos, novos desafios é um evento multidisciplinar que integra as áreas de Arquitetura e Urbanismo, Ciências Exatas, Engenharias, Computação e as tecnologias associadas. Oferece em sua programação palestras, oficinas, minicursos e sessões técnicas com exposição oral de trabalhos científicos, em um ambiente de discussão e troca de experiências, que fortalece o desenvolvimento social e cultural dos participantes.

O mundo está constantemente passando por transformações. Novas formas de organização social, novos tipos de empresas, mudanças nas relações de trabalho, novas tecnologias, que aproximam pessoas e facilitam nossas tarefas diárias, surgem a cada dia. Esses novos tempos nos impõem novos desafios. Profissões novas ou mudanças no perfil dos profissionais tornam-se multidisciplinares e imperativos.

O Congresso tem o objetivo de integrar atividades de ensino, de pesquisa, de extensão e de aplicações tecnológicas, oferecendo um rico espaço para a troca de ideias, saberes e experiências, além da divulgação de pesquisas, aplicações inovadoras, problemas e soluções na área científica e tecnológica.

Caro leitor, cara leitora, a partir da leitura e análise de alguns dos estudos realizados e aqui publicados, terá a oportunidade de conhecer, analisar e acompanhar projetos que vêm sendo realizados, objetivando o bem-estar e o desenvolvimento humano e, inexoravelmente, o desenvolvimento científico.

Boa leitura!

Os organizadores

SUMÁRIO

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE SISTEMA SENSOR MICROCONTROLADO DE ACIDENTE AUTOMOTIVO VIA TECNOLOGIA GPS E GSM.....	8
OS CICLOS DE VIDA DAS ORGANIZAÇÕES: UMA REVISÃO E ANÁLISE DE MÉTODO PARA ESTUDOS E APLICAÇÕES FUTURAS.....	23
BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM DE PRODUTOS METÁLICOS COM ÊNFASE NO ALUMÍNIO	35
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BEBIDAS LÁCTEAS COMERCIALIZADAS NA REGIÃO DO VALE DO TAQUARI/RS	43
APROVEITAMENTO BIOTECNOLÓGICO DO SORO DE RICOTA PARA PRODUÇÃO DE BIOETANOL	51
BIOFILTRO: UTILIZAÇÃO DE SERRAGEM DE COURO PARA POLIMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL.....	59
APLICAÇÃO DAS TRANSFORMADAS <i>WAVELETS</i> NA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA EM PROCESSOS INDUSTRIAIS	60
PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS PARA DETECÇÃO DE OBJETOS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS	72
TRATAMENTO DE EFLUENTES DE VINÍCOLA POR SISTEMA DE <i>WETLAND</i> CONSTRUÍDO.....	83
AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE PRODUTOS DERIVADOS DO LEITE ELABORADOS NO VALE DO TAQUARI, RS.....	95
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE MÉIS DA REGIÃO DO VALE DO TAQUARI, RS	104
ÓLEO VEGETAL RESIDUAL COMO CO-SUBSTRATO NA GERAÇÃO DE BIOGÁS.....	110
PRODUÇÃO ORGÂNICA DE MORANGOS (<i>FRAGARIA ANANASSA</i>) COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE HÚMUS DE MINHOCA.....	111
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UM PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO NA CONVERSÃO DE ENERGIA SOLAR EM ENERGIA ELÉTRICA	118
<i>AN ARCHITECTURAL RECORD OF PRECAST CONCRETE</i> . O CONCRETO PRÉ-FABRICADO INDUSTRIAL E A ARQUITETURA MODERNA NOS EUA: 1956-1965.....	126
PANORAMA ATUAL DO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO NO BRASIL	140
GERADOR DE FUNÇÕES COM SELEÇÃO DIGITAL E FREQUENCÍMETRO DE BAIXO CUSTO....	148
SENSORIAMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO DE ÁREA EM PROCESSO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	155

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE DISTINTOS MODELOS DE ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL	164
ANÁLISE PRELIMINAR DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE LAJEADO/RS	165
TIJOLOS MACIÇOS NO VALE DO TAQUARI: RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E ABSORÇÃO DE ÁGUA.....	166
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NA QUALIDADE MICROBIANA E NO PERFIL LIPÍDICO DO LEITE BOVINO.....	167
AVALIAÇÃO DE PERÓXIDOS E PERCEPÇÃO DE RANCIDEZ EM AMENDOIM TIPO JAPONÊS NO PERÍODO DE SEIS MESES	173
AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE DE B – GALACTOSIDASE LIVRE NA REDUÇÃO DO POTENCIAL POLUIDOR DO PERMEADO DE QUEIJO	186
AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA CODIFICAÇÃO DE VÍDEO H. 264 VIA GPU	192
IMPLANTAÇÃO DE SCRUM EM UMA EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE.....	202
MODELAGEM DE FERRAMENTA PARA AUTOMATIZAR A CUSTOMIZAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS.....	219
CONTROLE DE TEMPERATURA PARA PRENSAS TÉRMICAS UTILIZANDO ATMEGA328.....	234
DETERMINAÇÃO DE FERRO EM FARINHA.....	241
EDIFICAÇÃO BIOCLIMÁTICA: UM PROJETO MULTIDISCIPLINAR MAIS SUSTENTÁVEL PARA O VALE DO TAQUARI - RS.....	246
NAUTIMODELISMO + ENERGIA SOLAR.....	259

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE SISTEMA SENSOR MICROCONTROLADO DE ACIDENTE AUTOMOTIVO VIA TECNOLOGIA GPS E GSM

Alex Rodrigues Soares¹, Jorge Luis Plácido de Borba²

ABSTRACT

This Paper presents the study and development of a prototype of microcontrolled sensor system to detecting impacts in traffic accidents of motor vehicles, so this system communicates with the emergency, informing your location. Reporting researchs of materials, technologies and techniques used. Studying microcontrollers, accelerometers, global positioning systems and mobile communications, found in the market for the physical development of the system. Using devices and materials, essential for the data acquisition detected during the impact. It also shows the interconnection of system devices and its software for integration through a microcontroller. The prototype system is tested and validated in laboratory and in field to normal conditions, in order to correct non-conformities.

RESUMO

O presente Trabalho apresenta o estudo e desenvolvimento de um sistema sensor protótipo microcontrolado, para detecção de impactos em acidentes de trânsito de veículos automotores, desta forma este Sistema comunica-se com o pronto atendimento, informando sua localização. Relata pesquisas de materiais, tecnologias e técnicas utilizadas. Estuda microcontroladores, acelerômetros, sistemas globais de posicionamento e comunicação móvel, encontrados no mercado para desenvolvimento da parte física do Sistema. Empregam dispositivos e materiais essenciais para aquisição dos dados detectados, por ocasião do impacto. Também apresenta a interconexão dos dispositivos do Sistema e respectivo Software para a integração do mesmo, por meio de um microcontrolador. O Sistema Protótipo desenvolvido é testado e validado em laboratório e em campo para condições normais, visando corrigir não conformidades.

1. INTRODUÇÃO

Ao refletir sobre os avanços tecnológicos que norteiam nossa sociedade, vemos que nunca a humanidade viveu um período de evolução tão impactante. A fim de melhorar a qualidade de vida, o ser humano busca cada vez mais agilizar e facilitar suas ações cotidianas. Basta sair às ruas para observar a existência destes novos comportamentos, aparência de estar sempre atrasados para um compromisso ou outro, tudo por conta de uma “melhor” qualidade de vida. Entretanto, mesmo a tecnologia avançando em ritmo acelerado, acaba não atendendo todas as necessidades da sociedade moderna, como a presença de riscos à saúde.

Percebendo a quantidade de automóveis, utilizados no transporte de pessoas, que se deslocam todos os dias nos grandes centros do nosso país e o número excessivo de acidentes

¹ Mestrando Profissional em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais Mestrando; Graduado em Engenharia Eletrônica na Universidade Feevale – alex.r.soares@bol.com.br

² Professor Esp. Orientador Jorge Luis Borba docente na Universidade Feevale – jlborba@feevale.br

e vítimas, principalmente quando não recebem socorro imediato por falta de comunicação com os serviços de emergência, neste trabalho, após análise de pesquisas (juntamente com os professores Jorge Borba e Delfin Torok) realizadas pelos colegas Álison Silveira da Silva e Luis Antonio Weber Filho, verifica-se a possibilidade de implementação de um novo instrumento ou uma nova alternativa no que se refere à solicitação dos serviços de pronto atendimento de urgência.

Este trabalho tem como objetivo principal, desenvolver e implementar um dispositivo protótipo microcontrolado, para detecção de impactos de grande proporção em veículos automotores e comunicar-se com o socorro informando sua localização. Os objetivos específicos são o estudo e aplicação dos microcontroladores da Microchip e dispositivos periféricos embutidos necessários para a realização do projeto. Estudo e desenvolvimento de aplicação a um Acelerômetro; estudos e aplicação de um Sistema Global de Posicionamento; estudo e aplicação de um Sistema Global para Comunicação Móvel; desenvolvimento do circuito em protobord; desenvolvimento do programa de controle do protótipo, em linguagem C, para realizar a comunicação de dados de entrada e saída, enviando os dados para o display e apresentação do projeto para a banca avaliadora.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este Protótipo foi desenvolvido a partir das necessidades de comunicação das pessoas em situações de criticidade e pânico, onde se tenta trazer para uma realidade a tecnologia já existente às classes com menor poder aquisitivo, que também necessitam e, no entanto não podem, pelos altos custos, desfrutar de mais uma opção de segurança e comodidade.

O desenvolvimento do protótipo é composto de duas partes: o hardware onde é desenvolvido a parte física, e o software no qual é feita a programação do DSPIC. Os itens que seguem neste capítulo visam a abordar de forma teórica os tópicos presentes neste Trabalho, para isso é necessário pesquisar de forma ampla e adequada, os componentes que se enquadrem adequadamente para cada desafio encontrado.

2.1. Acidentes Automobilísticos

Os números relativos à acidentalidade nas rodovias no Rio Grande do Sul em 2010 preocupam, pois a frota circulante nas Rodovias do Estado passou de 4.417.646 veículos registrados em dezembro de 2009, no DETRAN para 4.709.614 veículos registrados em dezembro de 2010, ou seja, um acréscimo de 6,61%. Com relação ao número de acidentes, em 2010 foram registrados 11.939, 16,6% superiores a 2009. Com relação às vítimas fatais em 2010, foram 525, 21,53% superiores as de 2009, indicando que medidas preventivas devam ser adotadas em especial com relação aos acidentes onde ocorrem vítimas fatais (DAER-RS, 2011).

Outro fator importante a ser analisado refere-se aos custos sociais gerados por acidentes de trânsito em rodovias do Estado, somado somente as perdas de vidas, já se justificam toda e qualquer medida de Governo na educação, fiscalização, sinalização e manutenção das rodovias, além de inúmeros programas de prevenção e segurança para que esses números sejam reduzidos.

Considerando o ano de 2009, o custo social decorrente de acidentes de trânsito corresponde a mais de quatrocentos milhões de reais, que correspondeu a 175,5% do orçamento disponibilizado ao DAER para investimento em rodovias naquele ano. Pode-se concluir que os gastos para remediar esta situação é quase o dobro do recurso disponibilizado para investimentos em rodovias do Estado (DAER-RS, 2011).

2.2. Sistema de Posicionamento Global

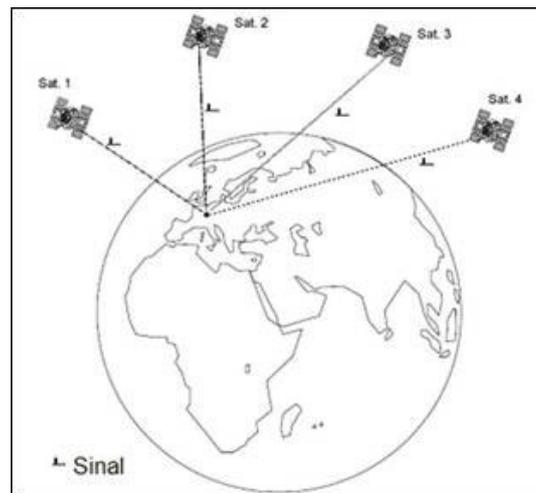
O Sistema de Posicionamento Global (GPS) do inglês Global Positioning System foi desenvolvido primeiramente para fins militares pelo departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, onde visava proporcionar estimativas mais precisas de posição, velocidade e tempo.

Para o uso civil foi liberado após alguns anos, sendo que os usuários receberiam os sinais com restrições e degradações propositais, interferindo assim na veracidade dos dados obtidos. Estas interferências na acuracidade das estimativas, conhecida como *Anti-Spoofing* (AS) e a *Selective Availability* (SA), que visa o resguardo da segurança Americana. Com a desativação da SA em Maio de 2000 o nível de veracidade do sinal melhorou consideravelmente, o que fez com que as aplicações no âmbito civil carecessem de uma maneira vertiginosa, principalmente em áreas como: de transportes; aviação; levantamento e mapeamento de terrenos; agricultura; ecologia entre outras (WELLENHOF, 1997).

O Sistema de Posicionamento Global pode ser definido como um conjunto de satélites transmitindo continuamente sua posição para qualquer local da superfície terrestre ou próximo a ela. A distância de um satélite a um receptor na Terra é estabelecida medindo-se o tempo de transmissão do sinal de rádio, deste até o receptor. Esta distância entre satélite e receptor é chamada de Pseudo-Distância.

Com a criação deste sistema é permitido ao usuário em qualquer local da superfície terrestre ou próximo a ela, tenha à sua disposição no mínimo quatro satélites para serem rastreados, conforme ilustrado na Figura 1.1, possibilitando posicionamento em três dimensões (x,y,z).

Figura 0.1 – Localização de um ponto na superfície terrestre.



Fonte – Adaptada pelo Autor

2.3. Micro Receptor do Sistema de Posicionamento Global

Para desenvolvimento deste trabalho será utilizado o Micro Receptor de sinais GPS GT-320RW, fabricado pela empresa Unitraq International Corp, situada em Taiwan, e distribuído no Brasil pela empresa Tato Equipamentos Eletrônico, situado na cidade de São Paulo. Este Micro Receptor incorpora um circuito completo de recepção e decodificação de sinais dos satélites do sistema GPS, e destina-se a integradores e fabricantes de equipamentos que necessitem a função de localização espacial em seus projetos.

O módulo GT-320RW foi desenvolvido para rastrear continuamente todos os satélites em linha de visada e apresentar um bom desempenho, mesmo dentro de grandes centros urbanos onde edifícios limitam a vista do céu. Segundo o fabricante o consumo de corrente é baixo, menos de 45 mA, sendo o mesmo apropriado para aplicações de navegação pessoal, navegação de veículos e Função Tracking.

2.4. Microcontrolador

Um microcontrolador (também denominado MCU) é um computador em um chip, contendo um processador, memória e periféricos de entrada e saída. É um microprocessador que pode ser programado para funções específicas, em contraste com outros microprocessadores de propósito gerais (como utilizados em PC's). Eles são embarcados no interior de algum outro dispositivo, onde possam controlar as funções ou ações do produto. Podendo ser chamado, portanto de controlador embutido.

Os microcontroladores se diferenciam dos processadores, pois além dos componentes lógicos e aritméticos usuais de um microprocessador de uso geral, o microcontrolador integra elementos adicionais em sua estrutura interna, como memória de leitura e escrita para

armazenamento de dados, memória somente de leitura para armazenamento de programas, EEPROM para armazenamento permanente de dados, dispositivos periféricos como conversores analógicos e digitais (ADC), conversores digitais e analógicos (DAC) e interfaces de entrada e saída de dados.

Com frequências de clock de poucos MHz (*Megahertz*) ou talvez menos, os microcontroladores operam a uma frequência muito baixa, se comparados com os microprocessadores atuais; no entanto, são adequados para a maioria das aplicações usuais como, por exemplo, controlar uma máquina de lavar roupas ou uma esteira de chão de fábrica. O seu consumo em geral é relativamente pequeno, normalmente na casa dos miliwatts e possuem geralmente habilidade para entrar em modo de espera (*Sleep*) aguardando por uma interrupção ou evento externo, como o acionamento de uma tecla, ou um sinal que chega via uma interface de dados. O consumo destes microcontroladores em modo de espera pode chegar à casa dos nanowatts, tornando-os ideais para aplicações onde a exigência de baixo consumo de energia é um fator decisivo para o sucesso do projeto (MULLER, 2011).

De forma oposta aos microprocessadores, onde se superdimensionar ao máximo tendo como limite o preço que o usuário deseja investir, a escolha do mesmo é feita por seu projetista onde super dimensionar se torna um erro. Cada desperdício será multiplicado pelo número de equipamentos fabricados (às vezes, milhões). Por isso existem duas linhas de pesquisa paralelas, mas opostas uma criando microcontroladores mais capazes, para atender produtos de mais tecnologia como os novos celulares ou receptores de TV digital e outra para criar microcontroladores mais simples e baratos, para aplicações elementares.

2.5. Módulo do Sistema Global para Comunicações Móveis

Projetado para o mercado de telefonia mundial, o módulo SIM340DZ é um circuito GSM/GPRS Quad band que trabalha nas frequências GSM 850Mhz, EGSM 900Mhz, DCS 1800Mhz e PCS 1900Mhz. Possui uma configuração externa pequena de 33mm x 33mm x 3mm, o SIM340DZ onde se pode ajustar facilmente, a quase todos espaços requeridos em suas aplicações como: Smartfone, PDA fone, Telefone Veicular, Wireless PSTN e outros dispositivos móveis.

O encapsulamento do hardware apresenta 48 pinos, sendo destes, 9 de GND, e 2 de bateria, 1 pino programável para propósito geral, pinos de serial e depuração (debug), que podem ajudar no desenvolvimento de aplicações, possui também canais de entrada e saída de áudio. O módulo SIM340DZ possui dispositivo interno para controle da carga de bateria e também fornece interface de antena de RF, sendo que a mesma deve estar localizada na placa do módulo e conectada diretamente ao módulo. A impedância da Antena deve ser de um valor em torno de 50Ω. O módulo possui modo de economia de energia, enquanto não está comunicando, a corrente consumida é próxima a 2,5 mA.

O módulo integra o protocolo TCP/IP, o qual pode ser usado para aplicações de transferência de dados. A Figura 1.7 ilustra o módulo GSM SIM340DZ (SIMCOM, 2009).

Figura 0.2 – Módulo GSM SIM340DZ.



Fonte – Simcom (2011)

2.6 Acelerômetro

Seguindo a primeira lei de Newton, sabemos que todo corpo permanece em repouso, até que alguma força externa aja sobre ele. No entanto, a segunda lei define a força aplicada como o produto da massa do corpo pela sua aceleração. Logo, medindo a aceleração aplicada sobre um corpo e seu peso, é possível determinar a força aplicada sobre ele. Um acelerômetro nada mais é que um instrumento capaz de medir esta aceleração sobre objetos. Diferentemente de posicionar diversos dinamômetros em lugares diferentes do objeto, um único acelerômetro é capaz de calcular qualquer força exercida sobre ele.

Para exemplificar e facilitar o entendimento, pode-se visualizar o seu princípio de funcionamento ao imaginar um copo com água até a sua metade. Se colocarmos o copo sobre uma superfície plana e empurrarmos para frente, notamos que a água se move. Quanto mais forte for o movimento, mais a água oscila. O acelerômetro tem a função de medir estes movimentos, através do ângulo que o líquido forma em relação ao seu estado original e através dele fornece-nos a aceleração que foi aplicada ao copo. Outro exemplo que podemos citar são os iPhones; porém, mesmo que você se disponha a quebrá-lo, não será possível encontrar nenhum líquido vazando do seu interior, isto porque os acelerômetros para aparelhos eletrônicos são compostos por molas de silício e corrente elétrica. Ao invés de medir o ângulo formado pela água do copo, as molas registram a oscilação na corrente elétrica para assim registrar os dados.

A indústria automobilística nos proporcionou uma grande redução de custos do instrumento devido ao seu uso em larga escala. Nos carros, o acelerômetro exerce uma importante função ao controle de estabilidade, ao calcular as forças a que o veículo está sendo submetido, além de mais barato, o instrumento ocupa dimensões muito pequenas.

Para este projeto foi usado o pequeno acelerômetro da Freescale, o MMA7341L. É um acelerômetro de 3-eixos, isto é, consegue detectar acelerações em três direções X, Y e Z. O mesmo possui condicionamento de sinal, filtro passa-baixa, compensação de temperatura, auto-teste, e g-Select, que permite a seleção entre duas sensibilidades. O zero-g offset e sensibilidade são

de fábrica e não necessitam de dispositivos externos. Inclui modo de espera, que o torna ideal para alimentação com bateria eletrônica.

Características destacadas neste projeto são: possui dimensional 3mmx5mmx1mm; baixo consumo de corrente: 400 mA; modo Sleep de 3mA; Operação de Baixa Tensão: 2,2 V - 3,6 V; sensibilidade selecionável ($\pm 3g$, $\pm 11g$); ligue rápido On Time (0,5 ms Tempo de resposta Enable); autoteste Freefall Diagnóstico Detect; condicionamento de sinal com filtro passa-baixo; design robusto; resistência a choques e baixo custo.

Suas principais aplicações são em jogos em 3D: sensoriamento Tilt e Movimento, registrador de eventos; PC Laptop: detecção Freefall, Anti-Theft; Telefone celular: estabilidade da imagem, deslocamento de texto; pedômetro: sensor de movimento; PDA: Scroll de texto; robótica.

3. METODOLOGIA

Este trabalho se desenvolveu com características de um protótipo. Sua conclusão se deu logo após as etapas de fundamentação teórica e desenvolvimento. O Protótipo foi testado e tem suas rotinas validadas. Os testes foram realizados nas dependências da Universidade Feevale e, principalmente, nos laboratórios do curso de Engenharia Eletrônica. A filosofia adotada para realização dos testes seguiu o diagrama de blocos utilizado para execução do trabalho, ou seja, cada bloco era implementado e validado com um algoritmo que verificava seu funcionamento. Também foram realizadas medidas a fim de verificar a calibração dos instrumentos, como pode ser visto ao longo deste capítulo. Sabe-se que nem todos os testes, que simulariam as reais condições onde o equipamento pode ser submetido, foram realizados devido à grande complexidade de se simular tais condições, como exemplo a exposição em temperatura elevada, umidade, atmosfera corrosiva e situações mais extremas, como um colisão com veículos automotores. No desenvolvimento deste projeto apresentaram-se vários e inesperados problemas, e a cada nova solução, novos conhecimentos foram adquiridos.

3.1. Bloco - GPS

Os primeiros ensaios realizados visavam a verificar calibração do GPS utilizado. Pode se notar inicialmente que o módulo sob ensaio apresentava carência em seu sinal, oscilando a sua comunicação com o satélite quando ligado sobre a bancada do laboratório 312 do prédio Verde da Universidade Feevale. Esta oscilação de comunicação foi facilmente esclarecida devido ao local onde o módulo estava sendo ensaiada, esta sala possui uma infinidade de estruturas que podem influenciar na atenuação do sinal recebido e devido ao fato do dispositivo possuir uma antena integrada de baixo ganho. Já com estas simples conclusões se podem determinar algumas condições de contorno e limites de operações para o projeto.

Com isso, constatou-se a necessidade de realização de novas leituras em locais desobstruídos. Desta forma realizaram-se leituras de posição em pontos pré-determinados

no estacionamento do campus II da Universidade Feevale. Após as leituras com o GPS utilizado no projeto, as posições lidas, foram validadas com os valores encontrados pelo GPS Geodésico de Precisão de dupla frequência, equipamento do laboratório de Geoprocessamento da universidade. No ano de 2007 o mesmo laboratório implantou um total de oito marcos materializados em locais estratégicos, amarrados em pontos da Rede Manfra de Estações GPS de monitoramento contínuo homologado pelo IBGE para transporte de Coordenadas geodésicas, conforme ilustrado na Figura 3.1 (SILVA, 2008).

Figura 0.3 – GPS de precisão sobre marco FEEVALE 03.



Fonte – Adaptada por Silva, 2008

Com estas informações foi posicionado o protótipo sob o marco Feevale 03, (Figura 3.2) desta forma, pode-se comparar a coordenada conhecida com a coordenada obtida pelo GPS utilizado no protótipo.

Figura 0.4 – Protótipo sobre Feevale 03



Fonte – Autor (2011)

O Protótipo ficou posicionado sobre o marco Feevale 03 por, aproximadamente, cinco minutos recebendo informações dos satélites, tempo necessário para apresentação da posição com valores confiáveis. As informações foram visualizadas no display e comparadas com as informações anteriormente registradas pelo laboratório de Geoprocessamento. As seguintes informações foram capturadas como: Data (DT), Número de satélite (NS), Velocidade (VL), Latitude (LT) e Longitude (LG).

As coordenadas de Latitude e Longitude recebidas pelo Protótipo foram 2939.9349 “S” e 05107.1504 “W” respectivamente. No entanto, deseja-se obter as coordenadas em graus decimais (AA.AAAAAA^o), facilitando assim sua utilização. Para obtenção das coordenadas em graus decimais, é necessário fazer uma conversão dos valores de minuto e segundo, onde se faz a divisão destes valores por sessenta, obtendo assim, as coordenadas em graus decimais.

Comparou-se a diferença de posicionamento entre o Protótipo e o ponto FEEVALE 03, e obteve-se uma diferença no posicionamento de aproximadamente de cinco metros. De posse destes resultados, analisa-se que os testes em campo forneceram informações suficientemente acuradas para validar o Protótipo, sendo que o mesmo atende às expectativas e especificações para um receptor GPS de navegação. Portanto, o GPS escolhido esta validade e pode ser utilizado como indicação de posição no protótipo.

3.2 Bloco - Acelerômetro

O segundo bloco que foi validado é o que contem o Acelerômetro. Estes testes de validação foram realizados no Laboratório de Engenharia Eletrônica e também em um veículo automotor convencional. Para este ensaio, o algoritmo inicializava as variáveis de posição (x, y, z) com os valor igual a zero, ou seja, qualquer movimento no dispositivo, após este ajuste, seria detectado sem se ter outra influência, com exceção do eixo z onde a força da gravidade atua constantemente. Os valores apresentados abaixo foram adquiridos quando o Acelerômetro foi ligado, sendo que o mesmo se encontrava em repouso sobre a mesa de teste do laboratório o que gerou um valor de erro quase que imperceptível, conforme podemos visualizar no trecho da programação abaixo.

```
unsigned int Xzerog; //2082-Valor referência int. no eixo “X” D-direita e E-esquerda
```

```
unsigned int Yzerog; //2133-Valor referência int. no eixo “Y” F-frente e C-costas
```

```
unsigned int Zzerog; //2514-Valor referência int. no eixo “z” P-positivo e N-negativo
```

Para facilitar a leitura no display dos valores recebidos do Acelerômetro nos três eixos, utilizaram-se as seguintes nomenclaturas:

Valores Positivos no eixo X indicam aceleração para a direita – letra D no display;

Valores Negativos no eixo X indicam aceleração para a esquerda – letra E no display;

Valores Positivos no eixo Y indicam aceleração para frente – letra F no display;

Valores Negativos no eixo Y indicam aceleração para as costas – letra C no display;

Valores Positivos no eixo Z indicam aceleração para cima – letra P no display;
Valores Negativos no eixo Z indicam aceleração para baixo – letra N no display;
Para um melhor entendimento da nomenclatura utilizada, pode-se visualizar a Figura 3.3.

Figura 0.5 – Indicação de Zera mento dos eixos



Fonte – Autor (2011)

A partir do ajuste de zero, consegue-se estipular os máximos valores alcançados em cada eixo. Para se ter uma visualização do valor máximo, o algoritmo desenvolvido mantinha o último valor de máximo capturado, em todos os eixos, sendo este valor atualizado somente por outra aceleração de maior valor (situação usualmente conhecida como “pick hold”). No software, descrito abaixo, são indicados a esquerda do display conforme Figura 3.4. Estes valores máximos possuem a opção de zera mento quando acionado o botão 1 do Protótipo, fazendo com que os valores adquiridos sejam os mais exatos para cada ação que esta sendo monitorada.

```
unsigned int Maxde; //Valor máximo atingido no eixo X em D (direita) e E (esquerda)  
unsigned int Maxfc; //Valor máximo atingido no eixo y em F (frente) e c (costas)  
unsigned int Maxpn; //Valor máximo atingido no eixo z em p (positivo) e N (negativo)
```

Figura 0.6 – Visualização Valores Máximos dos eixos

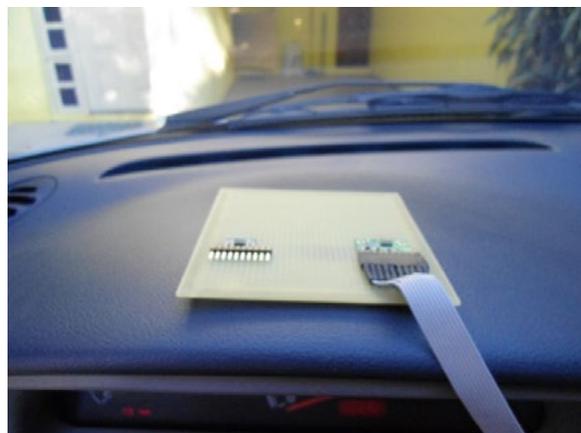


Fonte – Autor (2011)

Após fixação destes parâmetros realizados em laboratório, o sensor Acelerômetro foi alocado no veículo utilizado, juntamente com o restante do Protótipo para verificação e controle das informações obtidas. Na realização de testes práticos, onde o mesmo possui o objetivo de estimar os valores máximos em força “G” que um veículo automotor poderia alcançar, considerando condições normais e atendendo às determinações estipuladas pela legislação de trânsito. Os testes foram realizados em ruas e rodovias de uso habitual do autor, visando a simular de uma maneira geral o cotidiano das pessoas.

Para isso foi adaptado, conforme Figura 3.5, sobre o painel, a placa contendo o Acelerômetro, onde se buscava obtenção dos valores em força “G” mais reais possíveis, sem interferência de amortecimento de impactos em estofados e metais, como bancos e assoalho, pois os mesmos poderiam mascarar os resultados.

Figura 0.7 – Alocação do Acelerômetro no veículo.



Fonte – Autor (2011)

O monitoramento foi realizado simultaneamente com as variações ocorridas no percurso realizado, conforme Figura 3.6.

Figura 0.8 – Monitoramento dos valores obtidos pelo Acelerômetro



Fonte – Autor (2011)

Com isso conseguiu-se validar o instrumento, onde os testes em campo forneceram informações suficientes para validar o segundo bloco do Protótipo e, conseqüentemente, estipularem os valores máximos que um veículo automotor poderá atingir em força “G” sem a ocorrência de impactos. Para tais valores poderemos considerar de forma experimental nos eixos X e Y força de 2G e para o eixo Z 3G.

3.3. Bloco - GSM

O Último bloco avaliado individualmente foi o módulo GSM. Sabe-se que a mesma dificuldade encontrada para recepção de sinal no módulo de GPS aplicasse para este módulo, uma vez que ambas dependem do meio onde estão instaladas para estabelecer comunicação (radiofrequência).

Definiu-se primeiramente na programação em linguagem C, que o sistema é composto do módulo GSM e DSPIC, onde se teve comunicação pelos pinos TX e RX viam configuração TTL. Os comandos estão sendo enviados com velocidade de 9600bps, onde se configurou a UART, para trabalhar com esta velocidade. O programa, durante a inicialização, envia um comando AT para configurar o módulo GSM para trabalhar a esta taxa. Caso a velocidade entre os módulos não seja a mesma, os mesmos podem ter problema de interpretação de símbolos.

A maior preocupação para a validação deste bloco é justamente a comunicação entre o módulo GSM e a Estação rádio-base da operadora de telefonia celular. Para se verificar as situações de operação, o módulo GSM foi instalado em vários pontos dentro do carro, onde era

verificada a conexão com a operadora através da *Netlight*. Todos os pontos testados dentro do veículo validavam a conexão existente.

O último teste realizado foi executado após a integração e todos os blocos. Como cada bloco foi testado e validado, restou validar a integração e a comunicação entre as partes. Para isso, foi primeiramente estabelecido um valor de limiar de aceleração para os eixos. A ideia de limiarização era ter uma referência do momento em que ele deveria acionar o DSPIC, ou seja, a partir de que valor de aceleração o processador iria coletar a informação de posição do GPS e acionar o módulo GSM para o envio do SMS com a mensagem determinada para o número de celular pré estabelecido.

O valor máximo estipulado em força G para iniciar todo o processo, ficou em 3G para todos os eixos, uma vez que, este valor de aceleração pode ser demonstrado e facilmente mensurado validando assim o conjunto final.

A Figura 3.7 abaixo apresenta a mensagem recebida no momento que o valor de limiar estabelecido foi ultrapassado.

Figura 0.9 – Mensagem SMS recebida



Fonte – Autor (2011)

Portanto, com os ensaios realizados, pode-se afirmar que os blocos e o protótipo como um todo, atendem e funcionam corretamente para situações conhecidas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a observação da forma como é acionado um serviço emergência/resgate, em locais com pouca circulação de pessoas e veículos, verifica-se a possibilidade de automatização nessa área. Pensando nisto, o embasamento teórico deste trabalho sobre os temas de segurança, rastreamento e posicionamento global fez-se necessário.

Para tal, realizou-se uma pesquisa embasada em modelos existentes descritos em trabalhos publicados referentes ao tema. O Trabalho desenvolve-se no decorrer desse semestre, fruto de diversas conversas com professores, colegas, policiais rodoviários federais / estaduais e, principalmente, com os profissionais da saúde que prestam os primeiros socorros. O trabalho

foi dividido basicamente em três grandes grupos, a Fundamentação teórica, o Desenvolvimento do protótipo e, por fim, testes e validações. Esta divisão visou a um melhor entendimento do projeto, pois o trabalho desta forma é apresentado de forma cronológica, finalizando no dispositivo validado.

O primeiro capítulo pode ser considerado plenamente satisfatório, pois se deteve exatamente na fundamentação teórica e na busca de informações de relevância técnica a respeito dos componentes e dispositivos utilizados. Dentro destes estão: Microcontrolador, Módulo de GPS, Módulo GSM, Acelerômetro, entre outros.

Seguindo esta linha de raciocínio, o capítulo seguinte descreveu o desenvolvimento do Protótipo, o mesmo obteve seus objetivos plenamente atingidos, pois descreve de forma mais técnica o método utilizado para a integração de todos os conhecimentos adquiridos no Capítulo anterior. Para toda implementação, o algoritmo era ajustado e desta forma ia acompanhando o crescimento do trabalho.

Visando a uma melhor compreensão da rotina descrita em C, diversas linhas possuem comentários na qual facilitam o entendimento da lógica proposta, e facilitam novas implementações, sendo este último argumento algo muito importante em trabalhos acadêmicos, ou seja, o trabalho permite que se desenvolva mais conhecimento e mais aplicações. O estudo desta linguagem demandou tempo; entretanto, o conhecimento adquirido sobre a mesma poderá, certamente, ser empregado em diversas atividades e tarefas relacionadas à Engenharia.

Neste capítulo, foram apresentadas as etapas propostas para a resolução do problema, e como pode ser visto, existe uma forte ligação entre as etapas, ou seja, é necessário ter bons resultados parcialmente para que o resultado final seja o esperado.

O último capítulo descreveu os testes e validações realizados para a aprovação do protótipo, e obteve seus objetivos totalmente atendidos, pois durante os testes, cada módulo teve suas informações verificadas separadamente e unificadas ao restante do projeto. Simular as verdadeiras condições de um acidente, onde o veículo sofre desaceleração em um intervalo de tempo muito pequeno é realmente complicado, pois muitas variáveis começam a ter valores significativos. Mesmo com os testes realizados, conforme descrito no capítulo de testes, os resultados são satisfatórios. Por fim, este trabalho conseguiu agrupar diversas pesquisas que estudavam componentes utilizados para outros objetivos.

Desta forma acabou se unificando e agregando o conhecimento desenvolvido por outros pesquisadores. Espera-se que esta pesquisa também possa ser utilizada por novos colegas, que pretendam dar outros objetivos ou até mesmo complementar este trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Marcelo Sampaio de. **Sistemas de comunicações**. 1. ed. São Paulo, SP: Érica, 2001. 298 p.
- CARLSON, Bruce. **Communication system**: An introduction to signal and noise electrical. 4.ed. EUA: ISBN, 2002. 853p.

- CUNHA, Alessandro. **CDMA x GSM. Saber eletrônico**, São Paulo, v. 414, n. 43, p. 12 - 19, jul. 2007.
- FOROUZAN, Behrouz. **Data communications and networking**. 4.ed. New York: Higher education, 2007. 1171p.
- GIMENEZ, Salvador P. **Microcontroladores 8051**. 1. ed. São Paulo, SP: Pearson Education do Brasil, 2002. 253 p
- GOMES, Alcides Tadeu. **Telecomunicações: transmissão e recepção AM/FM**. 20. ed. São Paulo, SP: Érica, 2005.
- GRANDI, Leonardo Silveira, **Desenvolvimento de Protótipo de Altímetro Utilizando o Sistema GPS de Navegação**. 1.ed. Novo Hamburgo – RS. (FEEVALE, 2009)
- GUIMARÃES, Alexandre. **Eletrônica Embarcada Automotiva**. 1. Ed. São Paulo, SP: Érica, 2007. 326 p.
- JUNQUEIRA, Cynthia Cristina Martins. **Configurações e algoritmos de antenas adaptativas para sistema de posicionamento global**. Campinas, SP: 2003.
- MARCUS, Otávio. **Ensino Modular: Sistemas analógicos – Circuitos com Diodo e Transistores**. 1. ed. São Paulo, SP : Érica, 2000. 374 p.
- MICROCHIP, Technology Incorporated. **Getting Started with dsPIC30F Digital Signal Controllers User's Guide**. Califórnia: 2005. 125p. Disponível em: <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70151a.pdf>>. Acesso em: 07/09/2011.
- MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2000. 288 p.
- MULLER, Alexandre R., **Desenvolvimento e implementação de um dispositivo protótipo microcontrolado para análise de tempestades**. 1 ed. Novo Hamburgo – RS. (FEEVALE, 2011)
- PEREIRA, Fábio **Microcontroladores HCS08: Teoria e Prática**. 1. Ed. São Paulo, SP: Érica, 2005. 204 p.
- SILVA, Alisom Silveira, **Desenvolvimento e implementação de um protótipo receptor GPS com uso de dispositivo micro receptor e módulo microcontrolador para aplicação acadêmica**. 1 ed. Novo Hamburgo – RS. (FEEVALE, 2008)
- SOUZA, David José de. **Desbravando o PIC: Ampliado e atualizado para PIC16F628A**. 10.ed. São Paulo, SP: Érica, 2006. 268p.
- SVERZUT, José Umberto. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS: Evolução a caminho da Terceira Geração (3G)**. 1. ed. São Paulo, SP: Érica, 2005. 454 p.
- WEBER, Luiz A., **Desenvolvimento de um sistema supervisor remoto de uma estufa utilizando o sistema de telefonia móvel GSM para monitoramento e controle**. 1. Ed. Novo Hamburgo – RS. (FEEVALE, 2010)
- WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; COLLINS, J. **GPS Theory and Practice**. Wien: Spring-Verlag, 1997.
- YOUNG, Paul H. **Técnicas de comunicação eletrônica**. 5. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2006. 687 p.

OS CICLOS DE VIDA DAS ORGANIZAÇÕES: UMA REVISÃO E ANÁLISE DE MÉTODO PARA ESTUDOS E APLICAÇÕES FUTURAS

Augusto Luis B. Rossetto¹

Resumo

O presente artigo é um agrupamento, revisão e análise dos principais métodos de evolução organizacional do tipo CVO (Ciclos de Vida Organizacionais). Para tal é realizada uma releitura e caracterização dos principais métodos existentes, em ordem cronológica, enfatizando a evolução de suas ideias através do tempo e suas contribuições. Apresenta também as principais críticas ao modelo procurando traçar um paralelo entre as capacidades e as incapacidades do método, sendo somente assim possível uma análise legítima de buscas por soluções reais. O objetivo secundário da pesquisa é fazer uma análise de viabilidade e aplicabilidade de um projeto futuro para informatização de diagnósticos do método.

Palavras-chave: Ciclo de vida das organizações. Métodos de CVO. Diagnóstico de CVO.

1. INTRODUÇÃO

Tudo o que consideramos como vivo está naturalmente em quatro possíveis estágios: nascimento, crescimento, manutenção e envelhecimento. Isso é parte do ciclo da vida biológico natural das plantas, animais, vírus, bactérias e seres humanos.

Os métodos de análise através do Ciclos de vida organizacionais (CVO) propõe exatamente esse tipo de analogia, em que as organizações são como organismos orgânicos que nascem, evoluem, envelhecem e morrem, comportando-se dentro de um padrão próprio de características para cada fase. Segundo Adizes (1993), as organizações de qualquer gênero passam por problemas e crises similares em cada estágio do ciclo de vida em que se encontram.

“As organizações da mesma forma que os organismos vivos, possuem ciclos de vida: elas enfrentam embates e as dificuldades normais que existem em cada estágio do Ciclo de Vida Organizacional, e também problemas usuais de transição, ao ingressarem numa nova fase do seu desenvolvimento (ADIZES, 1993, pág. XVI).

Os objetivos das análises CVO visam a compreender e identificar padrões de comportamento entre as diversas formas de organizações. O objetivo da compreensão das mesmas não poderia ser outro a não ser buscar soluções para os problemas que as empresas enfrentam, e ainda prever futuros problemas que possam aparecer no decorrer do seu ciclo de vida, segundo Adizes (1993), os estágios dos ciclos de vida organizacionais são previsíveis e repetitivos, portanto, conhecer o estágio em que a organização se encontra permite que sejam planejadas ações proativas preparando as organizações para enfrentar ou evitar os problemas comuns à fase em que se encontra e também prever os problemas que serão enfrentados na próxima fase de evolução, conforme o método de CVO utilizado.

¹ Graduando em Engenharia de Produção, 7º semestre, pela Univates, Lajeado-RS.

Segundo Adizes (1993), “Algumas organizações envelhecem rapidamente e outras parecem estar em uma eterna juventude.” O diagnóstico da fase do ciclo de vida em que a empresa se encontra é uma tarefa complexa, primeiro, porque a sua fase no ciclo de vida não está diretamente relacionada com a sua idade temporal, segundo, porque algumas empresas de médio e grande porte possuem diversas unidades internas, ou departamentos, que se encontram naturalmente em diferentes estágios de evolução dentro do ciclo da organização como um todo.

Portanto, considera-se um fator limitante no método a dificuldade de se realizar diagnósticos do CVO.

Um diagnóstico considerado como ideal, é realizado por um especialista em algum dos métodos de análise CVO, além da participação intensa de funcionários da empresa com conhecimentos específicos e profundos sobre a organização a ser estudada. Características essas, muitas vezes difíceis de ser encontradas em conjunto, principalmente pela escassez de especialistas em métodos de análise de CVO.

Dito isso, o presente artigo busca não somente fazer uma revisão dos métodos de análise de CVO, mas também fazer uma análise da possibilidade da informatização dos métodos de diagnóstico de fases de CVO, utilizando um sistema especialista para então substituir o especialista humano do processo de diagnóstico de CVO, com fins de automatizar, democratizar e facilitar os testes empíricos dos métodos.

2. MODELOS DE CVO (CICLO DE VIDA DAS ORGANIZAÇÕES)

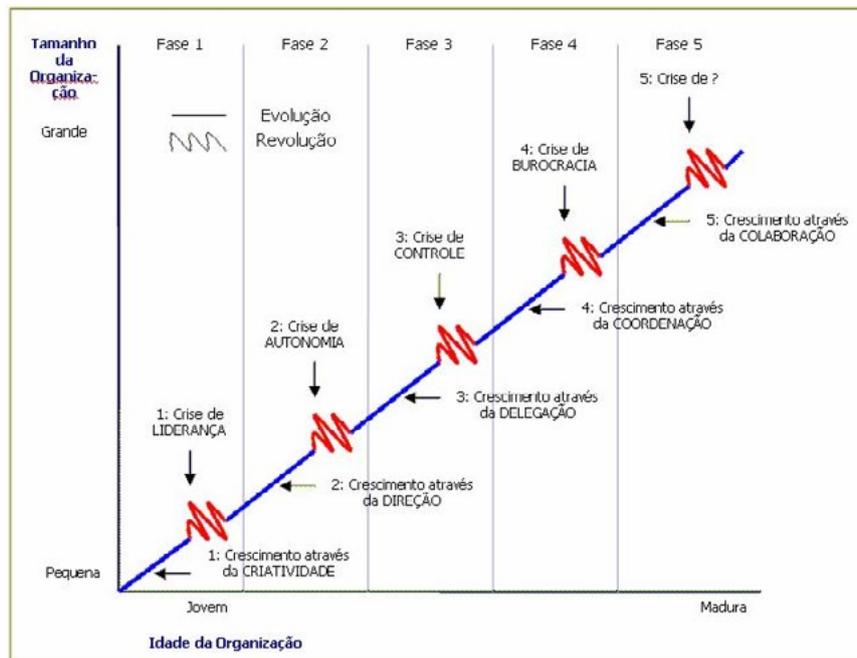
Serão apresentados a seguir os principais modelos de análise de CVO em ordem cronológica.

2.1. Greiner (1972)

Em 1972, Larry Greiner apresentou o modelo pioneiro de análise do ciclo de vida das organizações, era um modelo baseado em evolução e revolução organizacional, sendo os períodos de evolução caracterizados por fases estáveis, de crescimento, com um estilo de gestão bem determinado e bem sucedido, e os períodos de revolução marcados por crises do atual modelo de gestão, instabilidade e atritos internos. O autor afirma que o modelo de gestão que é utilizado em uma fase de evolução surgiu das imersões criativas de adaptabilidade da fase de revolução que a precedeu.

O modelo de Greiner (1972) possui cinco fases de crescimento, que variam em função das variáveis tamanho e maturidade da organização, conforme figura abaixo.

Figura 1 - Modelo de Greiner (1972)



Fonte: Oliveira, Silva, Idrogo, Ribeiro (2007)

2.2. Churchill e Lewis (1983)

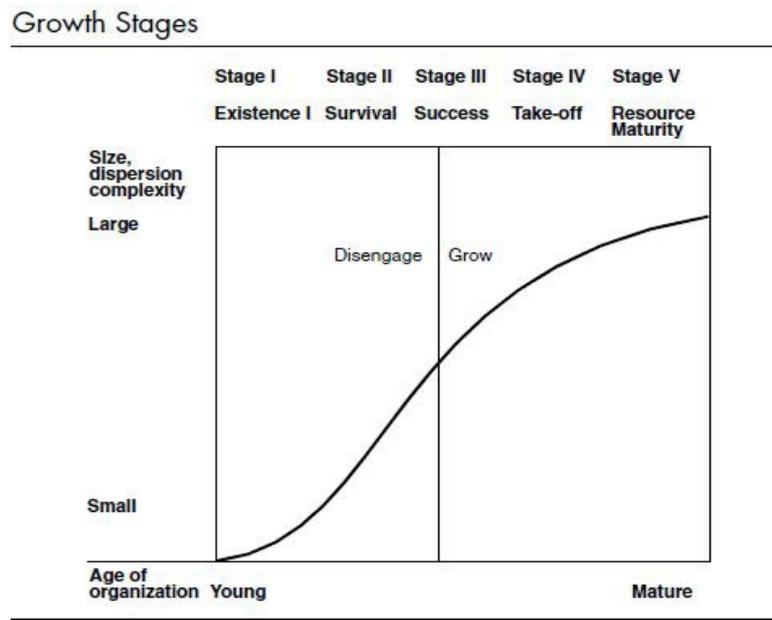
Em meados de 1980, Neil C. Churchill e Virginia L. Lewis identificaram alguns problemas no uso do modelo proposto por Greiner (1972), principalmente sobre a aplicabilidade em micro e pequenas empresas. Os autores afirmam que o modelo era inapropriado, devido a sua análise muito generalizada, abrangendo poucas variáveis das organizações.

“Various researchers over the years have developed models for examining businesses. Each uses business size as one dimension and company maturity or the stage of growth as a second dimension. While useful in many respects, these frameworks are inappropriate for small businesses on at least three counts” (CHURCHILL, LEWIS, 1983, p. 2).

Seguem os três principais pontos que Churchill e Lewis (1983) identificaram como falhos nos modelos anteriores:

- Assume-se que a organização deve crescer e, obrigatoriamente, passar por todos os estágios antes de morrer.
- Não levam em consideração os primeiros e importantes passos da organização e os motivos que levaram a sua criação.
- As análises existentes são predominantemente baseadas no tamanho dos faturamentos anuais das empresas ignorando fatores como número de empregados, valor agregado, número de unidades, complexidade do negócio e a taxa de conversão tecnológica dos produtos.

Figura 2 - O modelo de Churchill e Lewis (1983)



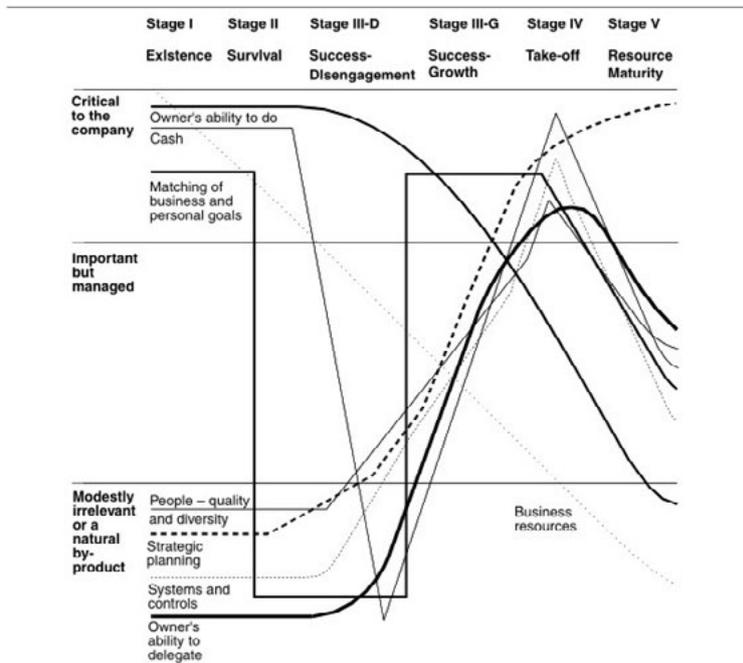
Norteados por estes três pontos, e baseados nas suas próprias experiências, os autores elaboraram um novo modelo base de análise de CVO (Figura 2), muito parecido com o proposto por Greiner (1973), porém com algumas importantes diferenças.

O modelo de Churchill e Lewis (1983) também possui cinco estágios de crescimento e também varia conforme maturidade e tamanho da organização, entretanto, o modelo proposto não possui somente uma esfera de análise, os autores propuseram outras três esferas que abordam a evolução, gestão e estrutura das organizações em paralelo para cada estágio de crescimento, proporcionando um espectro de análise muito maior e com mais profundidade, principalmente para as pequenas empresas.

Na esfera de fatores de gestão (Figura 3), o autor aborda as principais atividades referentes à gestão das organizações e a importância delas para cada estágio de crescimento, alternando-as em três níveis: irrelevante, importante e controlável, e crítico.

Figura 3 - Esfera Fatores de Gestão - Modelo Churchill e Lewis

Fatores de Gestão



Fonte: Churchill e Lewis (1983)

Na esfera das características estruturais (Figura 4), os autores esquematizam o estilo de gestão, estrutura hierárquica, existência de sistemas formais, estratégia e nível de relação entre empresa e dono para cada estágio de crescimento.

Figura 4 - Esfera Características Estruturais – Modelo Churchill e Lewis

Características Estruturais

	Stage I Existence	Stage II Survival	Stage III-D Success-Disengagement	Stage III-G Success-Growth	Stage IV Take-off	Stage V Resource Maturity
Management style	Direct supervision	Supervised supervision	Functional	Functional	Divisional	Line and staff
Organization						
Extent of formal systems	Minimal to nonexistent	Minimal	Basic	Developing	Maturing	Extensive
Major strategy	Existence	Survival	Maintaining profitable status quo	Get resources for growth	Growth	Return on investment
Business and owner*						

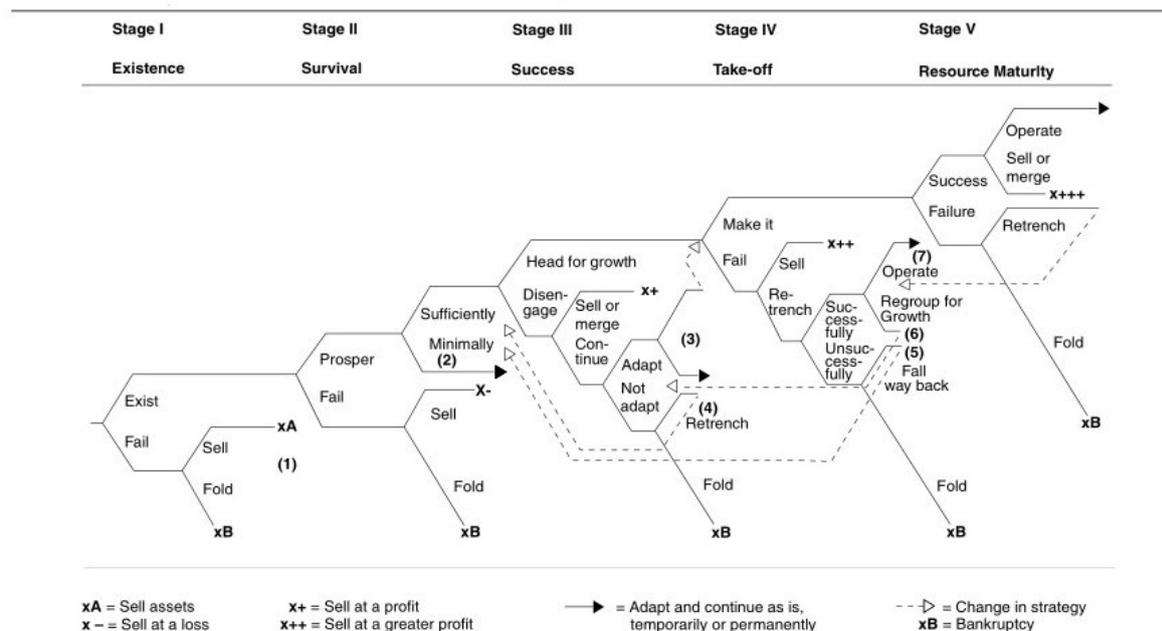
*Smaller circle represents owner. Larger circle represents business.

Fonte: Churchill e Lewis (1983)

Na esfera de evolução organizacional (Figura 5), os autores relacionam os caminhos que a empresa pode seguir para cada estágio de crescimento e também já abordam possibilidades de morte ou venda do negócio ou, ainda, uma reestruturação do negócio em determinadas fases.

Figura 5 - Esfera Evolução – Modelo Churchill e Lewis

Evolução das Pequenas Empresas



Fonte: Churchill e Lewis (1983)

O novo modelo de Churchill e Lewis (1983) sugere uma avaliação mais ampla e com mais variáveis a serem analisadas, portanto um modelo mais complexo e não generalizado, sendo assim, mais condizente com a realidade, cada vez mais complexa e imprevisível.

Outro ponto importante que este modelo acrescentou aos modelos de CVO é a primeira aparição de possibilidade de “morte” ou estabilização das organizações em algumas fases, considerando o estágio três como o ponto derradeiro aonde o empreendedor ou reinveste no negócio ou se mantém em *status quo*. Ponto que até então era desconsiderado pelos pesquisadores

2.3. Scott e Bruce (1987)

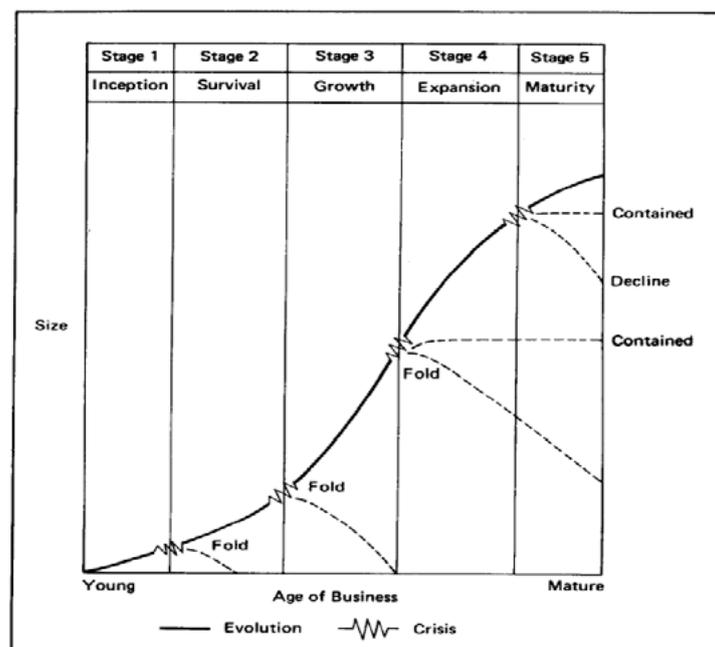
O modelo proposto por Scott e Bruce em 1987 também possui cinco estágios de crescimento e é bem similar aos anteriores, porém, com uma substancial diferença de fundamentação dos conceitos. Os autores afirmam que nem toda a empresa sobrevivente passa por todos os estágios de crescimento e se torna uma empresa grande (no sentido de estrutura

física), e isso dependerá, e muito, de fatores internos e externos de cada organização como, por exemplo, a entrada de um concorrente agressivo, as ambições e desejos de seu fundador, crise na economia local, etc.

Scott e Bruce (1987) propuseram então um modelo funcional em que as mudanças passam a ser definidas pela combinação desses fatores que afetam à organização. Segundo Scott e Bruce (1987) para cada mudança, interna ou externa, que possa representar uma mudança de estágio, a empresa pode passar para um novo estágio ou não, dependendo da gestão do processo de mudança e da capacidade de resposta da organização. Para cada crise que a empresa enfrenta, ela tem a oportunidade de crescer ou enxugar.

Apesar das mudanças e aprimoramentos nos conceitos, o modelo em si não sofreu grandes aprimoramentos, somente foram adicionadas as possíveis “mortes” prematuras em cada estágio que representam os frutos de reações negativas às adversidades internas e externas sofridas pela organização.

Figura 6 - Modelo de Scott e Bruce (1987)

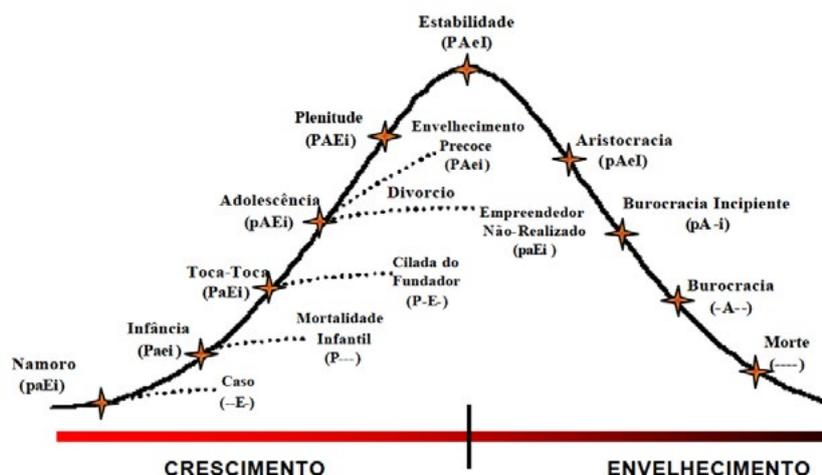


Fonte: De Lessio, Vyakarnam (2012)

2.4. Adizes (1993)

Ichak Adizes, em 1993, reafirma que as organizações possuem padrões de crescimento e comportamento previsíveis e que eles ocorrem através de seus estágios de crescimento e de envelhecimento. Segue o modelo de Adizes (1993).

Figura 7 - Modelo de Adizes



Fonte: Dutra, Lourenço, Franco (2010).

Adizes (1993) propõe um método de 10 estágios em uma linguagem muito popular, cujos quatro primeiros estágios são muito detalhados e com possibilidades de estabilidade como, por exemplo, na fase “namoro”, quando a empresa não saiu ainda do papel, acaba se tornando apenas um “caso”, se o empreendedor não der continuidade ao negócio. O autor também agrega bastante utilidade ao método adicionando noções de sua especialidade. Gerência. São alocados papéis gerenciais e a necessidade de atuação de cada “papel” em cada estágio, assim se tornando um guia para gestão organizacional. Seguem os papéis de gerência de Adizes (1993).

Tabela 1 - Papéis Gerenciais de Adizes

Papel	Função	Estilos	Perguntas
<i>(P)roduzir</i>	Eficácia (curto prazo)	Produzir um propósito, um serviço, satisfazer uma necessidade.	<i>O QUE</i> fazer?
<i>(A)dmistrar</i>	Eficiência (curto prazo)	Sistematizar, rotinizar, programar as atividades.	<i>COMO</i> fazer?
<i>(E)mpreender</i>	Proagir (eficácia a longo prazo)	Criar, assumir riscos, antecipar o futuro.	<i>QUANDO</i> fazer?
<i>(I)ntegrar</i>	Organicidade (eficiência a longo prazo)	Integrar, criar interdependência	<i>QUEM</i> deve fazer?

Fonte: Dutra, Lourenço, Franco (2010).

Quanto ao método CVO de Adizes (1993), vale ressaltar a simplicidade dos termos e analogias com estados humanos das fases, isso contribui muito para a popularidade do método, resultando em livros e um instituto de consultoria Adizes, presente em diversos países. Podemos dizer que Ichak Adizes foi responsável por grande parte da disseminação dos métodos CVO.

2.5. Lester, Parnel e Carraher (2003)

Lester, Parnel e Carraher (2003) identificaram uma lacuna entre a teoria e a prática nos modelos de CVO, segundo os autores, o estágio de ciclo de vida de uma organização não deve ser resultado de uma interpretação coletiva, baseada no consenso da alta administração, e afirmam que as empresas não necessariamente progridem de um estágio para o próximo, como no ciclo de vida biológico dos seres vivos.

The results have revealed an opposite, or non-deterministic, life cycle history of organizations (Miller & Friesen, 1984). The life cycle is more of a collective interpretation of the organization's environment based on an assessment by top management. Most firms do not pass inexorably from one stage of development to another in the biological sense. (LESTER, PARNELL, 2000, p. 291)

Baseados em estudos anteriores de Miller e Friesen (1984) e na falta de experimentos práticos nessa área de conhecimento, os autores elaboraram um novo modelo de cinco estágios (Existência, Sobrevivência, Sucesso, Renovação e Declínio) e o submeteram a testes empíricos, relacionando ciclo de vida, estratégia e estrutura organizacional.

Os testes foram realizados em 242 indústrias no sudeste dos Estados Unidos e resultaram em alguns achados importantes para o desenvolvimento do método, dentre elas:

- Organizações na fase de nascimento ou existência têm estruturas simples e informais, e não agem conforme alguma estratégia. Além disso, possuem grande dependência do fundador.
- Nos estágios intermediários (Sobrevivência e Renovação), as empresas possuem vários "proprietários" com alguma especialização e utilizam amplamente sistemas de informações para controles e decisões.
- Empresas na fase de renovação têm estrutura dividida em departamentos e um complexo processamento interno das informações.
- Empresas maiores e mais antigas têm o poder descentralizado, enquanto as pequenas e novatas são quase que totalmente centralizadas.

Com base nos resultados, Lester, Parnell e Carraher (2003) concluíram que a estratégia que as empresas utilizam e a estrutura organizacional, também determinam o estágio do ciclo de vida em que as organizações se encontram. Por outro lado, também observaram que o estilo de pesquisa determinístico utilizado é insuficiente, grande parte por não considerar as aceleradas e frenéticas mudanças do ambiente globalizado. Podendo este tipo de fator (externo) por si só determinar o destino de algumas organizações.

Apesar das conclusões obtidas, os próprios autores afirmam que o modelo proposto possui falhas, principalmente ao analisar as pequenas empresas por não haver um detalhamento das subfases de cada um dos estágios.

2.6. Críticas ao modelo

Existem diversas críticas aos modelos de análise organizacional através do CVO, na maioria delas os dois principais pontos são: A falta de consenso entre os modelos e a falta de validação empírica dos métodos.

Quanto à falta de consenso entre os métodos, vale destacar que cada método possui características similares, e ao mesmo tempo divergentes, prova disso é o fato que o número de estágios varia de três a onze entre os métodos. Outro problema consensual está nas identificações dos estágios. Algumas características das fases iniciais de um modelo se encontram nas fases intermediárias do outro método, similar e divergente ao mesmo tempo.

Quanto à lacuna empírica entre método e a validação científica, podemos dizer que a maioria dos críticos considera o modelo como heurístico, ou seja, baseado somente em preposições, identificando somente os sintomas do crescimento ou declínio e não as suas causas. Entretanto, existem validações empíricas na literatura como as de Lester, Parnell e Carraher (2003) e Miller e Frisen (1984), quanto a isso, a crítica argumenta que a amostragem das pesquisas é pequena (devido ao grande número de empresas existentes no mercado) e que as conclusões nelas obtidas são basicamente por correlações de dados e não por relações de causas e efeitos.

A crítica também aponta como um dos principais defeitos do método, a falta de adequação a realidade dos mercados atuais, onde as empresas estão em constantes e rápidas inter-relações e mudanças. Portanto, antes de aplicar os métodos de CVO é importante analisar a volatilidade do mercado em que a organização está inserida e identificar quais são os fatores que realmente determinam as mudanças, se são externos ou internos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como conclusão do presente artigo, apresento uma tabela comparativa entre os métodos com suas características, contribuições e prós e contras. Faz-se também o apontamento de dois métodos como os mais adequados para estudos futuros de informatização e aplicação experimental do método para fins de auxílio e consultoria para micro e pequenas empresas. Aponto os métodos de Adizes (1993) e Churchill e Lewis (1983), seguem os critérios para esta escolha.

- Métodos mais adequados para micro e pequenas empresas.
- Vasta e disponível bibliografia.
- Características de papéis de auxílio gerencial (Adizes 1993)
- Características de análise ampla. Em três esferas, evolução, estrutura e fatores de gestão (Churchill e Lewis 1987)
- Similaridade de foco dos dois métodos (Pequenas empresas), possibilitando a análise conjunta.

Como contraponto às críticas, além do apontamento dos dois métodos mais adequados, ressalta-se a importância de classificar, delimitar e esclarecer as intenções do uso do método, para que ele possa ser bem interpretado, e também, realizar estudos mercadológicos prévios a aplicação, a fim de compreender as características externas e relevantes do mercado em que a empresa está inserida.

Tabela 2 - Comparação e análise de métodos de CVO

TABELA COMPARATIVA DE MÉTODOS DE ANÁLISE DE CVO				
Modelo	Características	Principais Contribuições	Prós	Contras
Greiner (1972)	Evolução e revolução, modelo pioneiro	Modelos de gestão surgem nos momentos de crise	Boa definição de crises e fases de crescimento	Análise muito generalizada, Não considera os primeiros passos da organização
Churchill e Lewis (1983)	Análise multifacetada	Análise mais aprofundada e possibilidade de estabilização e declínio no modelo	Adequação do modelo às micro e pequenas empresas, inclusão de fatores como conversão tecnológica e complexidade do negócio	Falta de testes empíricos, complexidade na aplicação do diagnóstico
Scott e Bruce (1987)	Adição de fatores externos e internos	Fatores internos e externos passam a determinar as mudanças de fases	Ampliou o espectro do método para fatores não controláveis, enfatizou a importância da gestão das mudanças	Bibliografia restrita, falta de testes empíricos
Adizes (1993)	Adição de papéis gerenciais	Adição de papéis gerenciais, contribuição para popularidade do método	Estágios bem separados, modelo popular e bem aceito, suporte gerencial para cada fase, vasta bibliografia	Demasiadada generalização, pouca abertura aos fatores externos
Larry, Parnel e Carraher (2003)	Validação empírica	Relações entre os estágios, estrutura e estratégia organizacional	Resultados provenientes de testes empíricos, conclusões sobre o método	Pesquisa pouco abrangente (considerando o universo de empresas), falhas ao analisar pequenas empresas
Crítica	Falta de validação e consenso metodológico	Não validação do método para todas as empresas, mercados dinâmicos	Despertar o senso crítico para utilização de mais de um método, pelas deficiências apontadas	

Fonte: Elaborado pelo autor

REFERÊNCIAS

ADIZES, Ichak. **Os ciclos de vida das organizações, como e porque as empresas morrem e o que fazem a respeito**. Pioneira Thomson Learnig, 2002.

CHURCHILL, NEIL C. LEWIS, VIRGINIA L. **The Five Stages of Small Business Growth**. Harvard Business Review 83301, 1983.

DE LESSIO, MARK; VYAKARNAM, S. **Growing Your Venture**. University Of Cambridge, Entrepreneurial Learning, 2012.

DUTRA, Daniela Cristina. LOURENÇO, Luís Cláudio. FRANCO, Martinha. **Treinamento e desenvolvimento empresarial um olhar sob o ciclo de vida organizacional segundo adizes.** Faculdade de Pindamonhangaba, 2010.

GREINER, LARRY E. **Evolution and Revolution as Organizations Grow.** Harvard Business Review 98308, 1997.

LESTER, Donald L, PARNEL, John A.. **The complete life cycle of a Family business.** Arkansas State University, 2000.

LEVIE, Jonathan. LICHTENSTEIN, Benyamin B. **From “Stages” of Business Growth to a Dynamic States Modelo of Entrepreneurial Growth and Change.** WP08-02. Hunter Centre for Entrepreneurship, University of Strathclyde, Glasgow, 2008.

LEZANA, Álvaro Guillermo Rojas. Dr; GRAPEGGIA, Mariana. **Diagnóstico da fase do ciclo de vida organizacional.** Revista Produção On line, 2005.

McMAHON, Richard G.P. **Stage Modelos of SME Growth Reconsidered.** Research Paper 98-5, ISSN 1441-3906. School Of Commerce, Adelaide, 2001.

MILLER, D.; FRIESEN, P.H. **Successful and unsuccessful phases of the corporate life cycle.** Organization Studies, 1984.

OLIVEIRA, Marcos. SILVA, Aline. IDROGO, Aurelia. RIBEIRO, Núbia. **O modelo de ciclo de vida das organizações de Greiner e a norma NBR ISO 9001:2000 – Uma perspectiva de alinhamento.** ENEGEP, 2007.

BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM DE PRODUTOS METÁLICOS COM ÊNFASE NO ALUMÍNIO

Julio Strate¹

Resumo

O presente artigo procura fazer uma revisão bibliográfica e dispor de informações sobre o alumínio que é um dos metais mais empregados no nosso dia a dia. Por isso, torna-se necessário um estudo sobre este metal desde a sua extração até a fase final do processo de beneficiamento, analisando a sua importância no nosso mercado, principalmente, com os benefícios da sua reciclagem.

Palavras-chave: Reciclagem do alumínio. Extração da bauxita. Viabilidade da reciclagem.

Abstract

This paper intends to review existing literature and have information on the aluminum that is one of the metals most commonly used in our day to day. Therefore, it becomes necessary to study about this metal this extraction to the final stage of processing, analyzing its importance in our market, especially with the benefits of recycling.

Keywords: *Recycling of aluminum. Bauxite impacts. Feasibility of recycling.*

1. INTRODUÇÃO

A reciclagem representa proteção ambiental e economia de recursos naturais, com menor emissão de poluentes na natureza. Quando o alumínio reciclado substitui o alumínio primário no processo produtivo, reduz-se a formação de resíduos sólidos, trazendo inúmeros benefícios.

Analisado o metal, alumínio, suas características, propriedades, importância, suas aplicações e curiosidades. Também iremos falar um pouco sobre a extração do alumínio, os impactos ambientais causados por ela, e alguns processos de reciclagem. Temos como exemplo a reciclagem dos metais, latas de alumínio, embalagens de Tetra Pak e um pouco sobre a reciclagem de automóveis.

O presente trabalho visa a fazer uma revisão e dispor de algumas informações para melhor compreender e ajudar o leitor a ter uma ideia sobre o Alumínio.

1.1. Justificativa e descrição do método

Iniciando o estudo dos benefícios da reciclagem de produtos com ênfase no alumínio, percebe-se o quanto a reciclagem é importante para aprimorar os conhecimentos em relação da origem, extração, utilização, seus benefícios da reciclagem e os danos ambientais causados pelo alumínio.

¹ Graduando em Engenharia Ambiental, 7º semestre, pelo Centro Universitário UNIVATES.

O método consiste na revisão bibliográfica sobre o tema em questão.

2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA SOBRE O ALUMÍNIO

Segundo Peixoto, 2001 o alumínio (Al) é o elemento metálico mais abundante na crosta terrestre. Só é menos abundante do que o oxigênio e o silício. Seu minério mais importante é a bauxita. É um bom condutor elétrico (2/3 da condutividade do cobre) e, levando em consideração a sua baixa densidade quando comparada à do cobre, ele é bastante usado em linhas de transmissão de eletricidade com certas vantagens. Quando puro, 99,996%, ele é razoavelmente mole e pouco resistente à ruptura. No entanto, grande parte do alumínio comercial tem uma pureza da ordem de 90 a 99%, formando ligas com pequenas quantidades de ferro e silício. Estas ligas são duras e fortes.

O alumínio é um metal bastante reativo, mas apesar disso não só ele como suas ligas são bastante resistentes à corrosão (PEIXOTO, 2001).

O alumínio é o metal mais comum conhecido por quase todos no planeta, utilizado na construção de máquinas, ornamentos de cozinha, panela, latas de cerveja e refrigerante, fiação elétrica entre tantos outros (SWITKES, 2005).

É o metal mais abundante da crosta terrestre, mais é o mais jovem usado em escala industrial. Sendo o mais importantes dos metais não ferrosos devido ao baixo peso específico, resistência à corrosão, produtos químicos, água do mar. Tem boas qualidades estéticas, boa condutibilidade elétrica e térmica (CANÊDO, 2007).

A produção de alumínio não é tão simples quanto a de metais como ferro, chumbo, estanho e zinco. O processo de redução da alumina, proveniente do minério bauxita, é difícil e precisa ser realizado com auxílio de corrente elétrica. Isso é economicamente viável em países onde o preço desse tipo de energia é muito alto, como o caso do Brasil, graças a seu potencial hidrelétrico (CANTO, 1996).

Segundo o IBGE, no Brasil as reservas de bauxita correspondem a cerca de 1,5 bilhões de toneladas, estando à maior parte delas no estado do Pará, no Vale do Rio Trombetas, um afluente do rio Amazonas. A produção nacional de bauxita é da ordem de 10 milhões de toneladas anuais, o que nos coloca entre os cinco maiores produtores do mundo (CANTO, 1996).

2.1 Extrações do alumínio

O principal minério do qual o alumínio é extraído é denominada bauxita, a qual é um produto da decomposição de rochas alcalinas formadas durante um período entre 80 e 100 milhões de anos. Este minério de alumínio encontra-se próximo à superfície no topo de morros ondulados no interior de planaltos ou na crista e encostas de serras, sendo a espessura média das camadas de 4,5 metros (CANÊDO, 2007).

2.2 Impactos ambientais da extração do alumínio

O custo econômico aparentemente baixo do alumínio e sua onipresença não correspondem aos altos custos para o meio ambiente, decorrentes de sua mineração e refinação (SWITKES, 2005).

A conversão de bauxita em alumínio primário é o processo industrial que mais utiliza eletricidade em relação a qualquer outra indústria. A extração de bauxita deixa um rastro de florestas destruídas, água contaminada, pessoas doentes, além de ser uma importante contribuinte para o aquecimento global (SWITKES, 2005).

A expansão da indústria brasileira de alumínio se concentra em grande parte na região amazônica, considerada uma fonte de energia barata (SWITKES, 2005).

A maior parte da produção mundial de bauxita é usada como matéria prima para a fabricação de alumina. O minério de bauxita é minuciosamente tratado e dissolvido numa solução de hidróxido de sódio (soda cáustica) sob alta temperatura e pressão. Essa solução é limpa e direcionada para um tanque de precipitação, onde uma pequena quantidade de hidróxido de alumínio é adicionada para facilitar a cristalização do hidróxido de alumínio e o hidróxido de sódio. Os cristais são lavados, desidratados a vácuo e levados para um forno giratório. O resultado é um pó fino, branco chamado de alumina (CANÊDO, 2007).

O óxido de ferro insolúvel, titânio, sódio, sílica e outros óxidos são removidos por filtração como borra chamada de "lama vermelha". Os descartes dos resíduos da lama vermelha são altamente cáusticos quase sempre com Ph acima de 13,2 e geralmente são despejados em áreas já mineradas. Além de penetrar no lençol freático e nos córregos, a lama vermelha eleva o teor de sódio dos poços artesianos vizinhos (SWITKES, 2005).

Alguns países têm limitações ambientais para o descarte da lama vermelha por isso as empresas mineradoras de bauxita preferem fazer suas instalações em países com leis ambientais mais flexíveis (SWITKES, 2005).

Além da poluição do solo e dos lençóis freáticos, outro impacto ambiental é a poluição do ar proveniente da refinação de alumina, onde os gases aerossóis cáusticos e outras poeiras corrosivas são liberadas na atmosfera. A queima de óleos com alto teor de enxofre na usina libera gases ácidos, dióxidos e trióxidos de enxofre, levando à chuva ácida. Estudos comprovam que as poluições causadas pelas refinarias de alumina estão associadas às hipersensibilidades brônquicas em crianças. Os habitantes também atribuem os problemas cardíacos, distúrbios da fala, convulsões, dores de cabeça crônicas, queimação na garganta e estômago, sangramentos nasais, distúrbios digestivos, irritações nas mucosas, pele e outros. Os animais também são afetados, acometidos com tosses crônicas e erupções cutâneas, levando a morte (SWITKES, 2005).

As comunidades devem estar atentas para que a melhor tecnologia disponível seja utilizada e que as autoridades ambientais mantenham uma vigilância severa nessas empresas (SWITKES, 2005).

A disponibilidade de enormes reservas de bauxita e o potencial aparentemente “barato” na Amazônia sugere que a região esteja destinada a assumir um papel de centro de produção de alumínio, mas alguns estudos que essa indústria é ineficaz na criação de empregos e geração de renda. Estudos mostram que a indústria de alumina utiliza 31 vezes mais energia por emprego criado que as principais indústrias do país (SWITKES, 2005).

Quando o sindicato entrou em ação para defender o interesse dos trabalhadores, as empresas fizeram ameaças e suspenderam contratos de trabalho pressionando o sindicato a fazer acordos, lógico, onde as empresas foram as maiores beneficiadas (SWITKES, 2005).

A Alcoa, a maior empresa mineradora de alumina do mundo, vem enfrentando dificuldades em quase todos os países onde possui empresas. Por ter ambições de lucros não liga muito para a proteção ambiental e para o desenvolvimento sustentável das comunidades. Nos países onde as leis ambientais são mais severas a Alcoa foi obrigada a pagar multas e indenizações por destruir o meio ambiente por isso essas empresas preferem os países onde as leis ambientais são mais brandas, como o Brasil (SWITKES, 2005).

Enquanto a política do nosso país favorece as exportações de matérias primas, como o alumínio, será difícil encontrar opções para as comunidades da Amazônia. Essa região precisa de um profundo debate sobre a industrialização da região para oferecer melhor bem estar da população e a sobrevivência da maior floresta tropical do mundo. Há muitas questões delicadas a respeito da exploração de alumina na Amazônia que o governo não consegue responder e as empresas mineradoras estão dispostas a ignorar (SWITKES, 2005).

2.3. Reciclagens dos metais

A importância da reciclagem vem crescendo, principalmente nos países mais desenvolvidos. O Brasil vem dando exemplo e, é um dos países que mais recicla alumínio no mundo. Entretanto não só as latas são recicladas, mais de 85% do alumínio de automóveis é recuperado, e entre 60% e 70% do alumínio usado em veículos novos é feito de material reciclado. Produtos de alumínio são ideais para reciclagem porque é muito mais barato reaproveitá-los do que fazer alumínio novo do minério de bauxita (TORRES, indefinido).

A reciclagem de metais de após o consumo, bem como de outras fontes, tem papel importante na preservação do meio ambiente, pois os processos de extração e beneficiamento dos metais vindos diretamente de jazidas são extremamente poluentes e consomem muita energia elétrica e água (SWITKES, 2005).

O setor que mais utiliza o alumínio é o de transportes, no qual se destacam as indústrias automobilísticas, de aviões, material ferroviário e naval. Na indústria elétrica e eletrônica, é usada para a fabricação de cabos e condutores destinados a transmissão de energia. As indústrias de embalagens e utensílios domésticos, entre outros (CANÊDO, 2007).

2.3.1.1 Reciclagem do alumínio

A economia de energia elétrica produzida pela reciclagem é apenas uma das muitas vantagens das latas de alumínio. Elas oferecem benefícios para a indústria, para o comerciante, para o consumidor final e, tão importante, para o meio ambiente. Além disso, o alumínio tem alto valor residual, ou seja, sua sucata é mais nobre que a de outros materiais reutilizáveis (ABRALATAS, 2004).

Para produzi-la uma tonelada de latas de alumínio recicladas são gastos apenas 750 kWh, em quando que a mesma quantidade produzida utilizando alumínio primário, gasta 17.600 kWh, o que representa uma economia de 95% de energia, seu principal insumo para a produção (NOVA, 2013).

Segundo NOVA (2013), o Brasil possui um índice de reaproveitamento de 78% de latas de alumínio, ficando atrás apenas do Japão que recicla 81% e superando países industrializados como os EUA que reciclam 62%.

O processo de reciclagem de alumínio a partir da refusão de latas de bebidas descartadas acarreta em uma redução no consumo de energia relacionado com esta reciclagem em comparação com a produção de alumínio primário. As latas de alumínio foram colocadas em forma de pacotes de latas prensadas com alto grau de compactação. Inicialmente a quantidade de fluxo escorificante foi mantida constante, variando-se a temperatura do banho e o procedimento de escorificação. Em seguida foram fixadas duas temperaturas do banho (750 e 850° C) e utilizado o procedimento de escorificação que submerge à mistura do fluxo escorificante ao banho, variando-se o percentual deste. O alumínio recuperado foi vazado em moldes permanentes e a composição química foi monitorada via espectroscopia de emissão ótica (VERRAN, 2007).

2.3.1.2 Reciclagem de embalagens Tetra Pak

A embalagem longa vida é composta basicamente por três materiais: papel, polietileno e alumínio, nas proporções, em peso, de 75%, 20% e 5%, respectivamente (CERQUEIRA, 2000).

Há vários tipos de reciclagem de embalagens cartonadas de Tetra Pak, como a incineração com recuperação de energia, consiste na queima do polietileno e do alumínio, produzindo vapor (energia) e reduzindo a utilização de combustíveis fósil. Nesse processo de combustão o alumínio reage com o oxigênio produzindo trióxido de alumínio, que pode ser usado, por exemplo, no tratamento de água (NEVES, 1999).

Outro processo segundo NEVES (1999) é a recuperação do alumínio em forno de pirólise, onde é mantida uma atmosfera com baixo teor de oxigênio para impedir a oxidação do alumínio. Nesse processo o polietileno reage com o oxigênio liberando energia para o processo. Uma terceira opção seria o processamento do alumínio e do polietileno por indústrias recicladoras de plásticos. Por ser um termoplástico, o polietileno é reprocessado várias vezes e o alumínio presente não interfere no processo de injeção e extrusão ficando incorporado na peça final.

2.3.1.3 Reciclagem de automóveis

Tradicionalmente, os metais, ao contrário dos plásticos, podem ser reciclados indefinidamente quase sem perda de suas propriedades, mesmo se, por vezes, a separação por grupos de ligas se torne necessária para atender aos padrões de qualidade mais exigentes, como os da indústria automobilística (MEDINA, 2002).

Nesse caso a reciclagem torna-se mais complexa, o que vem exigindo uma evolução tecnológica *pari passo* de materiais e processos de reciclagem. De fato, a qualidade final de um material reciclado e sua rentabilidade, ou produtividade, no jargão econômico, estão estreitamente ligadas à qualidade da matéria prima secundária a ser recuperada a partir de sucata industrial ou de peças e produtos em fim de vida (MEDINA, 2002).

Hoje, todos os materiais que entram na composição do automóvel são recicláveis, mas os metálicos, que ainda apresentam em média 70% do peso de um carro, permanecem sendo os mais intensamente reciclados em todo o mundo. Isso porque a reciclagem dos metais é a que traz maior vantagem econômica, quer no processo de recuperação/separação, quer seja na qualidade dos novos produtos feitos a partir do material secundário obtido (MEDINA, 2002).

2.3.1.3.1 Reciclagem de veículos em fim de vida (vfv).

A reciclagem de vfv nos países desenvolvidos é hoje o centro das atenções da gestão ambiental. O que mais preocupa as autoridades europeias e nacionais ligadas à área ambiental é o processo primário de destruição de vfv, que vêm sendo diretamente prensados e triturados para posterior reciclagem ou recuperação dos materiais. Inconvenientes como o barulho e perigos imediatos, como o risco de explosões, somam-se à dispersão de elementos tóxicos, tanto na atmosfera quanto a partir dos resíduos sólidos (escórias) dessa primeira etapa da reciclagem automotiva, que contém metais pesados e outros contaminantes. A presença desses resíduos de trituração é o problema mais grave, tanto pela quantidade como pela periculosidade que representam. Entre os resíduos mais problemáticos estão os óleos e as espumas que são inflamáveis; baterias, condensadores e sistemas de refrigeração que contêm substâncias tóxicas (MEDINA, 2002).

Segundo Medina (2002), a Diretiva Europeia estabelece que seja responsabilidade dos governos de cada país membro “tomar medidas para garantir a criação, por parte dos operadores econômicos, de sistemas de recolha, tratamento e valorização de veículos em fim de vida” (de 2000/053, parágrafo6 – vide anexo). O sistema de preparação para a reciclagem propriamente dita envolve, teoricamente, quatro fases:

- 1) Despoluição – retirada da bateria, do extintor de incêndio e de óleos e fluidos como: óleo do motor e do câmbio; óleo do diferencial; óleo de freio; óleo dos amortecedores; filtro de ar; filtro de óleo e de combustível; líquido de arrefecimento do radiador; líquido do para-brisa.
- 2) Retirada das peças que podem ser vendidas como de “segunda mão” ou remanufaturadas.

- 3) Desmontagem e/ou retirada de peças ou acessórios (elementos sólidos) para facilitar a prensagem e a trituração posterior como, por exemplo, tecidos, espumas, vidros, plásticos, borrachas e pneus.
- 4) Desmontagem das peças metálicas maiores e mais acessíveis, para valorizar a reciclagem (separação de materiais por desmontagem), por exemplo: retirada das partes em alumínio (geralmente capô e portas) e demais partes metálicas da carroceria, como porta-malas, para-choques, para-lamas, rodas etc.

Na França, a tendência é que nos demais países desenvolvidos os veículos sejam prensados e triturados logo após a segunda fase, o que dificulta e mesmo impossibilita uma boa separação dos diversos materiais (MEDINA, 2002).

Contudo, o sistema atualmente em uso nos países desenvolvidos, que no momento vem atendendo ao mercado de material reciclado para diversas funções fora da indústria automotiva, deve evoluir no futuro próximo no sentido da melhor qualidade, para que o material reciclado possa ser utilizado em novos modelos de automóveis de forma crescente, atendendo assim à Diretiva Europeia sobre vfv (MEDINA, 2002).

2.3.1.3. Reciclagem e seus benefícios

Segundo Abralatas (2004), os benefícios podem ser:

Sociais:

- Colaboração para o crescimento da consciência ecológica na comunidade;
- Menor agressão ao meio ambiente;
- Incentiva a reciclagem de outros materiais;
- Promove o aumento de renda em áreas carentes;
- Beneficia entidades assistenciais tais como igrejas e escolas.

Políticos:

- Colabora para o estabelecimento de políticas de destinação de resíduos sólidos;
- Ajuda no conhecimento da composição do lixo urbano;
- Pode ser adaptável a realidades diferentes sem problemas (cidades grandes, médias e pequenas).

Econômicos:

- Injeção de recursos na economia local;
- Fonte de renda permanente para mão de obra não qualificada;
- Não necessita de grandes investimentos;
- Proporciona grande economia de energia elétrica.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse trabalho, conclui-se que o alumínio é um material muito utilizado no mundo inteiro para diversas aplicações. Pode ser utilizado em muitos objetos de cozinha, automóveis, telhas, aquecimento solar, embalagens de alimentos, e tantos outros exemplos que, diariamente, temos ao nosso redor.

Verifica-se que a reciclagem do alumínio é muito importante, pois com ela economizamos tempo, energia, matéria-prima e ainda é mais econômico. Fazendo com que o meio ambiente não seja muito afetado.

REFERÊNCIAS

ABRALATAS; **A História de Sucesso da lata de alumínio no Brasil e no Mundo Lata de Alumínio.** ABRALATAS - Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade, 2004. (www.abralatas.com.br).

CANÊDO, Paulene de Lima; SANTOS, Harlen Inácio dos. **Viabilidade sócio – Ambiental da reciclagem do alumínio: Estudo de caso da “Alumínios Kadoch”, em Aparecida de Goiânia – Goiás.** Universidade Católica de Goiás, GO, 2007.

CANTO, Eduardo Leite do. **Minerais Minérios Metais de onde vem para onde vão?** Coleção Polêmica, 1ª edição, Editora Moderna, 1996.

CERQUEIRA, Mario Henrique de. **Placas e telhas produzidas a partir da reciclagem do polietileno / alumínio presentes nas embalagens Tetra Pak.** Artigos Técnicos, Tetra Pak, 2000.

MEDINA, Heloisa Vasconcellos de; GOMES, D. E. B.; **Reciclagem de automóveis: estratégias, práticas e perspectivas.** CETEM/MCT, RJ, 2003.

NEVES, Fernando L.; **A reciclagem de embalagens cartonadas Tetra Pak.** Artigos Técnicos, Tetra Pak, 1999.

NOVA, Jefferson Villa; **A reciclagem das latas de alumínio e o seu efeito na economia informal.** Disponível www.abralatas.org.br/downloads Acesso em junho, 2013.

OLIVEIRA, J. R.; et al.; **Rendimento de alumínio obtido por reciclagem de escória primária.** VI Simpósio de Excelência em Gestão Tecnológica, Resende, 2008.

PEIXOTO, Eduardo Motta Alves; **Alumínio.** Revista Química Nova na Escola, N° 13, 2001.

SWITKES, Glenn Ross; **Impactos ambientais e sociais da cadeia produtiva de Alumínio na Amazônia – Ferramentas para os trabalhadores, as comunidades e os ativistas.** Programa na América Latina, International Rivers Network, 2005.

TORRES, Djalmo Dias; **Reciclagem do alumínio.** CONSELHO em revista, n° 40, CREA-RS.

VERRAN, Guilherme Ourique; et al.; **Reciclagem de latas de alumínio usando fusão em forno elétrico à indução.** Estudos tecnológicos - v. 3, n. 1, p. 01-11, 2007.

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BEBIDAS LÁCTEAS COMERCIALIZADAS NA REGIÃO DO VALE DO TAQUARI/RS

Cláudia Schlabitz, Fátima Ulsenheimer¹,

Daniel Neutzling Lehn, Cláudia Fernanda Volken de Souza, Lucélia Hoehne²

Programa de Pós-graduação em Biotecnologia – Centro Universitário UNIVATES – Lajeado – RS - Brasil

Abstract

Whey has a great nutritional importance because has in its composition proteins of high biological value and high levels of vitamins and minerals. The use of whey in the preparation of dairy beverages constitutes a rational utilization of this byproduct. The legislation sets quality standards that must be met for fermented dairy beverages. Thus, the objective of this study was to evaluate the physico-chemical and microbiological quality of five commercial brands of fermented dairy beverages purchased in supermarkets in the region of Vale do Taquari, RS. It was verified that none of the five brands analyzed met all the parameters established in legislation.

Resumo

O soro de queijo apresenta em sua composição proteínas de elevado valor biológico, além de alto teor de vitaminas e minerais. A utilização de soro de queijo na elaboração de bebidas lácteas constitui uma forma racional de aproveitamento deste subproduto. A legislação fixa parâmetros de qualidade que devem ser atendidos para as bebidas lácteas fermentadas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade físico-química e microbiológica de cinco marcas comerciais de bebidas lácteas fermentadas compradas em supermercados na região do Vale do Taquari, RS. Verificou-se que nenhuma das cinco marcas analisadas atendeu a todos os parâmetros estabelecidos em legislação.

1. Introdução

O Brasil é o quinto maior produtor de leite do mundo, com mais de 29 milhões de toneladas, respondendo por 5,3% da produção mundial em 2010. No mesmo ano, a produção de queijos sob inspeção foi de 801.440 toneladas, com aumento de 11% em relação à produção de 2009 [Embrapa 2010; ABIQ 2011]. A produção de queijos resulta em grande quantidade de efluente. Sgarberi (1996) afirma que o soro de queijo é o principal subproduto da indústria de laticínios. A quantidade de soro gerada no processo de fabricação de queijo depende do tipo de queijo produzido e da quantidade de água adicionada no processo, porém, em geral, a fabricação de 1 kg de queijo necessita, em média, de 10 litros de leite e fornece 9 litros de soro [Ordoñez 2005].

O soro de queijo é o líquido resultante da separação das caseínas e da gordura do leite no processo de elaboração do queijo. Ele contém mais da metade dos sólidos presentes no leite integral original, incluindo a maioria da lactose, minerais e vitaminas hidrossolúveis, sobretudo do grupo B e 20% das proteínas do leite [Ordoñez 2005]. Considerando que a produção de queijos no Brasil está em torno de 450 mil toneladas por ano tem-se o equivalente a 405 mil toneladas de soro de queijo sendo produzidos no país [Embrapa 2010]. Apesar disto, o soro

¹ Mestrandas em Biotecnologia. Univates, Lajeado-RS.

² Docentes da Univates, Lajeado-RS.

ainda não tem um uso de larga escala no Brasil, sendo grande parte descartada no ambiente, o que configura crime previsto por lei quando não submetido a um tratamento adequado. Quando lançado em cursos d'água, provoca o consumo do oxigênio pelo desenvolvimento de bactérias e outros organismos que utilizam seus componentes, resultando, assim, em morte de organismos aquáticos. As altas demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), respectivamente entre 50.000 e 80.000 mg/L e 40.000 e 60.000 mg/L, são devidas, principalmente, à lactose presente [Cristiani-Urbina et al. 2000].

São constantes os esforços para aproveitamento de resíduos agroindustriais em todo mundo. Em particular, o soro do queijo, pela abundância de produção, características nutricionais e elevada capacidade poluente, tem sido, há tempo, motivo de vários estudos [Silva e Herman-Gomez 2000]. A indústria tem-se preocupado em aproveitar o soro de queijo, um coproduto de baixo custo e elevado valor nutricional, na elaboração de alimentos como bebida láctea, iogurtes, produtos de panificação, sorvetes, concentrados proteicos, além de bebidas suplementadas [Machado et al. 2002].

Atualmente a elaboração de bebidas fermentadas tem sido uma ótima opção para a utilização de soro de queijo, pois o produto pode ser utilizado de forma integral. As bebidas podem ser facilmente produzidas sem grandes custos também pelas pequenas fábricas e agricultura familiar [Pintado et al. 2001]. O notável aumento no consumo e consequente comercialização de bebidas lácteas fermentadas no Brasil acarretaram no aumento da utilização racional do soro de queijo na elaboração desse produto [Tamime e Robinson 2000].

A bebida láctea é, muitas vezes, confundida com o iogurte, sendo o uso do soro de queijo na composição da bebida e a viscosidade as principais diferenças. Os iogurtes possuem uma porção maior de leite em pó, que, nas bebidas lácteas fermentadas, tem parte substituída por amido de milho que serve para torná-la mais densa e parecida com iogurte, uma vez que fica muito diluída pelo uso de uma porcentagem maior de soro de queijo [Caldeira et al. 2010]. Conforme a Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a bebida láctea fermentada é um produto lácteo obtido através da mistura de leite e soro de queijo, adicionado ou não de outras substâncias alimentícias, e fermentado por micro-organismos ou adicionado de leite fermentado [Brasil 2005].

Os ingredientes obrigatórios das bebidas lácteas fermentadas são: leite, soro de queijo e cultivo de bactérias lácteas ou leite fermentado. Opcionalmente podem ser utilizados creme de leite, sólidos de origem láctea, manteiga, gordura anidra do leite, caseinatos alimentícios, proteínas lácteas, leitelho e outros produtos de origem láctea; açúcares e/ou glicídios, maltodextrina, edulcorantes, frutas, mel, cereais, gorduras vegetais, chocolate, amidos, gelatina ou outras substâncias alimentícias. A mesma legislação também fixa parâmetros de qualidade que devem ser atendidos, tais como concentração de proteínas e bactérias lácticas. A bebida láctea fermentada com adição deve apresentar, no mínimo, 1% (m/m) de proteínas e 10^6 UFC/g de bactérias lácticas [Brasil 2005].

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas e microbiológicas de bebidas lácteas fermentadas comerciais, avaliando sua conformidade com os parâmetros estabelecidos na legislação brasileira vigente.

2. Material e Métodos

Este estudo foi realizado nos Laboratórios de Química e Microbiologia do Centro Universitário UNIVATES. Foram avaliados 3 lotes de cinco marcas comerciais de bebidas lácteas fermentadas sabor morango, envasadas em frascos de polietileno de 1 litro e adquiridas em supermercados da região do Vale do Taquari, RS.

As análises físico-químicas de pH, extrato seco, matéria mineral (cinzas), proteínas e lipídios foram realizadas conforme descrito na Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006 [Brasil 2006]. Carboidratos totais foram obtidos por diferença. O valor calórico das bebidas foi calculado pelos fatores de conversão, o qual, para proteínas, é igual a 4,0 kcal.g⁻¹; para carboidratos, 4,0 kcal.g⁻¹ e para lipídios, 9,0 kcal.g⁻¹ [Brasil 2003]. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A análise de bactérias lácticas foi realizada conforme descrito por Zacarchenco e Massaguer-Roig (2004).

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância univariada e verificada a significância dos modelos pelo teste F. Nos modelos significativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Os cálculos estatísticos foram efetuados utilizando o software Statistica® versão 7.0.

3. Resultados e Discussão

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das bebidas lácteas, provenientes de supermercados da região do Vale do Taquari, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das bebidas lácteas comerciais

Análise	A	B	C	D	E
pH	4,03 ^a	4,16 ^a	3,89 ^a	4,12 ^a	3,87 ^a
Acidez ¹	0,61 ^{ab}	0,53 ^{ab}	0,65 ^a	0,49 ^b	0,62 ^{ab}
Extrato seco ²	16,89 ^c	20,30 ^a	19,96 ^a	19,88 ^a	18,42 ^b
Matéria mineral ²	0,49 ^a	0,52 ^a	0,54 ^a	0,50 ^a	0,56 ^a
Proteínas ²	1,32 ^{ab}	0,77 ^b	1,77 ^a	0,88 ^b	0,97 ^b
Lipídios ²	3,40 ^{ab}	3,42 ^{ab}	2,12 ^c	2,44 ^{bc}	3,86 ^a

Análise	A	B	C	D	E
Carboidratos ²	11,69 ^b	15,59 ^a	15,53 ^a	16,06 ^a	13,03 ^b
Valor calórico ³	82,60	96,22	88,28	89,72	90,74
Bactérias lácticas ⁴	1,5 x 10 ⁴	4,3 x 10 ⁵	2,2 x 10 ³	1,8 x 10 ⁶	< 1,0 x 10 est.

¹ g de ácido láctico/100 g; ² g/100 g; ³ kcal/100 g; ⁴ UFC/g.

^{abc} Médias com letras diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$), conforme resultado do teste de Tukey.

O pH das bebidas variou entre 3,87 e 4,16, não apresentando diferença significativa entre as marcas analisadas ($p \leq 0,05$). Thammer e Penna (2006), encontraram valores de pH entre 4,72 e 4,83 ao analisarem bebidas lácteas fermentadas. De acordo com Cardarelli et al. (2007), é comum observarmos a redução do pH de produtos lácteos fermentados, causados pelo processo natural de produção de ácido láctico e outros ácidos orgânicos a partir da fermentação da lactose pela cultura *starter* e probióticas [Buriti et al. 2005]. O valor do pH tem sua importância relacionada com o aspecto visual do produto final durante sua conservação em temperaturas baixas. É fundamental que haja controle rigoroso para que não ocorra separação de fases, acidificação elevada influenciada pelo tempo de fermentação, além de alterações nas características sensoriais que poderão tornar o produto indesejável [Vinderola et al. 2000].

Os valores de acidez variaram de 0,49 a 0,65 g/100 g. Apenas as amostras C e D apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$). A diferença de acidez de bebidas lácteas fermentadas pode estar relacionada ao tipo e à concentração de cultura láctea utilizada, à atividade desta cultura, ao valor estabelecido para finalizar a fermentação, à quantidade de soro de queijo utilizada na elaboração das bebidas lácteas, assim como ao tempo de armazenamento [Thammer e Penna 2006].

Com relação ao extrato seco observou-se que os valores variaram de 16,89 a 20,30% nas cinco bebidas lácteas, sendo que as marcas B, C e D apresentaram resultados que não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$). Não existem valores determinados para extrato seco em bebidas lácteas fermentadas [Brasil 2005]. Silveira et al. (2012) encontraram valores de extrato seco de 16% em bebidas lácteas comercializadas em Bananeiras e Solânea, na Paraíba. Thamer e Penna (2006) produziram 12 formulações de bebidas lácteas fermentadas funcionais com teores de extrato seco entre 15,68 e 18,97% e afirmam que a quantidade de sólidos totais da bebida láctea depende da quantidade de sólidos totais encontradas na matéria-prima. O extrato seco do soro de queijo é aproximadamente 7% [Giroto e Pawlowski 2001], enquanto do leite é, no mínimo, 11,4% [Brasil 2011]. Desta forma, percebe-se que a variação do extrato seco nas bebidas lácteas deve-se, principalmente, às quantidades de soro de queijo e de leite utilizadas na formulação em função destes serem as matérias-primas utilizadas em maior quantidade.

A matéria mineral nas amostras variou de 0,49 a 0,56%, não havendo diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as cinco marcas. Thammer e Penna (2006) obtiveram variação de 0,53 a 0,61%

neste parâmetro em seu estudo. Cunha et al. (2008) encontraram um valor de 0,65% em sua avaliação físico-química de bebida láctea.

Quanto ao teor de proteínas, as marcas A e C apresentaram valores de acordo com a Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005 – respectivamente, 1,32% e 1,77% [Brasil 2005]. Os rótulos das cinco marcas analisadas informam valores entre 1,65 e 2,30 g/100 g. Almeida et al. (2001) encontraram valores de 1,94 a 2,14% em bebidas elaboradas com teores de soro entre 30 e 50%. Thamer e Penna (2006) caracterizaram bebidas lácteas fermentadas e obtiveram teores de proteína, entre 1,93 e 2,46%. Este parâmetro está relacionado com as porcentagens de soro e leite utilizados [Thamer e Penna 2006].

Os teores de lipídios variaram de 2,12 a 3,86%. Os rótulos das cinco marcas analisadas informam valores entre 1,10 e 1,95 g/100 g. A Instrução Normativa nº 16 [Brasil 2005] não fixa valores de matéria gorda para bebidas lácteas fermentadas com adição que possua características organolépticas diferentes da sem adição. Silveira et al. (2012) encontraram valores menores que 1,9% em bebidas lácteas fermentadas comerciais sabor morango. Sivieri e Oliveira (2002), Ballesteros et al. (2006) e Dewhurst et al. (2006) relatam que, além da gordura do leite ser um ingrediente chave para os aspectos sensoriais e fisiológicos de derivados lácteos, é também um importante componente da alimentação humana. No entanto, o seu consumo em alta escala vem sendo responsabilizado pelo aumento da obesidade, do colesterol sanguíneo e de doenças coronarianas. Desta forma, Tsuchiya et al. (2006) reforçam a importância do consumo de bebidas lácteas devido ao baixo teor lipídico presente.

Os valores de carboidratos variaram de 11,68 a 16,06%, resultados próximos ao informado nos rótulos das cinco marcas analisadas: entre 12,00 e 16,50 g/100 g. Silva et al. (2001) obtiveram 13,66% de carboidratos. Silveira et al. (2012) encontraram o valor máximo de 11,8% nas três marcas comerciais de bebidas lácteas fermentadas analisadas. Thammer e Penna (2006) obtiveram valores entre 12,93 e 16,27% para bebidas lácteas fermentadas funcionais. A quantidade de soro de queijo, leite, açúcar e fruto-oligossacarídeos adicionada à formulação varia nos produtos, o que influencia na concentração final dos carboidratos.

As bebidas apresentaram valores de calorias entre 82,6 e 96,22 kcal/100 g, enquanto que os rótulos informam valores entre 72 e 83 kcal/100 g.

Somente a bebida D foi classificada como fermentada, pois a Instrução Normativa nº 16 [Brasil 2005] determina que a contagem mínima de bactérias lácticas durante todo o período de validade do produto deve ser superior a 10^6 UFC/g. A principal função das bactérias lácticas nos alimentos é a acidificação do produto até um pH próximo de 4, impedindo o desenvolvimento de bactérias indesejáveis pela produção de ácidos orgânicos. Além disso, as bactérias lácticas conferem características sensoriais específicas no alimento, modificando sabor, textura, e aroma [Piard et al. 2011]. A viabilidade dos micro-organismos pode ter sido afetada pela estocagem inadequada, tanto nas indústrias quanto nos estabelecimentos comerciais [Moreira et al. 1999].

4. Conclusão

As amostras A e C apresentaram o teor de proteína mínimo de 1%, porém não atingiram a contagem de bactérias lácticas de 10^6 UFC/g. A amostra D atingiu a contagem mínima de bactérias lácticas, porém não apresentou quantidade suficiente de proteínas. Com base nos resultados obtidos no presente trabalho verificou-se que nenhuma das cinco marcas analisadas está em conformidade com a Instrução Normativa nº 16 [Brasil 2005]. Desta forma, percebe-se a necessidade de maior fiscalização para que estes produtos atendam aos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, K. E., BONASSI, I. A. e ROÇA, R. O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 21, n. 2, p. 187-192, 2001.
- ABIQ; Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. **Produção brasileira de produtos lácteos em estabelecimentos sob inspeção federal**. São Paulo. Não paginado, 2011.
- BALLESTEROS, C., Poveda, J. M., González-Viñas, M. A. e Cabezas, L. Microbiological, biochemical and sensory characteristics of artisanal and industrial Manchego cheeses. **Food Control**. v. 17, n. 4, p. 249-255, 2006.
- BRASIL; Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília, 26 dez. 2003.
- BRASIL (2005) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 ago. 2005. Seção 1, p.7.
- BRASIL (2011) Ministério da Agricultura. Regulamento da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 dez. 2011.
- BRASIL; Ministério da Agricultura. Regulamento da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Oficiais Físico-químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 14 dez. 2006.
- BURITI, F. C. A.; ROCHA, J. S.; SAAD, S. M. I. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. **International Dairy Journal**. v. 15, n. 12, p. 1279-1288, 2005.
- CALDEIRA, L. A., Ferrão, S. P. B.; FERNANDES, S. A. A.; MAGNAVIT, A. P. A.; SANTOS, T. D. R. Desenvolvimento de bebida láctea sabor morango utilizando diferentes níveis de iogurte e soro lácteo obtidos com leite de búfala. **Ciência Rural**. v. 40, n. 10, p. 2193-2198, 2010.
- CARDARELLI, H. R.; SAAD, S. M. I.; GIBSON, G. R.; VULEVIC, J. Functional petit-suisse cheese: Measure of the prebiotic effect. **Anaerobe**. v. 13, p. 200-207, 2007.

CRISTIANI-URBINA, E.; NETZAHUATL-MUÑOZ, A. M., MANRIQUEZ-ROJAS, F. J.; JUÁREZ-RAMÍREZ, C., RUIZ-ORDAZ, N.; GALÍNDEZ-MAYER, J. Batch and fed-batch cultures for the treatment of whey with mixed yeast cultures. **Process Biochemistry**. v. 35, p. 649-657, 2010.

CUNHA, T. M., Castro, F. P., Barreto, P. L. M., Benedet, H. D. e Prudêncio, E. S. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 29, p. 103-116, 2008.

DEWHURST, R. J., Shingfield, K. J., Lee, M. R. F. e Scollan, N. D. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. **Animal Feed Science and Technology**. v. 131, n. 10, p. 168-206, 2006.

EMBRAPA. **Estatísticas do leite**: leite em números. Juiz de Fora, Minas Gerais, 2010.

MACHADO, R. M. G., Freire, V. H., Silva, P. C., Figueredo, D. V. e Ferreira, P. E. **Controle ambiental das pequenas e médias indústrias de laticínios**. Projeto Minas Ambiente, Belo Horizonte, p. 224, 2002.

Giroto, J. M. e Pawlowski, U. O soro de leite e as alternativas para seu beneficiamento. **Brasil Alimentos**. n. 10, p. 43-46, 2001.

MOREIRA, S. R., Schwan, R. F., Carvalho, E. P. e Ferreira, C. Análise microbiológica e química de iogurtes comercializados em Lavras - MG. **Ciência Tecnologia de Alimentos**. v. 19, n. 1, p. 147-152, 1999.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos**: Alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PIARD, J. C., Le Loir, Y., Poquet, I. e Langella, P. **Bactérias lácticas**: as bactérias lácteas no centro de novos desafios tecnológicos. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*. Encarte Especial, 2011.

PINTADO, M. E.; MACEDO, A. C.; MALCATA, F. X. Technology, chemistry and microbiology of whey cheeses. **Food Science and Technology International**. v. 7, n. 2, p. 105-116, 2001.

SGARBIERI, V. C. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996.

SILVA, C. A.; HERMAN-GOMEZ, R. C. Qualidade proteica do soro de leite fermentado pela levedura **Kluyveromyces fragilis**. *Ciência Rural*, v. 30, p. 515-520, 2000.

SILVA, M. R., FERREIRA, C. L. L. F., Costa, N. M. B. e Magalhães, J. Elaboração e avaliação de uma bebida láctea fermentada à base de soro de leite fortificada com ferro. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. v. 56, n. 3, p. 7-14, 2001.

SILVEIRA, H. S.; ALMEIDA, N. M.; SOUZA, A. B. D.; NETO, E. F.; TOMAZ, E. A. Avaliação físico-química de marcas comerciais de bebida láctea fermentada comercializada em Bananeiras e Solânea-PB. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 1, n. 1, 2012.

SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N. Avaliação da vida-de-prateleira de bebidas lácteas preparadas com "fat replacers" (Litesse e Dairy-lo). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 1, p. 24-31, 2002.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yoghurt Science and Technology**. Nova Iorque: CRC Press LLC, 2000.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência Tecnologia de Alimentos**. v. 26, n. 3, p. 589-595, 2006.

TSUCHIYA, A.; Almiron-Roig, E., LIUCH, A.; GUYONNET, D.; Drewnowski, A. Higher Satiety Ratings Following Yogurt Consumption Relative to Fruit Drink or Dairy Fruit Drink. **Journal of the American Dietetic Association**. v. 106, n. 4, p. 550-557, 2006.

VINDEROLA, C. G. et al. Survival of probiotic in Argentina yogurts during refrigerate storage. **Food Research International**. v. 33, n. 2, p. 97-102.

ZACARCHENCO, P. B.; MASSAGUER-Roig, S. Avaliação sensorial, microbiológica e de pós-acidificação durante a vida-de-prateleira de leites fermentados contendo **Streptococcus thermophilus**, **Bifidobacterium longum** e **Lactobacillus acidophilus**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 38, n. 1, p. 674-679, 2004.

APROVEITAMENTO BIOTECNOLÓGICO DO SORO DE RICOTA PARA PRODUÇÃO DE BIOETANOL

Angélica Vincenzi¹, Élvio Leandro Burlani¹, Mônica Jachetti Maciel¹, Giandra Volpato², Eniz Conceição Oliveira³, Daniel Neutzling Lehn¹, Cláucia Fernanda Volken de Souza¹

³ Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento - Centro Universitário UNIVATES – Lajeado – RS – Brasil

Abstract

The aim of this work was the use of ricotta whey as culture medium for bioethanol production by fermentation of lactose by the yeast Kluyveromyces marxianus and Kluyveromyces lactis. The yeast K. marxianus strains ATCC 46537 and ATCC 12424 showed higher ethanol production in autoclaved ricotta whey, being the maximum production of 15.75 g/L ethanol after 12 h and of 14.20 g/L in 20 hours of cultivation, respectively. The strain of K. lactis showed no significant results in the ethanol production. The results indicate that it is possible to obtain bioethanol from lactose fermentation present in ricotta whey with the use of yeasts, especially the species K. marxianus.

Resumo

O objetivo desse trabalho foi o aproveitamento do soro de ricota como meio de cultivo para produção de bioetanol através da fermentação alcoólica da lactose pelas leveduras *Kluyveromyces marxianus* e *Kluyveromyces lactis*. A levedura *K. marxianus*, cepas ATCC 46537 e ATCC 12424, apresentou maior produção de etanol em soro de ricota esterilizado, sendo a máxima produção de 15,75 g/L de etanol em 12 h de cultivo e de 14,20 g/L em 20 h de cultivo, respectivamente. A cepa de *K. lactis* não apresentou resultados expressivos na produção de etanol. É possível obter bioetanol a partir da fermentação da lactose presente no soro de ricota com o emprego de leveduras, principalmente da espécie *K. marxianus*.

1. Introdução

Dados obtidos junto a Milkpoint (2013) indicam que a produção de leite no Brasil é expressiva e cresce anualmente, passando de 22.860 para 29.480 mil toneladas de 2003 a 2010, garantindo ao país o quinto lugar entre os maiores produtores mundiais. O Rio Grande do Sul é o terceiro maior produtor, fornecendo 27,3% do leite no país [Embrapa 2013]. O Vale do Taquari, região central do estado, é responsável por 8% dessa produção [Kirsch et al. 2013], sendo uma importante atividade socioeconômica que gera renda e desenvolvimento, contribuindo para uma repercussão positiva da cadeia leiteira gaúcha.

Cerca de 40% da produção de leite da região é destinada à fabricação de queijo [Emater 2013], o qual é obtido após coagulação das proteínas da matéria-prima pelo emprego de ácidos orgânicos ou enzimas proteolíticas, e nesse processo é gerado o soro de queijo [Guimarães et

¹ Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia - Univates, Lajeado-RS, Brasil.

² Curso Técnico em Biotecnologia - Instituto Federal de Educação IFRS – Porto Alegre-RS, Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento - Univates – Lajeado-RS, Brasil.

al. 2010; Koushki et al. 2012]. Em média, a fabricação de um quilo de queijo necessita de dez litros de leite e fornece nove litros de soro de queijo [Bieger e Lima 2008].

Uma das formas de aproveitamento dessa grande quantidade de soro de queijo é na produção de ricota [Egito et al. 2007], cuja fabricação é baseada na precipitação das proteínas do soro através do emprego de calor e ácidos orgânicos [Farkye 2004; Oliveira 2009]. Esse processo gera outro subproduto, denominado de soro de ricota, que contém na sua composição proteínas (0,15–0,22%), lactose (4,8–5,0%), sais (1,0–1,3%) e ácidos orgânicos (0,22–0,25%) [Sansonetti et al. 2011].

Atualmente uma pequena porção desse soro é destinada para a dieta suplementar do gado, no entanto, grande parte não é utilizada pelos laticínios [Porto et al. 2005]. Isso acaba gerando problemas ambientais, pois quando o soro é incorporado às águas residuárias dessas indústrias, aumenta a quantidade de carga orgânica desse ambiente, devido à elevada demanda bioquímica e química de oxigênio (DBO e DQO) do soro de ricota, em torno de 50.000 e 80.000 mg/L, respectivamente [Sansonetti et al. 2010; Sansonetti et al. 2009]. Assim, este soro, antes de ser descartado, deve ser tratado, representando um aumento no custo de produção para as indústrias de laticínios.

Estudos indicam que a população mundial deverá aumentar entre os anos de 2005 e 2030, e, conseqüentemente, aumentará a demanda por serviços de saúde; consumo de recursos naturais e necessidade por alimentos, rações, fibras, habitação, água, energia e combustíveis [OECD 2009]. Uma solução seria substituir combustíveis fósseis por biocombustíveis, que atualmente são produzidos normalmente a partir de matérias-primas vegetais ricas em açúcar (cana de açúcar e beterraba) e culturas ricas em amido (milho ou trigo) [Christensen et al. 2010; Kádár et al. 2011]. Porém, essa alternativa não é muito adequada, pois causa problemas relacionados à disponibilidade do solo e a sua exploração excessiva, contribuindo assim, para o aumento dos preços dos gêneros alimentícios. Por isso é necessário identificar fontes alternativas renováveis e não vegetais para produção de biocombustíveis [Sansonetti et al. 2009].

Segundo Ozmihci et al. (2008) e Barbosa et al. (2010), a utilização do soro de ricota na produção de etanol pode ser viável devido à alta quantidade de lactose na sua composição, açúcar que pode ser biotransformado através de processos fermentativos com emprego de leveduras. No Brasil a exploração do soro de ricota para a conversão da lactose em bioetanol não é explorada comercialmente. O bioetanol gerado a partir desse subproduto pode trazer vantagens ambientais e econômicas, além de competitividade para as indústrias do setor lácteo com a valoração de seus resíduos gerados.

Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a viabilidade de aproveitamento do soro de ricota como meio de cultivo para produção de bioetanol, através da fermentação alcoólica da lactose pelas leveduras *Kluyveromyces marxianus* e *Kluyveromyces lactis*.

2. Material e Métodos

Para fermentação alcoólica da lactose foram utilizadas leveduras *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 46537, ATCC 16045, ATCC 12424) e *Kluyveromyces lactis* (ATCC 24176) adquiridas na Fundação André Tosello (Campinas, São Paulo) e *Kluyveromyces marxianus* (CBS 6556) obtida do Centraalbureau voor Schimmel-Cultures (Amsterdam, The Netherlands).

O meio de fermentação utilizado foi o soro de ricota de queijo, tipo lanche, adquirido de uma indústria de laticínios localizada no Vale do Taquari-RS, Brasil. Para cada levedura testou-se o soro de ricota esterilizado a 121 °C e não esterilizado. O pH inicial do meio de fermentação foi ajustado em uma faixa entre 4,5 e 4,8.

Para a preparação do pré-inóculo as leveduras foram incubadas, *over night*, em Caldo Sabouraud Maltose (Himedia, India) em incubadora com agitação orbital (*shaker*) (Marconi, MA830) a 30 °C. A padronização do número de células do inóculo foi realizada através da densidade ótica (DO) no comprimento de onda de 600 nm em espectrofotômetro (Tecnal, SP 2000 UV) até $DO_{600} = 1,0$. Os frascos erlenmeyer de 250 mL com 50 mL do meio de fermentação foram inoculados com 10% (v/v) do inóculo com $DO_{600} = 1,0$. Os frascos foram mantidos em incubadora com agitação orbital de 150 rpm a 34 °C por 52 horas. Periodicamente foram coletadas amostras do cultivo fermentado para determinação da biomassa, do pH e dos teores de etanol, lactose, carbono e nitrogênio. Alíquotas do cultivo foram centrifugadas a 3.500 rpm, por 15 minutos a 4 °C. O sobrenadante, livre de células, foi usado para a determinação de lactose, etanol, carbono, nitrogênio e pH.

A determinação de lactose foi realizada por espectrofotometria seguindo o método de determinação de açúcares redutores [Miller 1959]. A quantificação de etanol foi obtida por leitura direta em analisador bioquímico (YSI 2700 Select). As análises de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) foram realizadas pelo método de combustão infravermelho utilizando o equipamento Total Organic Carbon Analyzer (TOC - V CPH/ TNM-1) (Shimadzu). A leitura do pH foi realizada em aparelho pHmetro (Digimed, DM 20).

Para a determinação da biomassa total utilizou-se a técnica do peso seco, onde as células foram lavadas com água destilada gelada por duas vezes e colocadas em estufa a vácuo a 60 °C até atingirem peso constante.

3. Resultados e Discussão

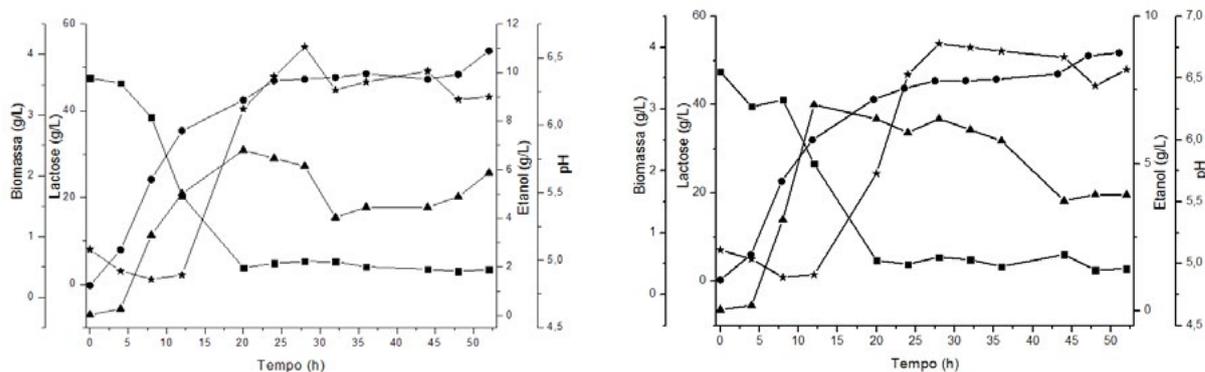
A Figura 1 apresenta os resultados de biomassa, concentração de lactose e de etanol e variação do pH das leveduras em estudo.

A concentração inicial de lactose foi de aproximadamente 47 g/L, resultado semelhante ao encontrado por Sansonetti et al. (2009), em torno de 45 g/L. Esse açúcar é degradado pelas leveduras e transformado em etanol. Para *K. marxianus* ATCC 16045 e ATCC 46537 a concentração deste composto diminuiu ao longo do tempo e se tornou constante depois de 20 horas de fermentação. Já para a levedura ATCC 12424, após 10 horas de cultivo a concentração

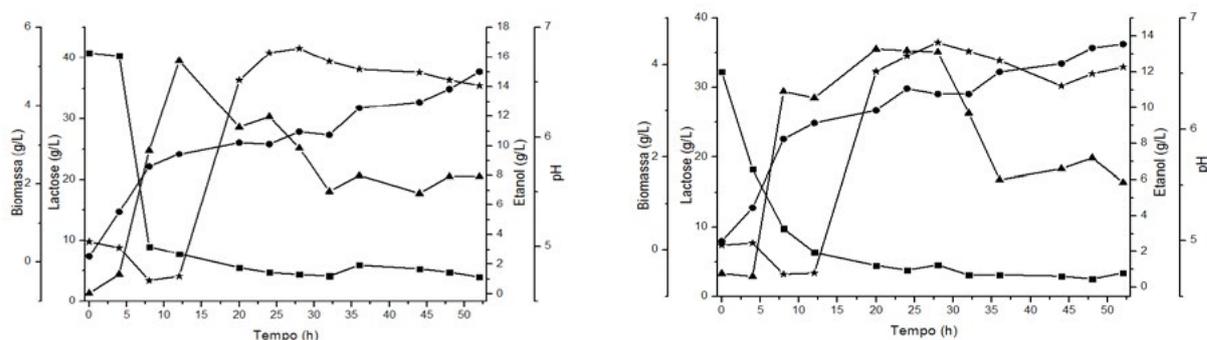
de lactose se tornou constante. As demais leveduras, *K. lactis* ATCC 24176 e *K. marxianus* CBS 6556, apresentaram oscilação na concentração de lactose. Sansonetti et al. (2009), utilizando temperatura de fermentação de 37 °C, com agitação de 150 rpm e pH inicial de 5,0, constataram que a lactose diminuiu e tornou-se constante em aproximadamente 13 horas de cultivo.

As leveduras *K. marxianus*, cepas ATCC 46537 e ATCC 12424, apresentaram maior produção de etanol em soro de ricota estéril. A máxima produção de etanol foi atingida pela cepa ATCC 46537, 15,75 g/L de etanol após 12 h de cultivo. Nesse período a concentração de lactose já havia sido reduzida para 7,8 g/L. Para a cepa ATCC 12424, a maior produção de etanol foi de 14,20 g/L em 20 h de cultivo e a concentração de lactose nesse período foi de 5,11 g/L. Outra levedura da espécie *K. marxianus*, ATCC 16045, também apresentou produção de etanol, atingindo 7 g/L de etanol em soro de ricota estéril, com 12 h de fermentação. Já a cepa *K. marxianus* CBS 6556 e a *K. lactis* não apresentaram redução eficiente da concentração de lactose do soro de ricota e consequentemente não produziram quantidades significativas de etanol.

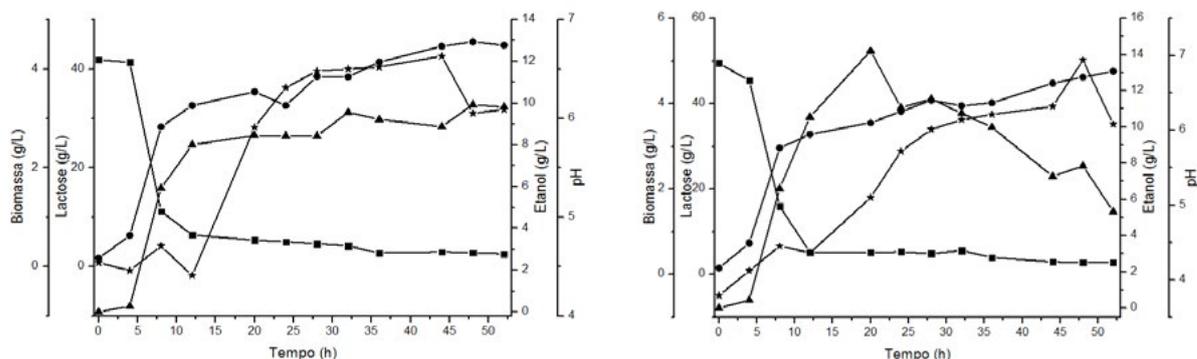
B)



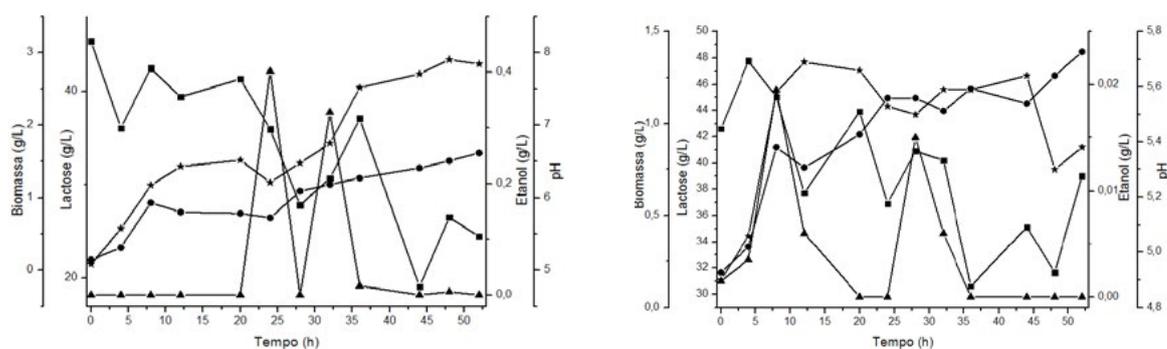
D)



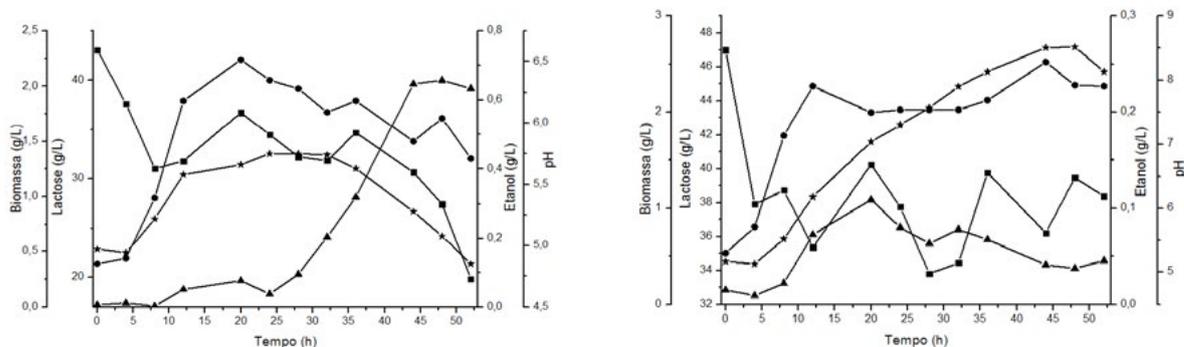
C)



E)



G)



J)

Figura 1: Resultados de: biomassa (●), lactose (■), etanol (▲) e pH (★) das leveduras: A) *K. marxianus* (ATCC 16045) em soro de ricota não esteril; B) *K. marxianus* (ATCC 16045) em soro de ricota esteril; C) *K. marxianus* (ATCC 46537) em soro de ricota não esteril; D) *K. marxianus* (ATCC 46537) em soro de ricota esteril; E) *K. marxianus* (ATCC 12424) em soro de ricota não esteril; F) *K. marxianus* (ATCC 12424) em soro de ricota esteril; G) *K. lactis* (ATCC 24176) em soro de ricota não esteril; H) *K. lactis* (ATCC 24176) em soro de ricota esteril; I) *K. marxianus* (CBS 6556) em soro de ricota não esteril; j) *K. marxianus* (CBS 6556) em soro de ricota esteril.

O pH foi ajustado entre 4,5 e 4,8 no início da fermentação, e apresentou o mesmo comportamento ao longo do processo de cultivo das cinco leveduras. O pH manteve-se praticamente constante até aproximadamente 12 h de fermentação e, após esse período, apresentou um aumento devido a ocorrência de lise celular, por coincidir com a fase estacionária

do crescimento microbiano, com morte de algumas leveduras e consequente liberação de metabólitos intracelulares mais alcalinos que o soro. Após esse aumento, o pH manteve-se praticamente constante até o final da fermentação.

Comparando com o estudo de Sansonetti et al. (2009), é possível observar similaridade no crescimento da biomassa no soro de ricota para as leveduras da espécie *K. marxianus*, apresentando as fases lag, log e estacionária semelhantes. Em ambos os estudos, a fase lag permanece em torno de quatro horas após o início do cultivo. Após esse período o crescimento é expressivo (fase log), e a partir de aproximadamente 20 horas inicia a fase estacionária. As leveduras *K. lactis* ATCC 24176 e *K. marxianus* CBS 6556 apresentaram variação na quantidade de biomassa, diferentemente das demais leveduras pesquisadas. Os valores máximos de biomassa registrados foram 4,87 g/L da *K. marxianus* ATCC 46537 no final da fermentação e da cepa ATCC 12424, no mesmo tempo de cultivo, com 4,76 g/L.

Conforme Sansonetti et al. (2009), o soro de ricota fermentado por *K. marxianus* resultou numa concentração de 23 g/L de etanol, representando um rendimento de aproximadamente 97%, podendo o etanol ser detectado após uma hora de fermentação. No presente estudo, a máxima produção de etanol foi de 15,75 g/L de etanol, representando um rendimento de 66,4%. O mesmo autor destaca que o consumo total da lactose presente no soro de ricota e a máxima produção de etanol ocorreram em aproximadamente 13 horas de cultivo. O tempo de fermentação que correspondeu a máxima produção de etanol no presente estudo foi semelhante, em 12 h de cultivo, porém a lactose continuou sendo consumida até aproximadamente 24 h de cultivo.

Em testes realizados Sansonetti et al. (2010), empregando *K. marxianus*, com concentração inicial de lactose de aproximadamente 47 g/L, temperatura de 37 °C e variações de agitação de 100, 200 e 300 rpm, o consumo total da lactose ocorreu em 23 horas de cultivo para as agitações de 100 e 300 rpm, representando 16,81 g/L e 14,71 g/L de etanol, que corresponde a 72% e 60% da lactose convertida em etanol. A melhor resposta foi obtida em 18 horas, com resultado de produção de etanol de 21,29 g/L, representando 84% da lactose consumida a uma agitação de 200 rpm.

Quanto à levedura *K. lactis*, apesar de existirem descrições sobre produção de biomassa e consumo de lactose em soro de queijo [Coutinho et al. 2009] não foram encontrados dados na literatura quanto ao seu comportamento em soro de ricota, bem como não há relatos da utilização de soro de ricota estéril e não estéril. Com os resultados obtidos até o momento pode-se verificar a diferença no consumo da lactose em soro de ricota pela levedura *K. lactis*, que é lento comparado ao de *K. marxianus*, tal resultado pode estar correlacionado com o menor desempenho na produção de etanol pela levedura *K. lactis*.

4. Conclusão

A cepa *K. lactis* não apresentou resultados expressivos quanto à conversão da lactose do soro de ricota em etanol e a cepa *K. marxianus* ATCC 46537 apresentou maior consumo de lactose que correspondeu à maior produção de etanol. Os resultados obtidos indicam que é viável obter etanol a partir da fermentação da lactose presente no soro de ricota com o emprego de leveduras da espécie *K. marxianus* ATCC 46537.

5. Referências

- Barbosa, A. S., Florentino, E. R., Florencio, I. M. e Araujo, A. S. (2010) Utilização do soro como substrato para produção de aguardente: estudo cinético da produção de etanol. *Revista Verde*, v. 5, n. 1, p. 7.
- Bieger, A. e Lima, J. F. (2008) Empresa e Desenvolvimento Sustentável: Um Estudo de Caso do Soro. *Revista FAE*, v. 11, n. 2, p. 59-67.
- Christensen, A. D., Kádár, Z., Oleskiewicz-Popiel, P. e Thomsen, M. H. (2010) Production of bioethanol from organic whey using *Kluyveromyces marxianus*. *Journal of Industrial Microbiology Biotechnology*, v. 38, n. 2, p. 283-289.
- Coutinho, M. R. V. et al. (2009) Produção de etanol em soro de queijo por *Saccharomyces fragillis*, *Kluyveromyces lactis* e *Kluyveromyces marxianus*. *Anais do XVIII EAIC*.
- Kádár, Z., Christensen, A. D., Thomsen, M. H. e Bjerre, A. (2011) Bioethanol production by enzymes from rye and wheat with addition of organic farming cheese whey. *Fuel*, v. 90, n. 12, p. 3323 – 3329.
- Egito, A. S. et al. (2007) Processamento de ricota a partir do soro de queijos de cabra. Comunicado Técnico N° 82, Embrapa.
- Emater (2013) – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. Comunicação Pessoal.
- Embrapa (2013) - Gado de Leite. Informações técnicas: estatísticas do leite. Disponível em: <http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0212.php>. Acesso em 5 de jul. 2013.
- Farkye, N. Y. (2004) Acid-heat coagulated cheeses. In: Fox, P. F. *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. London: Elsevier Academic Press. p. 343-348.
- Guimarães, P. M. R., Teixeira, J. A. e Domingues, L. (2010) Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. *Biotechnology Advances*, v. 28, n. 3, p. 375-384.
- Kirsch, C. et al. Avaliação Físico Química e Microbiológica de Queijo Prato Produzido no Vale do Taquari. Dados sobre a produção de leite nos municípios do Vale do Taquari. BDR - Banco de Dados Regional, 2005. Disponível em: <http://bdr.univates.br>. Acesso em 15 de jul. 2013.
- Koushki, M., Jafari, M. e Azizi, M. (2011) Comparison of ethanol production from cheese whey permeate by two yeast strains. *Association of Food Scientists & Technologists*, v. 49, n. 5, p. 614 – 619.
- Milkpoint (2013) Disponível em http://www.milpoint.com.br/estatisticas/producao_mundial.html. Acesso em 31 de maio de 2013.
- Miller, G. L. (1959) Dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, v. 31, p. 426-428.

OECD (2009) The Bioeconomy to 2030 Designing a policy Agenda. Organisation for economic co-operation and development.

Oliveira, M. N. (2009) Tecnologia de Produtos Lácteos Funcionais. São Paulo: Editora Atheneu.

Ozmihci, S. et al. (2008) Ethanol production from cheese whey powder solution in a packed column bioreactor at different hydraulic residence times. *Biochemical Engineering Journal*, v. 42, n. 2, p. 180-185.

Porto, L. M., Santos, R. C. e Miranda, T. L. S. (2005) Determinação das melhores condições operacionais do processo de produção da ricota. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, v. 23, p. 173-182.

Sansonetti, S. et al. (2009) Bio-ethanol production by fermentation of ricotta cheese whey as an effective alternative non-vegetable source. *Biomass and Bioenergy*, v. 33, p. 1687-1692.

Sansonetti, S. et al. (2010) Optimization of ricotta cheese whey (RCW) fermentation by response surface methodology. *Bioresource Technology*, v. 101, p. 9156-9162.

Sansonetti, S. et al. (2011) A biochemically structured model for ethanol fermentation by *Kluyveromyces marxianus*: A batch fermentation and kinetic study. *Bioresource Technology*, v. 102, p. 7513-7520.

BIOFILTRO: UTILIZAÇÃO DE SERRAGEM DE COURO PARA POLIMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL

Micheline Jaeger¹, Lucélia Hoehne²

Abstract

The sawdust kind of wet blue leather is a residue of the leather processing industry, and may have traces of chromium, requiring a suitable destination, for example, a hazardous waste landfill. However, there are studies which use this material as filters or as additives in the production of other materials. Thus, this paper aims to develop a filter percolator, filled with sawdust bed of wet blue leather type, to evaluate the reduction of parameters Phosphorus effluent from a meat slaughterhouse. Tests will be conducted at bench, the match will be determined by spectrophotometry UV - visible and the effluent will be evaluated without treatment and after treatment industry, comparing the before and after passage of the proposed filter to identify possible reductions. In preliminary results were detected average reduction of 36% for untreated effluent and a 34% average reduction for treated effluent in the industry, both after passing through the filter proposed. With this, we intend to use this waste before its final destination, helping to reduce the physical and chemical parameters of the effluent from the company.

Resumo

A serragem de couro do tipo wet blue é um resíduo da indústria de beneficiamento de couro, sendo que pode apresentar traços de cromo, necessitando um destino adequado, à exemplo um aterro de resíduos perigosos. Porém, existem estudos que utilizam esse material como filtros ou como aditivos na produção de outros materiais. Desse modo, o presente trabalho tem como proposta o desenvolvimento de um filtro percolador, com leito preenchido de serragem de couro do tipo wet blue, para avaliação da redução dos parâmetros de Fósforo do efluente de uma indústria frigorífica. Os testes serão realizados em nível de bancada, o fósforo será determinado através da técnica de espectrofotometria UV-vísivel e o efluente será avaliado sem tratamento e após o tratamento da indústria, comparando o antes e o depois da passagem do filtro proposto, verificando as possíveis reduções. Em resultados preliminares foram detectados a redução média de 36% para o efluente sem tratamento e 34% de redução média para o efluente tratado na indústria, ambos após a passagem pelo filtro proposto. Com isso, pretende-se utilizar esse resíduo antes de seu destino final, auxiliando na redução de parâmetros físico-químicos do efluente da empresa.

¹ Graduanda Engenharia Ambiental, na Univates, Lajeado-RS. micheline.jager@gmail.com

² Prof^a Orientadora. Docente na Univates, Lajeado-RS. luceliah@univates.br

APLICAÇÃO DAS TRANSFORMADAS WAVELETS NA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

Jaime André Back e Leonel Pablo Tedesco¹

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema embarcado de baixo custo para a monitoração da qualidade da energia elétrica em ambientes industriais. Como o objetivo principal é a coleta de parâmetros elétricos que representam a qualidade da energia, dispositivos de aquisição e rotinas de análise destes indicadores foram implementados, através da utilização de técnicas de processamento digital de sinais (DSP). Por fim, para a detecção de perturbações elétricas, foi utilizada a Análise Multiresolução (AMR) a partir da aplicação das Transformadas Wavelets Discretas (TWD). Como resultado, obteve-se um sistema embarcado (hardware e software) para monitoração e análise da energia elétrica nos processos industriais.

Abstract

This article presents the development of a low cost embedded system for monitoring the quality electrical power in industrial environments. As the primary purpose is the collection of parameters that represent the electric power quality devices, acquisition and analysis routines of these indicators have been implemented through the use of techniques of digital signal processing (DSP). Finally, for the detection of electrical disturbances, we used the Multiresolution Analysis (AMR) from the application of the Discrete Wavelet Transform (TWD). As a result, we obtained an embedded system (hardware and software) for monitoring and analysis of electric energy in industrial processes.

1. Introdução

O constante crescimento econômico pelo qual passa o país tem influenciado diretamente no aquecimento do setor industrial brasileiro, refletindo-se na modernização dos parques e processos industriais, os quais trazem consigo uma demanda considerável de energia elétrica. Para Junior (2009), a disponibilidade de energia elétrica representa para a população uma série de benefícios: por um lado as indústrias que cada vez mais ampliam sua infraestrutura e aumentam sua produção, gerando assim um incremento na disponibilidade de empregos; por outro lado, ela proporciona maior conforto e comodidade, gerando assim um acréscimo de qualidade de vida para a população.

Desta forma, a Qualidade da Energia Elétrica (QEE) tem se tornado uma preocupação crescente e comum às empresas de energia elétrica (concessionárias estatais, cooperativas de eletrificação) e aos consumidores de modo geral (LEBORGNE, 2003; SOLÓRZANO, 2004). Este interesse pela QEE deve-se principalmente à evolução tecnológica dos equipamentos

¹ PPGSPI – Programa de Pós-graduação em Sistemas e Processos Industriais, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Santa Cruz do Sul – Brasil. {jaimeback,leoneltedesco}@unisc.br

eletroeletrônicos, amplamente utilizados nos diversos segmentos da indústria, como por exemplo, a aplicação da eletrônica de potência, a automação de processos e a conversão de energia CA/CC.

Junior (2009) também afirma que a QEE não é apenas uma preocupação comum somente das empresas de geração de energia elétrica, mas também dos consumidores de modo geral, principalmente do setor industrial, que consome parte considerável de toda a energia produzida no Brasil, sendo este setor o mais afetado.

Os fatores que influenciam na QEE podem ser originados tanto nas concessionárias como nos sistemas consumidores (MELO, 2008). Estes distúrbios, ou perturbações assim chamados, podem ser gerados por fenômenos naturais, por operações da concessionária (chaveamentos devido a operações com banco de capacitores e manutenções) ou pelos próprios consumidores (excesso de cargas, acionamento de disjuntores, sistemas motrizes, baixo fator de potência entre outros).

Neste contexto, torna-se importante que as indústrias tenham conhecimento das demandas e da qualidade da energia elétrica consumida diariamente, evitando tanto o desperdício de energia quanto a diminuição da qualidade da mesma. Assim, tendo em vista que a QEE pode chegar ao consumidor com um excelente padrão de qualidade, porém seu mau gerenciamento, ou problemas decorrentes da própria infraestrutura da empresa, podem implicar na diminuição da qualidade da energia consumida no processo industrial.

2. Revisão de Literatura

O termo qualidade de energia elétrica é utilizado para expressar as mais variadas características da energia elétrica entregue pelas concessionárias aos consumidores (DECKMANN E POMILIO, 2010). Essa medida inclui características de continuidade de suprimento e de conformidade com certos parâmetros considerados desejáveis para a operação segura, tanto do sistema supridor como das cargas elétricas.

Em termos gerais, a QEE possui três níveis de qualidade, a saber: qualidade do atendimento, qualidade do serviço e qualidade do produto. A qualidade no atendimento refere-se às cobranças indevidas, taxas, tempo de atendimento entre outros. A qualidade no serviço esta relacionada à operação e manutenção do sistema elétrico, proporcionando para os clientes o mínimo de interrupção aceitável. Já a qualidade no produto possui um foco técnico, que diz respeito à conformidade do produto, ou seja, a disponibilidade de energia elétrica com tensões senoidais equilibradas e com amplitude constante (DUGAN *et al.*, 2003; GARCIA *et al.*, 2009; FERREIRA, 2009).

2.1. Monitoração da Qualidade da Energia Elétrica

Conforme Deckmann e Pomilio (2010) é necessário que os técnicos ou especialistas façam uma pesquisa (estudo) para diagnosticar as causas dos problemas relativos à qualidade da

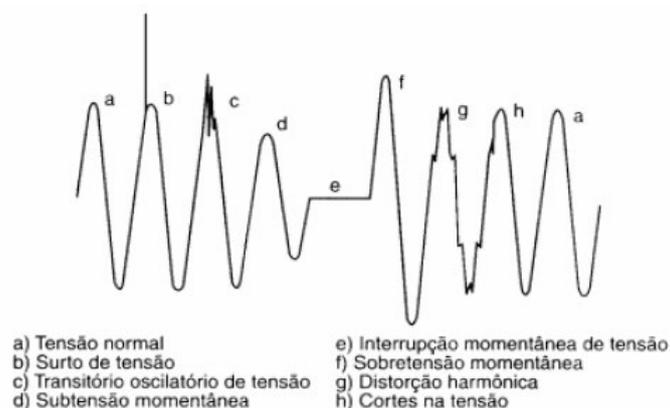
energia. Como se trata de diagnosticar um problema de compatibilidade eletromagnética ou a busca por indicadores de parâmetros elétricos fora de padrões, essa pesquisa pode envolver questões que vão além de um simples problema tecnológico. Uma abordagem recomendável incluiria os seguintes passos:

- Em primeiro lugar devem-se conhecer os problemas que se poderá enfrentar;
- Devem-se estudar as condições locais onde o problema se manifesta;
- Se possível medir e registrar as grandezas contendo os sintomas do problema;
- Analisar os dados e confrontar os resultados obtidos com estudos ou simulações;
- Finalmente, diagnosticar o problema, sua possível causa e propor soluções.

Portanto, a QEE se refere a uma ampla variedade de fenômenos eletromagnéticos conduzidos que caracterizam a tensão e a corrente num dado tempo e local do sistema elétrico, como mostra a Figura 1. Assim, conforme os autores (SOLÓRZANO, 2004; FERREIRA, 2009; DECKMANN E POMILIO, 2010) a qualidade da energia em uma determinada região do sistema elétrico é adversamente afetada por uma ampla variedade de distúrbios, como:

- Transitórios (impulsivos e oscilatórios);
- Variações de curta duração (interrupções transitórias, afundamentos de tensão e saltos de tensão);
- Variações de longa duração (interrupções sustentadas, subtensões e sobretensões);
- Distorção de forma de onda (corte de tensão, harmônicos, ruído, etc.);
- Flutuações de tensão, desequilíbrios e variações de frequência.

Figura 1. Principais distúrbios associados à QEE



Fonte: Adaptado de Ferreira (2009)

2.2. Principais métodos utilizados na identificação de parâmetros de QEE

Para Ferreira (2009) a identificação e classificação de distúrbios elétricos consiste em uma importante etapa num processo de monitoramento da QEE, uma vez que pode contribuir diretamente na identificação das causas dos distúrbios.

Conforme os trabalhos de Duque *et al.* (2005) e Garcia *et al.* (2009), para a identificação de um distúrbio elétrico são necessárias funções ou algoritmos que permitem extrair parâmetros que caracterizam estes eventos. Para isso, são utilizados os seguintes métodos para identificação de distúrbios elétricos:

- Método baseado no cálculo do Valor RMS;
- Método baseado na Norma Euclidiana Instantânea;
- Método baseado na aplicação da Transformada Discreta de *Fourier*;
- Método baseado na aplicação da Transformada *Wavelet*.

A Transformada *Wavelet* é utilizada quando se necessita localizar eventos isolados no domínio do tempo (HUA *et al.*, 2008), visto que o método clássico de análise de espectro de frequência usando a Transformada de *Fourier* é adequado para sinais periódicos em regime permanente. A Transformada *Wavelet* possui suas variantes contínua (TWC) e discreta (TWD).

2.3. A Transformada *Wavelet* Discreta

Conforme Filho (2003) a discretização dos parâmetros a e b de uma TWC origina a Transformada *Wavelet* Discreta (TWD). A discretização do parâmetro de translação depende da escala da *wavelet* mãe. Assim, para altas frequências, as *wavelet* mães são transladadas por passos pequenos, enquanto que para frequências baixas, a translação é feita com passos maiores (SANTOSO *et al.*, 2000).

Matematicamente, a definição da TWD de uma função de expansão para qualquer sinal em $L^2(\mathfrak{R})$ pode ser representada pela Equação 1:

$$f(t) = \sum_{j-k} a_{j,k} 2^{j/2} \psi(2^j t - k) \quad (1)$$

ou simplificando:

$$f(t) = \sum_{j-k} a_{j,k} \psi_{j,k}(t) \quad (2)$$

Uma forma mais específica, que indica como os coeficientes $a_{j,k}$ são calculados, pode ser escrita usando produto interno:

$$f(t) = \sum_{j-k} \langle \psi_{j,k}(t), f(t) \rangle \psi_{j,k}(t) \quad (3)$$

onde $\psi_{j,k}(t)$ forma uma base ortonormal para o espaço de sinais de interesse. Por fim, a TWD também pode ser escrita conforme Equação 4, onde m é a escala n a translação.

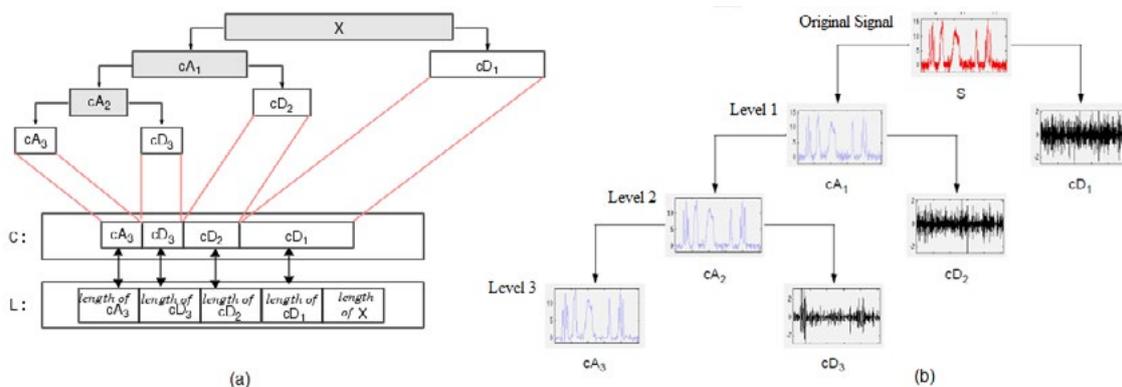
$$TWD(m, n) = |a_0^m|^{-\frac{1}{2}} \sum_n f(n) \psi\left(\frac{x - b_0 a_0^m}{a_0^m}\right) \tag{4}$$

2.4. Análise Multirresolução

Para Ferreira (2009) o efeito da mudança de escala de um sinal pode ser melhor interpretado usando-se o conceito de resolução, sendo isto conseguido utilizando filtros. O processo de filtragem utilizado para a TWD apresenta uma forma de realização da técnica de Análise Multirresolução (AMR) proposta por Mallat, tendo como resultado a combinação de uma função de escala $f_{(t)}$ e de uma função *wavelet* $\psi_{(t)}$.

Conforme Filho (2003) e Garcia *et al.* (2009) é possível separar componentes de frequência dos sinais utilizando os filtros de decomposição *wavelet* (FIGURA 2.a). Este processo baseia-se na filtragem de um sinal através de filtros passa-alta (detalhes) e passa-baixa (aproximações), fornecendo versões do sinal original relativas aos coeficientes de funções *wavelets* e funções escala, ou aproximações e detalhes (MISITI *et al.*, 2012), respectivamente, como apresentado pela Figura 2.b.

Figura 2. (a) Algoritmo piramidal de Mallat. (b) Árvore de decomposição Wavelet (decomposição de um sinal até o nível 3)



Fonte: (FERREIRA, 2009; MISITI *et al.*, 2012)

A TWD multiresolução seguiu a estrutura apresentada na Figura 2.a. Já a utilização da *wavelet* mãe de Haar corresponde à multiplicação matricial conforme Equação 5:

$$S_0 \quad W \quad TWD$$

$$\begin{bmatrix} k_1 & k_2 \\ k_3 & k_4 \\ \vdots & \vdots \\ k_{n-1} & k_n \end{bmatrix} X \begin{bmatrix} c_0 & c_0 \\ c_1 & -c_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_m & d_m \\ a_m & d_m \\ \vdots & \vdots \\ a_m & d_m \end{bmatrix} \tag{5}$$

Onde $c_0 = \frac{\sqrt{2}}{2}$ e $c_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}$ (coeficientes *wavelet* de Haar).

3. Metodologia

Para atingir os objetivos de desenvolver um equipamento (e uma metodologia) voltado ao monitoramento da qualidade da energia elétrica, este projeto foi dividido em três fases principais, sendo elas:

Na primeira etapa foi desenvolvido o sistema de aquisição e análise de dados provenientes do sistema de fornecimento de energia elétrica. Esta etapa compreende o projeto e dimensionamento das placas eletrônicas de condicionamento de sinais, das placas de aquisição e discretização dos dados e a programação dos sistemas embarcados.

A segunda etapa correspondeu à instalação e calibração do sistema de aquisição no ambiente industrial. Este sistema permaneceu em funcionamento durante cinco semanas, onde coletou parâmetros de tensão e corrente de 3 transformadores, com capacidade de até 1000 Ampères cada.

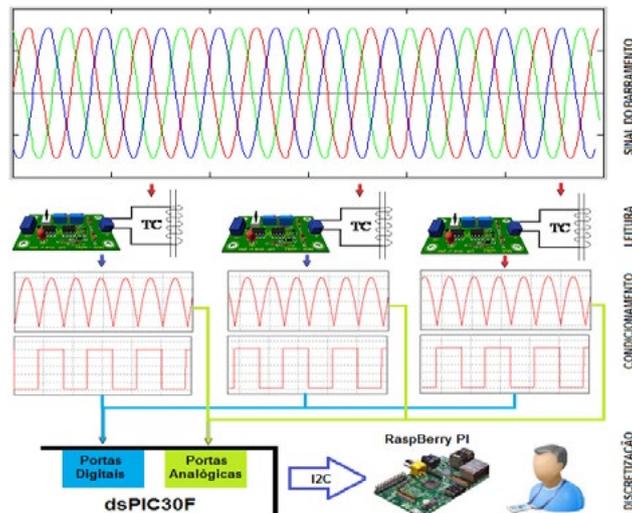
Na terceira e última etapa, os dados coletados pelo sistema foram analisados, podendo assim ser desenvolvido o modelo de consumo e também foi implementada uma aplicação computacional para detecção e classificação dos distúrbios elétricos através da aplicação das Transformadas *Wavelets*.

3.1. Implementação do sistema de aquisição

Como proposto no artigo de Back e Tedesco (2012) a aquisição dos parâmetros elétricos pode ser realizada com a utilização de transformadores de corrente (TC) e transformadores de potencial (TP) conectados à rede elétrica (correspondendo à etapa de entrada de sinal). Este sinal é condicionado para atingir faixas de valor específicos e dentro dos limites do conversor analógico digital (ADC) utilizado no processamento destes sinais. Como saída tem-se um sinal digitalizado, ou valor discretizado, podendo assim ser manipulado computacionalmente.

A Figura 3 apresenta o cenário de estudos e descreve mais detalhadamente a segunda e terceira etapas, em que é possível observar os sinais senoidais de entrada (SINAL DO BARAMENTO), que são capturados pelos sensores (LEITURA) e posteriormente condicionados de forma a se ter dois sinais distintos: um sinal retificado e um sinal digital (CONDICIONAMENTO). Ambos sinais são lidos pelo circuito DSP (dsPIC30F), discretizados e enviados ao sistema embarcado (Raspberry PI) para serem visualizados pelo usuário (DISCRETIZAÇÃO).

Figura 3. Fluxo de sinais no cenário de estudo



A última etapa do desenvolvimento do sistema corresponde à integração de todos os dispositivos já desenvolvidos neste projeto. Para iniciar a monitoração de um sistema de produção trifásico, necessita-se de:

- Plataforma Embarcado *Raspberry PI*;
- Placa microcontrolada para conversão AD;
- Condicionadores para os sinais dos TCs;
- Condicionadores para os sinais dos TPs;
- Conversor para comunicação I2C entre os dispositivos;
- Fonte de alimentação.

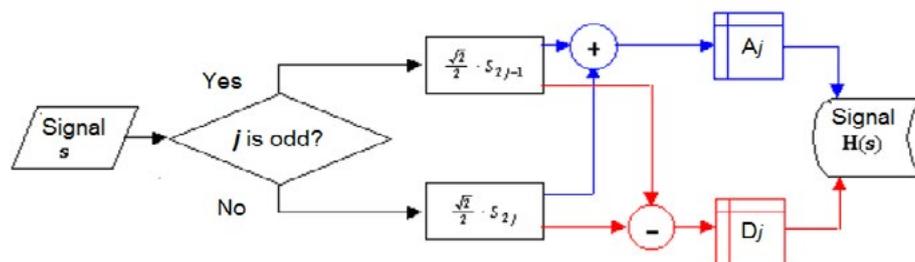
3.2. Algoritmo AMR embarcado

O desenvolvimento de um algoritmo para análise de perturbações por TWD foi necessário neste projeto como alternativa à utilização de software proprietários (como o Matlab, por exemplo), além da necessidade de se ter o algoritmo disponível para a plataforma embarcada.

Uma forma prática de realizar a AMR é através do algoritmo piramidal de Mallat (FIGURA 2.a da seção 2.3), que consiste em dividir o sinal original em dois: um é o sinal original suavizado e outro uma ampliação das oscilações ou “ruídos” do sinal analisado (MALLAT, 1989).

Para a implementação do algoritmo embarcado, o fluxograma apresentado na Figura 4 teve que ser seguido. Neste fluxograma a função de Haar é aplicada ao sinal S e dois subsinais são gerados. O sinal $H(s)$ representa os coeficientes *wavelet* resultantes da aplicação da Transformada *Wavelet* Haar.

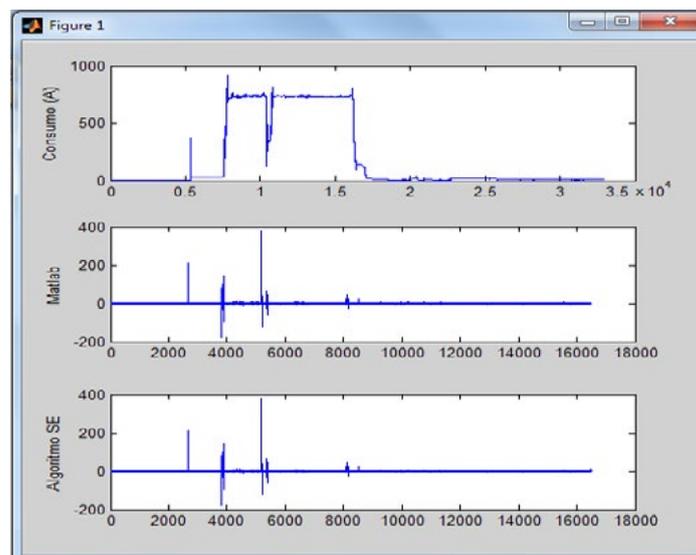
Figura 4. Análise de elevação de tensão por TWD



Fonte: Adaptado de Pazos (2006)

Conforme a Figura 5 é possível observar a similaridade entre os gráficos dos sinais de decomposição resultantes da aplicação dos dois algoritmos. Em ambos os casos, as perturbações na curva de demanda foram apresentadas com localização e intensidade iguais.

Figura 5. Análise AMR dos dados de consumo (Algoritmo SE Versus Matlab)



4. Resultados e Discussões

Para validação do projeto desenvolvido, como estudo de caso foi executado o monitoramento da qualidade da energia elétrica bem como da demanda energética consumida em um processo de beneficiamento de tabaco. Escolheu-se este cenário de estudos pelo alto consumo de energia em seus processos, além da grande quantidade de elementos de potência instalados, como motores de indução trifásicos, caldeiras, reatores, entre outros.

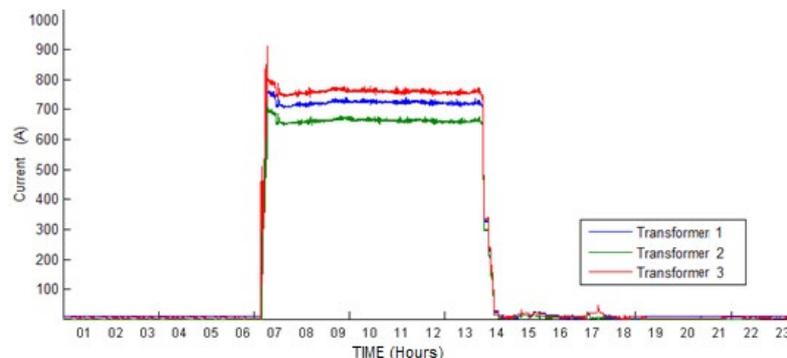
Assim o processo em que o sistema de monitoramento foi instalado corresponde a linha de beneficiamento de fumo, e se caracteriza pelas seguintes cargas elétricas (cargas de maior relevância): 280 motores de indução trifásicos; 250 motores são acionados por partida direta; 32 motores são controlados por inversores de frequência.

4.1. Análise de Consumo

Esta etapa correspondeu à verificação do comportamento do consumo de energia elétrica pelo sistema e sua eficiência. Os dados a serem analisados correspondem ao valor de corrente consumida em cada fase dos transformadores monitorados pelo sistema de aquisição de dados. O sistema implementado monitorou o processo industrial por aproximadamente um mês, e neste período, a empresa operou em turno único, com horário de funcionamento das 06:20 horas até 13:30 horas.

Os dados coletados neste período permitiram a verificação da QEE bem como traçar o modelo de consumo do processo. Por exemplo, a Figura 6 demonstra o comportamento da demanda energética monitorada e registrada durante um dia de produção. Nesta imagem é possível observar a similaridade entre as três curvas, que representam a demanda de três transformadores instalados na subestação.

Figura 6. Gráfico com as correntes IR de três transformadores



4.2. Análise de padrões de QEE

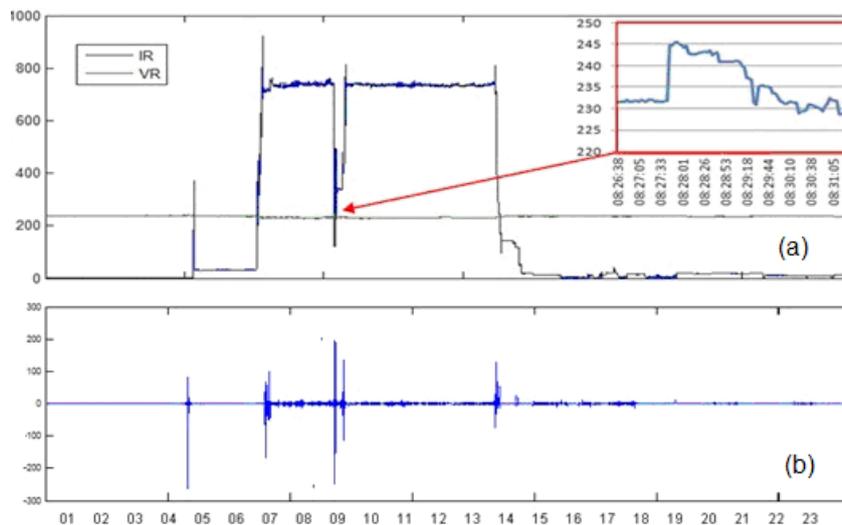
Os parâmetros de QEE na corrente elétrica também afetam os padrões de consumo e devem ser considerados em todos os processos de análise e monitoração. Neste trabalho essas perturbações foram analisadas a partir dos valores de consumo médio, ou seja, valores de corrente eficaz (I_{RMS}) para cada uma das fases dos transformadores.

Estas perturbações correspondem a eventos abruptos, que ocorrem instantaneamente, modificando o comportamento e a curva de consumo do sistema. Pode-se citar como exemplo o acionamento de grandes cargas, como motores de indução por partida direta, gerando picos de corrente várias vezes a corrente nominal. Da mesma forma, o desligamento de dispositivos também causa diminuição repentina da corrente, ou afundamentos.

A Figura 7.a apresenta a curva de consumo diário do processo industrial. Nesta cura é possível observar um afundamento na corrente, causado pelo desligamento repentino dos equipamentos e máquinas da linha de produção devido a uma sobretensão (quadro em detalhe) em que a tensão nominal da rede chegou a 245 Volts.

Com base nesta curva de consumo, é aplicada a TWD de modo a localizar os distúrbios de corrente. Como resultado tem-se o gráfico de espectro *wavelet* (Figura 7.b), correspondendo ao ruído presente na curva de consumo após a análise utilizando *wavelet* mãe de Haar. Para esta análise, os pontos mais importantes do gráfico são os saltos de maior amplitude, que indicam os momentos em que houve mudanças abruptas na curva de consumo.

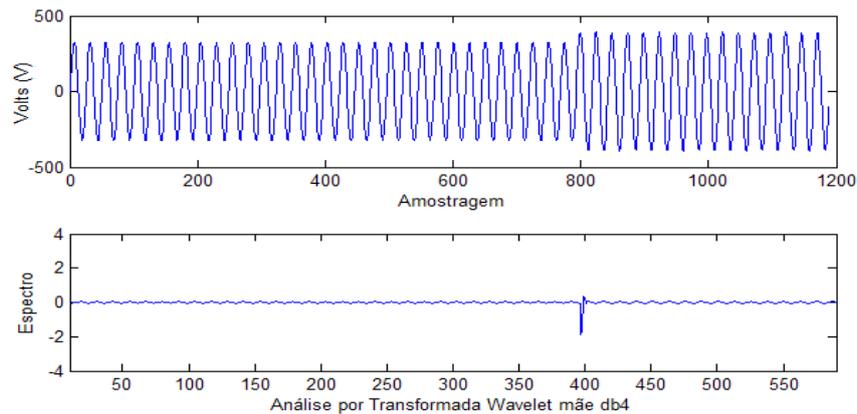
Figura 7. (a) Análise de perturbação. (b) Aplicação da TWD Haar



Por fim, ainda com base na Figura 7.a, nota-se o tempo necessário para a reestabilização do processo, ou seja, o tempo necessário para o que comportamento da curva de consumo se ajuste ao seu modelo característica (próxima de 800 A). Neste período, que teve duração de aproximadamente 40 minutos, funcionários foram obrigados a parar suas atividades, sendo que o tabaco não pode ser beneficiado.

Já a análise de perturbações de QEE dos dados de tensão senoidal coletados pelo sistema embarcado (para uma única fase) pode ser visualizada na Figura 8. Nesta figura, é possível observar a mudança no nível de espectro *wavelet*, no momento em que a amplitude da senoide se eleva repentinamente (elevação de tensão de curta duração). Este impulso na resposta do espectro corresponde aos coeficientes de detalhe quando inserido uma perturbação no sinal original e são facilmente detectados pela função *wavelet* devido sua característica de análise no domínio do tempo.

Figura 8. Análise de elevação de tensão por TWD



5. Considerações Finais

Neste trabalho apresentaram-se os resultados alcançados com o desenvolvimento de um sistema embarcado voltado ao gerenciamento da energia elétrica em processos industriais. A partir da análise dos dados coletados foi possível observar que a integração de diferentes tecnologias, associadas a metodologias e técnicas de captura e análise de sinais, resultam em ferramentas capazes de auxiliar na monitoração e no gerenciamento das demandas energéticas no setor industrial.

A análise da qualidade e da demanda consumida (demanda total, por área, setor, horário) pode fornecer o modelo parcial, porém capaz de ilustrar o comportamento do consumo elétrico do processo industrial. O algoritmo desenvolvido para a análise de demanda possibilita, além da verificação da demanda consumida, a criação de perfis de consumo para cada dia ou semana, de forma a estimar picos de consumo evitando, assim, ultrapassar a demanda contratada.

Para trabalhos futuros, deseja-se aprimorar o armazenamento dos dados a partir de um banco de dados mais robusto, tornando essas informações acessíveis aos sistemas de gestão. Também, deseja-se substituir os sistemas de leitura de dados por sistemas mais rápidos, já que a utilização de microcontroladores apresentou lentidão na transferência dos dados. Por fim, será necessário implementar novas rotinas de análise AMR, utilizando por exemplo as *wavelet* mãe Daubechies (db4), em virtude de que a Haar não obteve resultados satisfatórios para a análise de QEE para sinais senoidais.

6. Referências

BACK, J. A.; TEDESCO, L. P. Proposta de um Sistema para Monitoração e Análise de Energia Elétrica em Ambientes Industriais. In: XXXII ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), Bento Gonçalves - RS, 2012.

DECKMANN, S. M.; POMILIO, J. A. Avaliação da Qualidade da Energia Elétrica. Material Didático - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - Unicamp, Campinas, 2010. Disponível em: <<http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/qualidade/a1.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2011.

- DUGAN, R. C.; MCGRANAGHAN, M. F.; SANTOSO, S.; BEATY, H. W. *Electrical Power Systems Quality*. 2nd ed., New York: McGraw Hill, 2003. 528 p.
- DUQUE, C. A., RIBEIRO, M. V., RAMOS, F. R., et al. Power Quality Event Detection Based on the Divide and Conquer Principle and Innovation Concept. *IEEE Transactions on Power Delivery*, v. 20, n. 4, pp. 2361 – 2369, 2005.
- FERREIRA, J. C. Utilização da Transformada de Wavelet para Detectar Variações Anormais de Frequência em Sistemas de Geração Distribuída. 2009. 191 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Uberlândia, 2009.
- FILHO, O. D. Utilização da transformada wavelet para caracterização de distúrbios na qualidade da energia elétrica. 2003. Dissertação de Mestrado. USP São Carlos, 2003.
- GARCIA, V. V.; KAGAN, E. L.; AMASIFEN, J. C. C.; SUEMATSU, A. K.; HAYASHI, R.; CHAVES, L. B. Sistema de Consultoria de Qualidade de Energia Elétrica. In: VIII Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica, 2009, Blumenau - SC. Anais do VIII Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica, Agosto, 2009.
- HUA, L.; BUAGUN, Z.; HONG, Z., Recognition and Classification of Power Quality Event in Power System Using Wavelet Transform. *Proceedings of 27th Chinese Control Conference*, pp. 43-46, 2008.
- JUNIOR, O. H. A. Desenvolvimento de uma Metodologia para Identificar e Quantificar Distúrbios da Qualidade da Energia Elétrica. 2009. 188 p. Dissertação de Mestrado (PPGEE-UFRGS), Porto Alegre, 2009.
- LEBORGNE, R. Uma Contribuição à Caracterização da Sensibilidade de Processos Industriais Frente a Afundamentos de Tensão. 2003. 163 p. Dissertação de Mestrado (CPG-E), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2003.
- MALLAT, S. G. *A theory for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation*. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v. 11, n. 7, p. 674–693, 1989.
- MELO, M. O. B. C. **Avaliação do impacto da qualidade de energia elétrica na produção industrial: proposta de metodologia**. In: Revista Produto & Produção, vol. 9, no 3, pp. 15– 25, 2008.
- MISITI, M., MISITI, Y., OPPENHEIM, G., POGGI, J. *Wavelet Toolbox For Use with MATLAB®. User's Guide*, Revised for Version 4.10 (Release 2012b), The MathWorks, Inc., 2012.
- PAZOS, R. P. Transformada Wavelet Haar. UNISC. 2006. Disponível em: <http://rpanta.com/downloads/material/271006_RPP_DSP04.pdf>. Acesso em: 21 de dez. 2012.
- SANTOSO, S.; GRADY, W. M.; POWERS, E. J.; et al. Characterization of distribution power quality events with Fourier and wavelet transforms. *IEEE Transactions on Power Delivery*, v. 15, n. 1, pp. 247–254, 2000.
- SILVA, C. R. C.; DESCHAMPS, E.; PÉRES, A. Eficiência Energética na Indústria. In: VIII Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica, 2009, Blumenau - SC. Anais do VIII Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica, Agosto, 2009.
- SOLA, A. V. H.; KOVALESKI, J. L. Eficiência energética nas indústrias: cenários & oportunidades. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Anais / XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, SC: UFSC. ISBN 85-88478-11-0, 2004.
- SOLÓRZANO, K. M. L. Uma Contribuição ao Estudo de Sobretensões em Sistemas Elétricos de Pequeno Porte Contendo Cargas Não - Lineares. 103 p. Dissertação de Mestrado (CPG-E), Universidade Federal de Itajubá, 2004.

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS PARA DETECÇÃO DE OBJETOS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

Jaime André Back¹

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema computacional capaz de detectar e classificar diferentes objetos a partir de técnicas de processamento digital de imagens. A proposta é analisar as imagens que representam *frames* de um arquivo de vídeo, possibilitando assim a detecção e posteriormente a classificação dos diferentes objetos a partir de suas características, como formato, tamanho e simetria. O sistema foi desenvolvido em ambiente MATLAB®, e o algoritmo utiliza funções presentes em seu *toolbox* de processamento de imagens. Também foi implementado o ajuste automático de *threshold*, utilizando o método do triângulo, tornando o sistema capaz de adequar-se às variações de luminosidade que venham a ocorrer em um ambiente não controlado.

Abstract

This article presents the development of a computer system able to detect and classify objects from different techniques of digital images processing. The proposal is to analyze the images representing frames of a video file, thus enabling the detection and subsequent classification of different objects from its features, such as shape, size and symmetry. The system has been developed in MATLAB®, and the algorithm uses functions present in your toolbox of image processing. Was also implemented automatic adjustment of threshold, using the method of the triangle, so the system is able to fit the luminosity variations that occur in an uncontrolled environment.

1 Introdução

Com o surgimento de novas tecnologias e sistemas cada vez mais velozes, tornou-se possível a realização de várias tarefas que antes eram feitas usando técnicas analógicas (AMARAL, 2006). Neste contexto, o processamento digital de imagens (DIP – *Digital Image Processing*) surge com o objetivo de desenvolver o uso de equipamentos, técnicas e algoritmos que visam melhorar, modificar o aspecto visual das imagens, ou interpretar o conteúdo dessas imagens através de máquinas (GONZALEZ E WOODS, 2000).

O processamento de imagens e visão por computador tem apresentando expressivo desenvolvimento nas últimas décadas, se colocando entre as tecnologias computacionais que mais crescem. Sistemas computacionais para o reconhecimento de objetos vêm sendo empregados em diversas áreas da indústria, em especial em sistemas de montagem automatizada, permitindo contornar problemas relacionados a imperfeições nas peças ou mesmo erro de posicionamento (TRONCO *et. al.*, 2003).

¹ PPGSPI – Programa de Pós-graduação em Sistemas e Processos Industriais, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Santa Cruz do Sul – Brasil. jaime.back@gmail.com

Desta forma, o número de empresas que produzem, comercializam e utilizam soluções de processamento eletrônico de imagens em seus processos vem aumentando, sendo que este crescimento também é verificado na área acadêmica, onde o assunto é objeto de pesquisas, teses e dissertações nas mais importantes universidades, e também na vida cotidiana, com a popularização dos computadores pessoais e das aplicações multimídia (MARQUES FILHO E VIEIRA NETO, 1999).

Tronco *et. al.* (2003), descreveu a implementação de um sistema de reconhecimento de peças, para uso em Robôs manipuladores envolvidos em tarefas de montagem automatizada. Este sistema, baseado em Redes Neurais, buscava trabalhar com imagens que possuíam transformações de translação, escala e rotação em relação às imagens previamente aprendidas, além de trabalhar com imagens ruidosas.

Na medicina, o uso de técnicas de DIP aliada a novos métodos automáticos e semiautomáticos, praticamente substituíram os métodos manuais que apresentavam um alto grau de subjetividade intra e inter observador. Como exemplo deste desenvolvimento na área médica, podemos citar o trabalho de Lacerda (2008), que propôs o desenvolvimento de um método composto por várias técnicas de processamento de imagens, que tinha como objetivo principal a segmentação da cavidade interna do ventrículo esquerdo em imagens de eco cardiografia bidimensional, tanto de eixo curto quanto de eixo longo.

Como exemplo de uso doméstico, pode-se citar o trabalho desenvolvido por Posselt *et. al.* (2011), que buscou reconhecer a altura da grama através do DIP, com o objetivo de que o cortador fosse capaz de definir o momento do próximo corte sem a intervenção humana.

Alinhado com esta nova tendência, este trabalho objetiva o desenvolvimento de um sistema computacional capaz de detectar e classificar objetos que se movimentam em uma esteira, utilizando-se para isto de técnicas de processamento digital de imagens, como segmentação, detecção de bordas e extração de características.

2 Revisão de Literatura

O atributo da forma de um objeto é fundamental para análise do mesmo, seja por seres humanos ou por sistemas de visão computacional. A forma de um objeto pode ser definida como a maneira com que seu contorno se apresenta através do formato desenhado pelos pontos que delimitam o objeto analisado em relação ao restante da cena (RUSS, 2007).

A importância da forma de um objeto para a sua análise pode ser exemplificada pelo trabalho de Lordão (2009), que desenvolveu uma nova abordagem para recuperação de imagens baseadas em conteúdo, focado em um método de reconhecimento das formas que utilizava descritores do espaço de escalas de curvatura para descrição das características.

Além disso, segundo Jardim (2006), com o DIP pode-se também:

- Melhorar a qualidade de apresentação dessas imagens;

- Compactar imagens para melhorar a transmissão;
- Restaurar imagens para eliminar efeitos de degradação;
- Extrair características (contorno, vértices e outras) dessas imagens, com diversas finalidades, por exemplo, o reconhecimento de objetos.

2.1 DIP do MATLAB

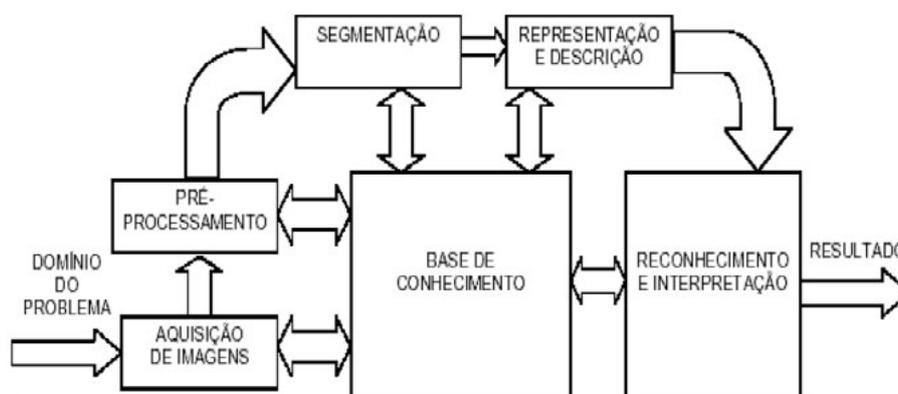
A utilização do software MATLAB tem como objetivo reunir diversas funções de processamento digital de imagens e facilitar a visualização das operações realizadas. Diversos motivos levaram a escolha desta ferramenta, entre eles:

- Funções oferecidas: o programa utiliza as funções matriciais mais elementares, evitando assim as específicas, mais elaboradas, que dificultariam o entendimento por parte do usuário que muitas vezes desconhecesse as características do DIP;
- Interface com o usuário: o MATLAB oferece ferramentas de interface gráfica com o usuário (usualmente chamadas GUI – *Graphical User Interface*), como botões, campo de texto, objetos e menus. Isto possibilita ao usuário do programa acesso rápido e direto às funções e aos seus resultados (as imagens modificadas).

2.2 Processamento Digital de Imagens

As principais etapas de um DIP (Figura 1) seguem os seguintes passos: domínio do problema, aquisição da imagem, pré-processamento, segmentação, representação e descrição, reconhecimento e interpretação e o resultado. Durante o processamento da imagem, uma base de dados recebe as informações relevantes que foram extraídas da imagem, podendo ser consultada a qualquer momento (FILHO E NETO, 1999; GONZALEZ E WOODS, 2000).

Figura 1. Passos fundamentais em processamento digital de imagem



Fonte: GONZALEZ; WOODS (2000)

Estas etapas podem ser descritas da seguinte forma:

- a) *domínio do problema* – deve se ter claro que tipo de informação espera-se obter com o sistema;

- b) *aquisição da imagem* – adquirir uma imagem de forma digital. Para fazer isso, necessitamos de um equipamento capaz de capturar e digitalizar a imagem;
- c) *pré-processamento* – envolve o realce das características desejáveis na imagem, com o objetivo de melhorá-la e facilitar assim a execução das demais etapas do processamento;
- d) *segmentação* – divide uma imagem de entrada em partes ou objetos constituintes. A saída do passo de segmentação é constituída tipicamente por dados em forma de *pixels*, correspondendo tanto à fronteira de uma região como a todos os pontos dentro da mesma.
- e) *representação / descrição* – transformar os dados iniciais numa forma adequada para o processamento computacional. A “representação por fronteira” se baseia nas características da forma externa, tais como cantos ou pontos de inflexão. A “representação por região” se concentra nas propriedades internas, tais como textura ou a forma do esqueleto. O processo de “descrição” separa as diferentes classes de objetos na imagem;
- f) *Reconhecimento / interpretação* – rotula cada objeto baseado nos dados provenientes do descritor, enquanto a “interpretação” trata de atribuir significado a um conjunto de objetos reconhecidos.

As etapas descritas acima são baseadas no conhecimento do problema que se está tentando solucionar, sendo necessário esse embasamento para escolher os processos mais apropriados para pré-processar, segmentar e representar/descrever.

3 Metodologia

O custo do reconhecimento de objetos através de imagens digitalizadas pode-se tornar muito alto, exigindo na maioria das vezes um grande processamento computacional. O emprego de algoritmos adequados para cada processo auxilia na eficácia da tarefa. Porém, devem-se levar em consideração os fatores que influenciam na qualidade da imagem, como a iluminação, o posicionamento do objeto, o ambiente onde ele se encontra, ou até mesmo se está em movimento.

Obedecendo as etapas apresentadas através da Figura 1, deseja-se propor um sistema para detecção e classificação de diferentes tipos objetos, a partir de um arquivo de vídeo que simula um sistema de esteira que transporta estes produtos de um ponto da empresa a outro. O objetivo é identificar o objeto na filmagem, tomando como base as características deste objeto, como formato, tamanho e simetria.

A elaboração de um cenário adequado é importante na escolha da metodologia mais correta e eficiente. Eliminar fatores externos capazes de influenciar na qualidade da e no processamento de imagens. Projetos de análise de imagens sofrem fortes influências do ambiente, principalmente técnicas baseadas em *threshold* (RUSS, 2007).

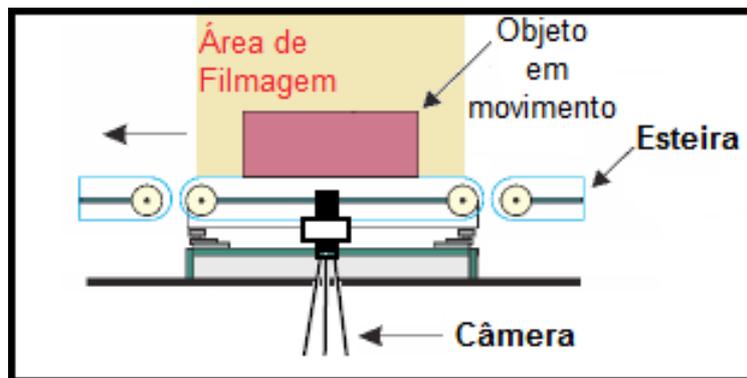
Para solucionar o problema proposto neste trabalho, optou-se em utilizar o ambiente MATLAB, devido a gama de funções disponíveis em sua *toolbox* de processamento de imagens, o que descarta o desenvolvimento de algoritmos matemáticos necessários para a manipulação da imagem. O algoritmo desenvolvido reúne diversas funções de processamento de imagens, utilizando a seguinte metodologia:

- Armazenamento do arquivo em memória;
- Manipulação da imagem *frame a frame*;
- Aplicação de técnicas de processamento digital de imagens;
- Detecção do objeto;
- Cálculo da centroide;

3.1 Detecção de objetos

A Figura 2 apresenta o processo de filmagem, onde é possível observar o transporte dos objetos pela esteira, bem como a área de abrangência da câmera. O ambiente industrial, em muitos casos, possui iluminação precária, necessitando assim uma melhor manipulação das imagens, como o ajuste do brilho e contraste.

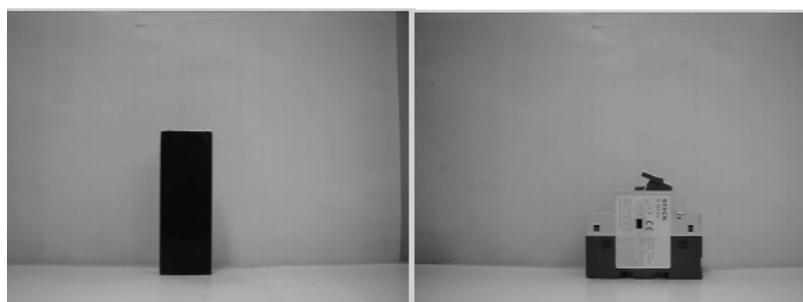
Figura 2. Filmagem do objeto passando na esteira



A análise do vídeo é feita a partir de um laço de repetição que processa todos os *frames* de vídeo individualmente. Desta forma é possível identificar em que momento (*frame*) o objeto em análise se encontra no ponto central da imagem.

Para que o sistema reconheça um objeto na imagem, primeiramente é necessário binarizar a imagem (onde 1 representa a cor branca e 0 a preta). A figuras 3 representa os *frames* 160 e 530 respectivamente, em que são submetidos às etapas de DIP.

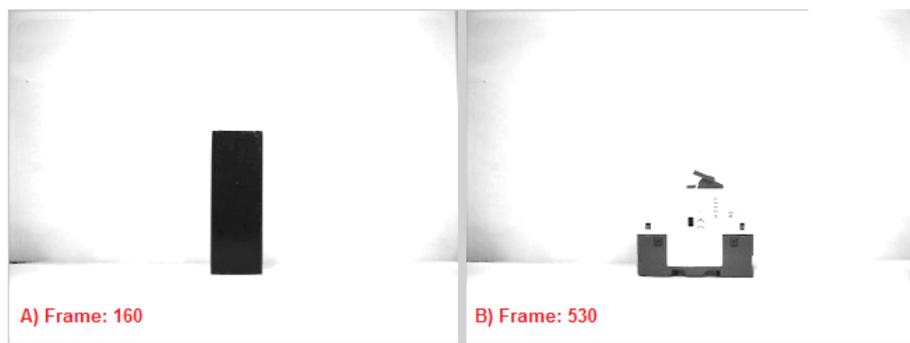
Figura 3. Imagem em tons de cinza de dois objetos em *frames* diferentes



É importante ressaltar a necessidade da manipulação dos contrastes e do brilho da imagem (Figura 4), para que o algoritmo não reconheça sombras ou ruídos como sendo objetos e assim possam ser binarizadas. Neste primeiro caso o ajuste de contraste e do brilho da imagem é necessário pois o valor de “limiar” (ou valor de *threshold*) utilizado para a binarização da imagem está fixo no programa (valor 130), como descrito nas linhas abaixo:

```
$ grayContrastImage = imadjust(grayImage, [], [], 0.6);  
$ bwImage = imextendedmax(grayImage, 130);
```

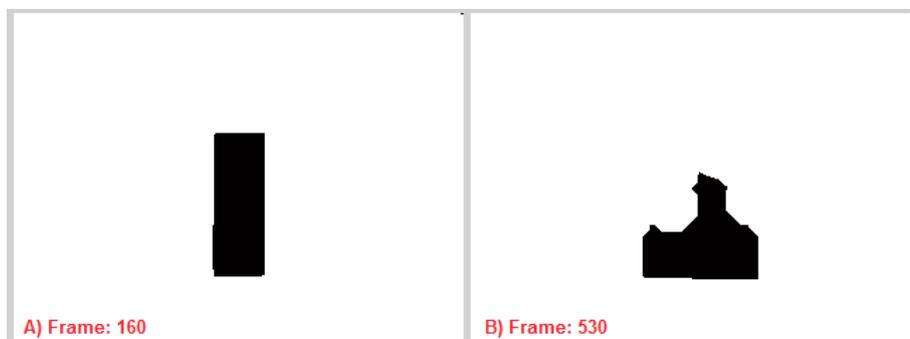
Figura 4. Ajuste de contraste e luminosidade



3.1.3 Remoção de ruídos

A remoção dos ruídos é necessária para facilitar a detecção do objeto na imagem já binarizada. Outro processo importante é o preenchimento das falhas com o comando *sediskImage = imopen(bwImage, sedisk)*. Pode-se observar o preenchimento total da imagem presente na Figura 6.B em relação à Figura 5.B. Desta forma, o cálculo da centroide torna-se mais preciso.

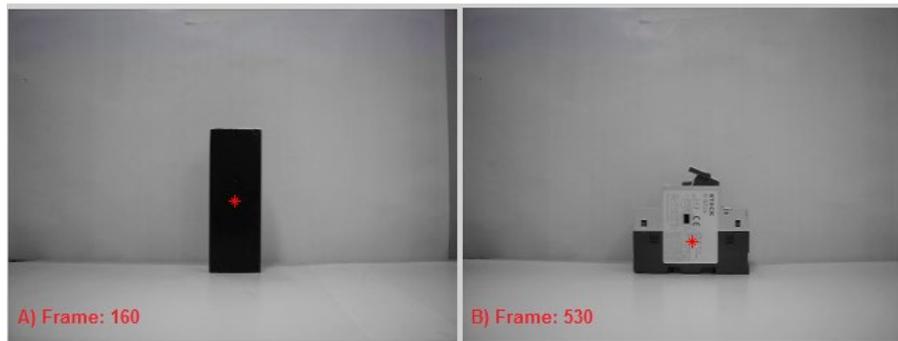
Figura 5. Remoção das falhas



3.1.4 Detecção da centroide

O último processo trata da detecção da centróide do objeto. Após o tratamento da imagem e a detecção do objeto, já é possível encontrar seu ponto central. O MATLAB possui comandos já implementados para encontrar a centroide do objeto, como o comando *regionprops (Image, 'centroid')*.

Figura 6. Imagem com objeto no centro do vídeo



A Figura 5 apresenta o resultado final do algoritmo, em que o ponto exato do centro das massas do objeto é mostrando com um asterisco vermelho. O centro do objeto no eixo x é comparado com o valor 160, que representa a metade da largura da imagem (320 *pixels*).

3.2 Classificação de objetos

A classificação dos objetos é a última etapa e corresponde a identificação de padrões que possam determinar o tipo de objeto que está sendo analisado. Nesta etapa foram utilizadas as seguintes características para distinguir os diferentes objetos:

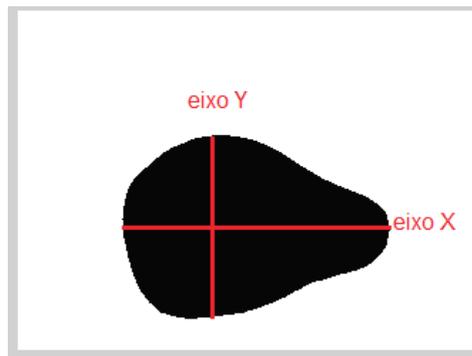
- Simetria – determina se o objeto é redondo ou alongado;
- Tamanho – determina se um objeto redondo é maçã ou limão, por exemplo;
- Relação entre comprimento do eixo X e Y – determina se os objetos alongados são abacate ou banana, por exemplo.

Neste caso usam-se as mesmas técnica aplicadas até o momento para a detecção do objeto. Porém, para tornar possível sua classificação, é necessário a inclusão de algoritmos para extração de características, além da comparação de seus parâmetros com valores de referência.

3.2.1 Extração de características

A extração das características de cada objeto é importante para a etapa de classificação. Nesta etapa a entrada ainda é a imagem, e a saída após a extração de características será um conjunto de dados, representado neste caso através de um vetor.

Figura 7. Cruzamento dos eixos X e Y pela centroide do objeto



Para esta etapa, as características extraídas foram o comprimento (eixo X) e largura (eixo Y), conforme apresenta a Figura 7, sendo que o cruzamento destes representa o centro de massa do objeto.

3.2.2 Classificação dos objetos

Como descrito na seção anterior, às características dos objetos estão sob forma de vetores. Desta forma, o algoritmo para classificação basicamente manipula os dados contidos nestes vetores de comprimento (nos eixos X e Y) de cada objeto detectado comparando-os com valores de referência que representam uma lista dos possíveis objetos que estarão sendo analisados.

A partir dos valores de X e Y, é possível obter suas relações, calculando-se assim a simetria, tamanho e formato do objeto.

Figura 8. Resultado final da aplicação do algoritmo de classificação



O resultado final do algoritmo de classificação é mostrado na Figura 8. Após executar todas as etapas descritas até o momento, os objetos são detectados e, por fim, mostrados com sua respectiva classificação.

3.3 Cálculo automático de *threshold*

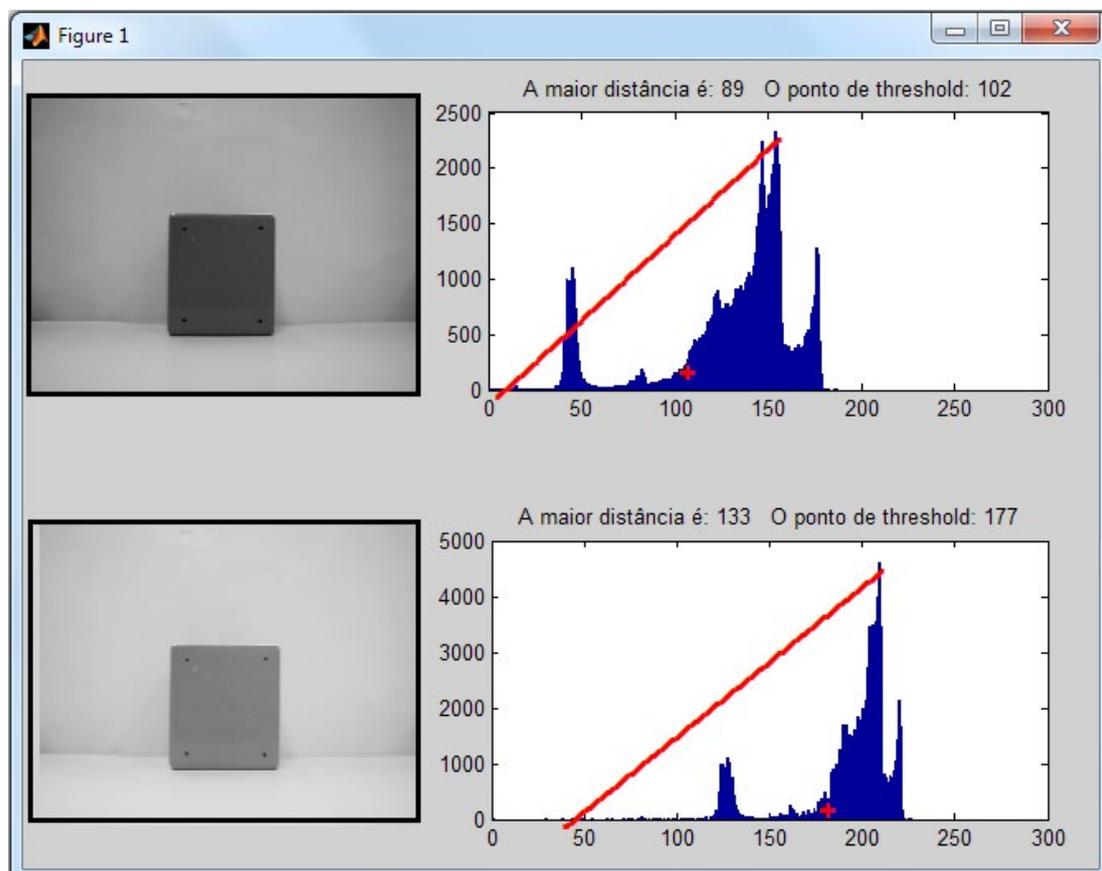
Até o momento, a manipulação das imagens era feita a partir de parâmetros fixos no programa, o que pode resultar em problemas caso a luminosidade do ambiente não seja controlada. Uma solução para esse problema é o cálculo automático de *threshold*.

O cálculo automático de *threshold* permite que o valor de “limiar” para binarização seja o mais adequado possível garantindo que o objeto seja localizado na imagem mesmo com variações de iluminação do ambiente. O valor de *threshold* para cada caso é encontrado utilizando o chamado método do triângulo.

Este método consiste em encontrar os valores mínimos e máximos de repetições de *pixels* de mesma tonalidade, tendo como base o histograma da imagem. A partir desses valores traça-se uma reta, e o novo valor de *threshold* será o ponto perpendicular à reta que se encontra mais distante, ou seja, o ponto de maior distância no eixo vertical (número de pixels repetidos na imagem) determina o valor de *threshold* no eixo horizontal (que representa a intensidade da cor de 0 -255).

A Figura 9 apresenta o processo de cálculo automático de *threshold*, a partir da utilização do método do triângulo. Nesta figura é possível observar o aumento da iluminação sobre o objeto na esteira e conseqüentemente o cálculo de um novo valor de limiar para o processo de binarização.

Figura 9. Cálculo automático de *threshold* (método do triângulo)



4. Considerações Finais

Neste trabalho, foram apresentados os resultados obtidos com o desenvolvimento (no ambiente MATLAB) de um sistema para detecção, identificação e classificação de diferentes tipos de objetos a partir de suas características, tais como tamanho, comprimento, largura e simetria, a partir da utilização de técnicas de processamento digital de imagens.

Ao término do projeto pode-se observar que diferentes metodologias podem ser utilizadas para o reconhecimento de objetos através da análise computacional de imagens, como aplicação de técnicas de segmentação, filtragem, detecção de bordas, extração de características, em cada uma das etapas do processo.

O sistema desenvolvido para detecção dos objetos se mostrou eficaz para ambientes controlados, sendo que para ambientes com variações de luminosidade é necessário a utilização do cálculo automático de *threshold*.

Neste trabalho foi desenvolvido um algoritmo que utiliza funções matemáticas simples (presentes no MATLAB) que poderiam ser migradas para uma plataforma embarcada, possibilitando assim uma diminuição de custos com aquisição de computadores e licenças de software proprietário.

5. Referências

- AMARAL, E. R. do; GARCIA, F. A. da C; CAMAPUM, J. F. **Desenvolvimento de uma Ferramenta em Ambiente MATLAB para Auxílio ao Ensino de Processamento Digital de Imagens**. XXXIV COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Passo Fundo-RS, 2006, **Anais ...** Passo Fundo-RS, Setembro, 2006.
- GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2000. 509 p.
- JARDIM, L.A. **Sistema de visão robótica para identificação e localização de objetos sob manipulação por robôs industriais em células de manufatura**. Dissertação de Mestrado em Sistemas Mecatrônicos. Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2006, 110p.
- LORDÃO, F.A.F. **Reconhecimento de formas utilizando modelo de compressão de dados e espaço de escala de curvatura**. Dissertação de Mestrado em Informática. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009, 115p.
- LACERDA, S. G. **Segmentação do Ventrículo Esquerdo Utilizando Técnicas de Processamento de Imagens**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Publicação PPGENE.DM-337/08, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 2008, 75p.
- FILHO, O. M.; NETO, H. V. **Processamento Digital de Imagens**, Rio de Janeiro: Brasport, 1999.
- POSSELT, E. L.; METZ, E.; BAIERLE, I.; MOLZ, R. F. **Proposta de um sistema capaz de determinar o tamanho da grama empregando técnicas de processamento de imagens**. Santa Cruz do Sul, 2011, WSPI – Workshop em Sistemas e Processos Industriais, 4 – 6 de maio de 2011.

RUSS J.C. ***The Image Processing Handbook Fifth Edition***. Canadá. Ed. CRC Press, 2007.

SILVA, H.M.G.S. ***Processamento digital de imagens para identificação da sigatoka negra em bananais utilizando análise de componentes principais e redes neurais artificiais***. Tese de Doutorado em Agronomia, (Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, Botucatu, 2008, 94p.

TRONCO, M. L.; JÚNIOR, A. M.; PORTO, A. J. V. ***Sistema de Reconhecimento de Imagens para Robô de Montagem: Implementação e Estudo de Caso***. VI Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. Bauru, setembro de 2003.

TRATAMENTO DE EFLUENTES DE VINÍCOLA POR SISTEMA DE WETLAND CONSTRUÍDO

Marildo Guerini Filho¹

RESUMO

A atividade de vinícolas gera uma quantidade considerável de efluentes líquidos, os quais são tratados por diferentes processos, muitas vezes com resultados finais insatisfatórios para o descarte em recursos hídricos. A composição destes efluentes caracteriza-se por apresentar grandes variações sazonais de volume e composição.

Wetlands construídos consistem na projeção de ecossistemas aquáticos, sendo formadas dessa forma por plantas aquáticas em substratos como britas e areia. Exercem função de filtros biológicos agregando populações variadas de microrganismos, que por meio de processos biológicos, químicos e físicos, são utilizados tratamento terciário de efluentes.

A técnica vem sendo utilizada por se tratar de uma tecnologia de baixo custo que apresenta facilidade na operação e por não depender de energia convencional (KADLEC; WALLACE, 2009).

O presente trabalho buscou aperfeiçoar e avaliar a eficiência do tratamento de efluentes de vinícola, através de processos biológicos e físico-químicos, além de sugerir a implantação do sistema de *Wetland* Construído que servirá como fonte de novos estudos na região.

Neste sentido, este estudo tem como objetivo avaliar o tratamento do efluente final de indústrias vinícolas através do processo de polimento final com Wetlands.

PALAVRAS-CHAVE: *Wetland* construído. Efluentes vinícolas. Eficiência de tratamento.

ABSTRACT

The activity of wineries generates a considerable amount of liquid effluents, which are treated by different processes, often with unsatisfactory results for final disposal in water resources. The composition of these effluents characterized by having large seasonal variations in volume and composition.

Constructed wetlands consist in projecting aquatic ecosystems, thus being formed by aquatic plants in substrates such as gravel and sand. Exert biological function filters aggregating diverse populations of microorganisms, which by means of biological, chemical and physical, are used tertiary treatment of wastewater.

The technique has been used because it is a low cost technology that offers ease of operation and does not depend on conventional energy (KADLEC; WALLACE, 2009).

The present study sought to refine and evaluate the efficiency of wastewater treatment winery through biological processes and physical-chemical, in addition to suggesting the deployment of the Constructed Wetland will serve as a source of new studies in the region.

Thus, this study aims to evaluate the treatment of the final effluent of industries wineries through the process of polishing with Wetlands.

KEYWORDS: *Constructed wetland. Effluent wineries. Treatment efficiency.*

¹ Engenharia Ambiental - Univates, Lajeado-RS, marildoguerini@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A Produção vinícola no estado do Rio Grande do Sul está em constante crescimento, juntamente com este crescimento surge a preocupação com o tratamento dos efluentes. Esta produção proporciona benefícios econômicos e sociais, mas também tem despertado a preocupação de órgãos governamentais, organizações não governamentais e pesquisadores quanto aos impactos ambientais relacionados à aqüicultura (Goldburg & Triplett, 1997).

Quando se trata de meio ambiente e qualidade da saúde humana, pode-se citar dois principais fatores que estão relacionados com o lançamento de efluentes nos rios: 1º - a proteção do manancial (fauna e flora), contra efeitos causados pelo lançamento de efluentes; 2º - a proteção do manancial (bacteriológica da água), contra o efeito da contaminação dos efluentes que são lançados. As medidas de saneamento, que consistem na prevenção da poluição dos mananciais, satisfazem a ambos os aspectos: a proteção da fauna e flora do manancial e da saúde pública, e que atualmente as soluções para a questão da poluição dos meios naturais e contaminação da população, são o tratamento de efluente e de esgoto (NETO,1991).

Cabe destacar que a atividade vinícola gera muitos tipos de resíduos, variando apenas as quantidades geradas de uma vinícola para outra em função da escala de produção. Normalmente os resíduos produzidos são provenientes da própria uva (semente, engaço, bagaço, casca); resíduos sólidos dos processos de fabricação (papelão, plástico, vidro); além de emissões de alguns gases (CO₂, Compostos voláteis) e efluentes provenientes da produção.

Segundo a Agência Americana de Proteção Ambiental – Environmental Protection Agency – EPA (2004), os principais impactos associados às vinícolas são: a poluição da água, a degradação do solo e da vegetação, pelas práticas de disposição dos resíduos sólidos e efluentes líquidos, os odores e emissões atmosféricas resultantes dos processos de vinificação e o gerenciamento dos subprodutos gerados, além de ruídos ocasionados pelos equipamentos de vinificação.

Os *Wetlands* construídos para tratamento de efluentes são sistemas desenhados e construídos para utilizar processos naturais na remoção de poluentes do efluente (Kivaisi, 2001).

Historicamente, os *Wetlands* naturais são considerados brejos, pântanos, mangues, dependendo das condições de água, plantas e configuração geográficas existentes. Localizam-se principalmente em depressões e encostas de infiltração. São zonas com umidade suficiente para excluir espécies de plantas que não podem crescer nesses tipos de solos e para alterar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo durante a inundação. (KADLEC, 2008).

Os *Wetlands* construídos são sistemas artificialmente projetados para utilizar plantas aquáticas em substratos como areia, cascalhos ou outros materiais inertes, onde ocorre a proliferação de biofilmes que agregam populações variadas de microrganismos os quais, por meio de processos biológicos, químicos e físicos tratam resíduos. (KADLEC,2008).

O trabalho apresenta um estudo do atual sistema de tratamento de efluentes, propondo à implementação, um sistema de Wetland Construído para melhora da qualidade dos efluentes,

antes do descarte final. Assim, está focado em avaliar o comportamento de um *Wetland* construído em fase inicial de operação e avaliar sua eficiência para o polimento de efluentes gerados pela indústria vinícola, que se caracterizam por possuírem grande variação em sua composição química e vazão de lançamento ao longo do ano (VLYSSIDES et al., 2005).

METODOLOGIA

O estudo será realizado na cidade de Lajeado RS, baseado na caracterização e quantificação dos efluentes gerados pelas vinícolas da região, tendo em vista que o Rio Grande do Sul é o maior produtor de uvas do Brasil, responsável por cerca de 53% da produção nacional. Dentro do estado, ganha destaque na produção, a região da Serra onde estão concentrados os municípios com maior produção média (ATLAS, 2010).

São conhecidas três alternativas de *Wetlands* Construídas apresentando fluxo superficial ou fluxo subsuperficial e *Wetlands* naturais apresentando fluxo superficial (Kadlec & Knight, 1996). Um grande numero de variações de projeto existem para cada uma destas alternativas. Além desta alternativas, pode-se ainda combiná-las entre si, cada alternativa tem vantagens e desvantagens para aplicações diferentes.

Para realização de testes de eficiência serão construídos três protótipos de *Wetlands* de Fluxo SubSuperficial (Figura 1). Serão feitos a partir de meios galões de 200 litros, dispostos com duas camadas de brita e uma camada superficial de areia para suporte das plantas aquáticas. A capacidade será de 38 litros de efluente a serem tratados.

Figura 1: Protótipos finalizados



Os *Wetlands* construídos, como mostrado na Figura 2, são sistemas artificialmente projetados para utilizar macrófitas em substratos como areia, cascalhos ou outro material inerte, onde ocorre a proliferação de biofilmes que agregam populações variadas de microrganismos

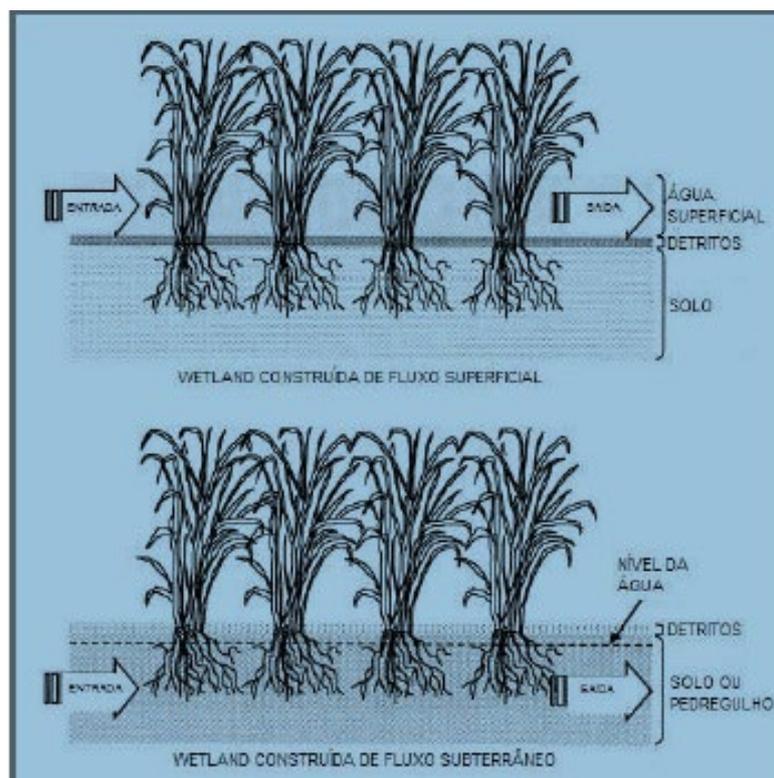
os quais, por meio de processos biológicos, químicos e físicos, tratam efluentes (HAANDEL, 2004). Esses sistemas visam estimular o uso e melhorar as propriedades dos Wetlands naturais, relativas à degradação de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e conseqüentemente, melhorar a qualidade do efluente (MARQUES apud COSTA, 2003).

Estas *Wetlands* construídas procuram reproduzir o comportamento de *Wetlands* naturais, principalmente aqueles que apresentam fluxos superficiais rasos.

Os testes serão feitos em triplicata para diminuir a probabilidade de ocorrer erros, em bateladas, onde cada batelada terá sete dias de detenção hidráulica.

As principais características que contribuem de forma positiva para o desempenho de *Wetland* são a capacidade de rápido crescimento, elevada capacidade de assimilação de nutrientes, grande suporte de estocagem de nutrientes na biomassa, tolerância às características físicas e químicas do fluxo d'água, tolerância às condições climáticas locais, valor econômico, fácil colheita e manejo (TANNER, 1996). Para o experimento foi selecionado plantas conhecidas como Copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*), pois são planta acostumadas com o ambiente aquático e que as características acima citadas fazem parte de seu escopo.

Figura 2: Configuração típica de um *Wetland* construído



Serão realizadas análises laboratoriais para verificação da qualidade do efluente antes e após o tratamento no *Wetland*. O tratamento será realizado por sistema de batelada com duração de sete dias.

No local da coleta foi medida a temperatura através da imersão direta no líquido. Em laboratório, os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO5) e Nitrogênio, que seguiram as recomendações de APHA (1995).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Wetlands construídos foram desenvolvidos inicialmente por volta de 1950 na Europa e na América do Norte, para explorar a capacidade das plantas na biodegradação de compostos orgânicos e inorgânicos presentes em efluentes (COOPER et al., 1996).

Os *Wetlands* construídos visam estimular o uso e melhorar as propriedades dos *Wetlands* naturais, relativas à degradação de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e consequentemente, melhorar a qualidade do efluente (MARQUES, 1999).

Wetlands podem ser classificados de diversas formas dependendo do tipo de planta, se são naturais ou construídas, e de seus objetivos. Quando construídas para tratamento podem ser edificadas acima ou abaixo da superfície do solo existente, conforme apresentado na (FIGURA 3), o que geralmente envolve a necessidade de movimento de terra.

O *Wetland* é um sistema de estrutura simples e de fácil manejo e conforme observado em vários trabalhos já realizados com esse procedimento, em geral vem removendo de maneira satisfatória a matéria orgânica e os sólidos suspensos.

Por ser um sistema de velocidade de escoamento baixa, sua eficiência é considerada boa e vem, atualmente, sendo utilizada e estudada cada vez mais.

Os *Wetlands* se destacam entre os processos de autodepuração por serem áreas inundadas constante ou sazonalmente, que desenvolvem uma vegetação adaptada à vida em solos alagados, com valor ecológico inestimável quanto à melhoria da qualidade do efluente.

Neles a água, os vegetais e o solo formam um ecossistema equilibrado, com a reciclagem de nutrientes. Essa reciclagem é obtida através de processos químicos, físicos e biológicos (D'AMBRÓSIO, 1998).

O tratamento secundário ou terciário de esgotos com *Wetlands* construídos tem promovido efluentes finais de boa qualidade, tornando possível seu lançamento em corpos d'água ou a sua reutilização para fins não considerados nobres: irrigação restrita, por exemplo.

Esses sistemas artificiais têm sido usados em diversos países para o tratamento secundário e terciário de águas residuárias (SALATI JR. et al., 1999), pois são simples de construir, de fácil operação e manutenção e de custo baixo.

Embora inicialmente tenham sido projetados para tratamento de efluentes domésticos, após mais de cinquenta anos de pesquisa, *Wetlands* construídos são agora largamente usados para controle de poluição ambiental, pelo tratamento de uma grande variedade de efluentes, que incluem industriais, urbanos, agrícolas, dentre outros (IWA, 2000).

Os microrganismos decompositores atuam sobre a matéria orgânica biodegradável, consumindo a DBO disponível. Com relação à qualidade dos efluentes, deve-se também verificar a possibilidade de estes estarem contaminados por organismos patogênicos, neste caso o Wetland de fluxo submerso é o mais indicado (KADLEC et al, 1996).

Figura 3

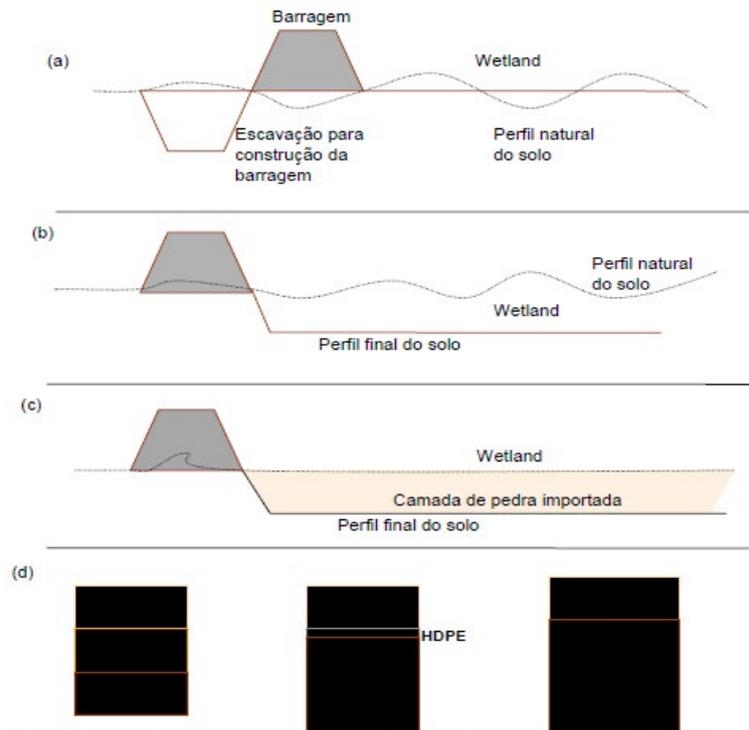


Figura 1 Alguns exemplos de perfil de solo para construção de Wetlands. a) acima do terreno natural, b) abaixo do terreno natural, c) preenchida com camada de brita, d) alternativas de perfis de solo (KADLEC & KNIGHT, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste trabalho mostram que os *Wetlands* construídos possuem boa eficiência na melhora dos parâmetros e da qualidade dos efluentes da Vinícola; porém, ressalta-se que é um experimento muito jovem, assim com o passar do tempo e o crescimento do sistema radicular das plantas, a tendência é que cada vez mais a eficiência dos *wetlands* construídos aumente.

Observou-se, durante a realização do experimento, que existe uma variação muito grande na composição do efluente da vinícola, isto em função dos períodos de safra e entre safra e também pelo tipo de vinho ou de suco que esta sendo produzido.

Em função desta variação e diferença de características iniciais das amostras, pode gerar desvios nos resultados.

Ressalta-se que as amostras foram coletadas em período entre safra, nos meses de setembro e outubro de 2013.

Verificou-se que ocorreu um bom crescimento radicular das plantas, a parte foliar também teve um bom crescimento; mas, em função da poda que foi realizada antes do plantio, conseguiu-se notar um crescimento nos brotos² das plantas.

Figura: Local da poda e alguns brotos das plantas



Potencial de Hidrogênio (pH)

Este parâmetro apresentou-se neutro no efluente de entrada no *Wetland* na maior parte das amostras coletadas.

De modo geral, o pH do efluente foi corrigido já nas etapas anteriores do tratamento pois este passa por uma estação de tratamento de efluente (ETE) antes da entrada do *Wetland* Construído, inclusive pela adição de produtos neutralizantes. A estabilização do pH se manteve durante o polimento do efluente via *Wetland* Construído, conforme Tabela. Todas as amostras atenderam os requisitos legais para lançamento.

Tabela: pH no *Wetland* Construído

Data da análise	Entrada <i>Wetland</i>	Saída 1	Saída 2	Saída 3
18/09/2013	6,5	7,01	7,02	6,94
25/10/2013	7,1	7,01	7	6,9
16/10/2013	7,36	7,3	7,2	7,15
23/10/2013	7,32			

Fonte: Autor

² Conjunto de pequenas folhas na extremidade da haste ou na axila das folhas (Aurélio).

Turbidez

Sistemas de tratamento por Wetlands construídos são bastante eficazes na remoção de sólidos em suspensão (KADLEC 2009).

Com o desenvolvimento das raízes das plantas juntamente com as pedras que compõem o *Wetland*, forma-se um processo de filtração e a formação do biofilme, estes funcionam como filtros de alta eficiência retendo partículas milimétrica e a matéria orgânica contida no efluente. As raízes também ajudam na formação de um leito, impedindo a formação de caminhos preferenciais que poderiam diminuir a eficiência do sistema.

Conforme Tabela abaixo, observa-se uma boa eficiência segundo legislação, nas amostras analisadas.

Tabela: Turbidez no *Wetland* Construído.

Data da análise	Entrada <i>Wetland</i> (NTU)	Saída 1 (NTU)	Saída 2 (NTU)	Saída 3 (NTU)
18/09/2013	32,8	31,7	31,5	31,1
25/10/2013	41	37	36,5	36,2
16/10/2013	30,4	30	29,7	28,8
23/10/2013	45,2			

Fonte: autor

Oxigênio Dissolvido

De acordo com Brix (1997), aumentos no teor de OD são verificados pela ação das raízes das plantas, as quais liberam oxigênio para a massa líquida. Assim é possível consentir que o sistema aumente a concentração de OD no efluente do protótipo comparando-se entrada e saída.

O fornecimento de oxigênio a sistemas alagados de fluxo subsuperficial é atribuído principalmente ao transporte do gás pela planta ao seu sistema de raízes e vizinhanças através de seu tecido parenquimoso (PRIDE 1990).

A Tabela a seguir nos demonstra que nas primeiras análises o sistema teve pouca eficiência, mas com o passar do tempo e o crescimento das plantas a eficiência do protótipo aumenta.

Tabela: Teores de Oxigênio Dissolvido no *wetland*.

Data da análise	Entrada <i>Wetland</i> (mg/l)	Saída 1 (mg/l)	Saída 2 (mg/l)	Saída 3 (mg/l)
18/09/2013	5,8	5,7	5,9	5,9
25/10/2013	4,9	5,2	5,6	5,9
16/10/2013	3,1	6,6	5,9	6,1
23/10/2013	5			

Fonte: Autor

Temperatura

A temperatura do efluente a ser tratado é aproximadamente igual a média diária da temperatura do ar devido às formas dominantes da transferência de energia: ganho pela radiação solar, perda por radiação, condução, evaporação e evapotranspiração. Ela influencia a atividade microbiana e a solubilidade do oxigênio na água (VALENTIN 2003).

Notou-se que todas as amostras permaneceram próximas à temperatura ambiente em todas as análises. Todas as amostras atenderam à exigência legal de temperatura inferior a 40°C para o lançamento de efluentes, conforme mostra a tabela.

Tabela: Demonstra a temperatura do efluente no dia das análises

Data da análise	Entrada <i>Wetland</i> (°C)	Saida 1 (°C)	Saida 2 (°C)	Saida 3 (°C)
18/09/2013	25	14	14	14
25/10/2013	14	19	19	19
16/10/2013	19	24	24	24
23/10/2013	24			

Fonte: Autor

Nitrogênio

Uma das funções principais deste tipo de sistema é a capacidade de absorver o teor de nitrogênio da água, reduzindo a quantidade de amônia e os níveis de fosfato. As espécies de plantas diferem nas formas de absorver nitrogênio, dependendo das formas disponíveis do nutriente no ambiente (LAMBERS 1998).

Wetland removem nitrogênio através de sedimentação, absorção, acumulação de matéria orgânica, assimilação microbiana, nitrificação/desnitrificação e volatilização de amônia (BRIX, 1997).

Segundo EPA (2003) a retirada periódica das plantas contribui para o aumento da capacidade de redução do teor de nitrogênio, em função de ser um sistema jovem e estar ativo a apenas 60 dias, não houve nenhuma troca de plantas.

Os resultados dos parâmetros de nitrogênio se mostraram bem satisfatórios.

Conforme Tabela, constata-se percentuais de remoção que varia de 40% até 70% nas análises.

Tabela: Concentração de nitrogênio no *Wetland*

Data da análise	Entrada <i>Wetland</i> (mg/l)	Saída 1 (mg/l)	Saída 2 (mg/l)	Saída 3 (mg/l)
18/09/2013	7,78	3,569	2,221	3,002
25/10/2013	6,98	3,256	3,052	2,78
16/10/2013	2,98	1,985	1,562	1,111
23/10/2013				

Fonte: Autor

Demanda Bioquímica de Oxigênio

As análises demonstram que os *Wetlands* Construídos tiveram bons resultados, onde ocorreu uma variação grande nos percentuais de eficiência, isto muito em função da grande diferença dos valores iniciais de DBO das amostras. Mesmo com pouco tempo de utilização o sistema se mostrou com boa eficiência quanto a este parâmetro, apresentando considerável redução.

Tabela: Demanda Bioquímica de Oxigênio no *Wetland*

Data da análise	Entrada <i>Wetland</i> (mg/l)	Saída 1 (mg/l)	Saída 2 (mg/l)	Saída 3 (mg/l)
18/09/2013	343,33	220	200,3	195,5
25/10/2013	215,46	100,6	95,5	80,1
16/10/2013	60	40	35	30
23/10/2013				

Fonte: Autor

Condutividade Elétrica

Verificou-se que após passar pelo protótipo as amostras tiveram uma redução da CE. Conforme a Tabela abaixo, constatou-se uma boa redução nesse parâmetro, este que variou entre 26% até 30%.

Tabela: Condutividade Elétrica

Data da análise	Entrada <i>Wetland</i> (mS)	Saída 1 (mS)	Saída 2 (mS)	Saída 3 (mS)
18/09/2013	5,24	4,82	4,51	4,45
25/10/2013	5,1	4,7	4,67	4,18
16/10/2013	4,93	4,55	4,33	3,58
23/10/2013	5,18			

Fonte: Autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso sustentável de um recurso é aquele que pode ser estendido por muito tempo, pois o nível de uso e implantação do sistema permitem renovar os recursos naturalmente, ou, com a ajuda do homem. Quando os recursos naturais são usados a uma velocidade que até certo ponto não os afetem, e de forma que não os ameacem com catástrofes, pode ser dito que aquele uso é sustentável. Sustentabilidade acontece no caso de *Wetlands* para tratamento de efluentes que são usados tanto para purificar águas, como para fins produtivos, como a irrigação de uma área agrícola (SIRACUSA & LA ROSA,2006).

O tratamento de polimento de efluente vinícola com o uso de *Wetland* construído é uma biotecnologia técnica e economicamente viável para ser aplicada às vinícolas da região da Serra Gaúcha. Por ser um setor com grande representatividade no estado, essa tecnologia vem ao encontro da necessidade de tratamento do efluente gerado por este tipo de empreendimento.

Por tratar-se de um experimento jovem, os resultados atenderam às expectativas, e mostram que *wetland* construído tem grande eficiência no polimento final de efluentes vinícolas.

Espera-se que, diante da situação de procura por soluções de disposição e tratamento de efluentes com baixo custo de implantação e manutenção, baixa exigência técnica e características de sustentabilidade, a tecnologia de tratamento via *Wetlands* construídos possa ser difundida e utilizada para a melhoria das condições de tratamento dos efluentes deste ramo da indústria e para a proteção dos corpos receptores e meio ambiente em geral (Salviato 2013).

REFERÊNCIAS

- APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater**. 19th ed. Washington D.C.: American Public Health Association, 1995. 1134 p.
- ATLAS Socioeconômico do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Acervo digital, 2010. Disponível em: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/conteudo.asp?cod_menu_filho=819&cod_menu=817&tipo_menu=ECONOMIA&cod_conteudo=1504>. Acesso em 07 set 2013.
- BRIX, H. **Do Macrophytes play a role in constructed treatment wetlands?** Water Science Technology, Vol.35, n° 5, pág. 11-17.1997.
- COOPER, P. F., et al. **Reed beds and constructed wetlands for wastewater treatment**. Medenham, Marlow, UK: WRc Publications, 184p. 1996
- COSTA, L. L.; CEBALLOS, B. S. O.; MEIRA, C. M. B. S.; CAVALCANTI M. L. F. **Eficiência de Wetlands construídos com dez dias de detenção hidráulica na remoção de colifagos e bacteriófagos**. Revista de Biologia e Ciências da Terra 3, (1). 104-112. 2003.
- D'AMBROSIO, O. **Paraísos Artificiais**. Disponível em: <<http://www.unesp.br/jornal>> Acesso em: 20 ago.2001.
- EPA - South Australian Environment Protection Authority. EPA Guidelines for Wineries and Distilleries. EPA, Adelaide, 2004. Disponível em:<http://www.epa.sa.gov.au/pub_list.html> Acesso em: 28 Agosto 2013
- GOLDBURG, R. & Triplett, T. 1997. Murky waters: **Environmental effects of aquaculture in the United States**. **Environmental Defense Fund**, Washington, 198p.
- HAANDEL, Adrianus V.; HENRIQUE, Israel N.; LIMA, Eduardo P. C.; SOUSA, José T.; **Utilização de Wetlan Construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratadoem reator UASB**. 2004, Vol9, n° 4, p.540-545. Disponível em <www.scielo.br/pdf/esa/v9n4/v9n4a03.pdf>. Acesso em: 07 set 2013.
- IWA (International Water Association). Constructed wetlands for pollution control: processes, performance, design and operation. In: **IWA scientific and Technical report**. v. 8. IWA publishing. 2000

KADLEC, Robert C.; SCOTT, Wallace D.; **Treatment Wetlands**. New York: CRC Press – Taylor & Francis Group, 2009.

Kadlec, R.H and Knigh, R.L. **Treatment Wetlands**. Boca Raton Lewis Publishes. 1996.

Kivaisi, A.K. 2001. **The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review**. *Ecological Engineering*, 16: 545-560.

LAMBERS H.; CHAPIN III F. S.; PONS L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 610p. 1998.

MARQUES, D. da M. **Terras Úmidas Construídas de Fluxo Subsuperficial**. In: CAMPOS, J. R. Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999. p. 409 - 435.

NETTO, José M. A. ; RICHTER, Carlos A. **Tratamento de água**. 1. Ed. São Paulo: EDGAR BLÜCHER LTDA, 1991.

PRIDE, R. E., NOHRSTEDT, J. S., BENEFIELD, L. D. **Utilization of created wetlands to upgrade small municipal wastewater treatment systems**. *Water, Air, and Soil Pollution*, 50, 371 – 385, 1990.

SALVIATO, Luiz F. K.; **Avaliação de um Wetland construído para o polimento de efluentes gerados por uma vinícola na região da serra gaúcha**, Lajeado, 2013.

SALATI JR., E.; SALATI, E.; SALATI, E. **Wetland projects developed in Brazil**. *Water Sci. Tech.*, Vol.40, nº3, 1999. p. 19-25.

SIRACUSA, G.; LA ROSA, A. D. Design of a constructed wetland for wastewater treatment in a Sicilian town and environmental evaluation 56 using the emergy analysis. *Ecological Modelling*, n. 197, p. 490-497, 2006.

TANNER, C. C. Plants for constructed wetland treatment systems; A comparison of the growth and nutrient uptake of eight emergent species. *Ecological Engineering*, v. 7, p. 59-83, 1996.

VALENTIN, M. A. A.; ROSTON, D. M. **Project of constructed wetland for treating septic tank effluent**. In: VI International conference on Wetland systems for Water Pollution Control, Águas de São Pedro, 1998.

VLYSSIDES A. G; BARAMPOUTI E. M.; MAI S. **Wastewater characteristics from Greek wineries and distilleries**. *Water Science & Technology*, v. 51, n.1, p. 53-60, 2005. VOGEL, A. I. **Química analítica qualitativa**. 5. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE PRODUTOS DERIVADOS DO LEITE ELABORADOS NO VALE DO TAQUARI, RS

Emanuele Livinali, Daniela Luísa Scheibel, Caroline Vuaden¹
Claucia Fernanda Volken de Souza²

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica das matérias-primas e os respectivos produtos fabricados numa queijaria do Vale do Taquari. As amostras analisadas foram: leite, queijo, soro de queijo e ricota. Nenhuma das amostras analisadas apresentou contaminação por *Staphylococcus aureus* e *Salmonella spp.* Todas as amostras de leite apresentaram contaminação por coliformes totais e termotolerantes. A ricota apresentou o maior índice de contaminação dos produtos lácteos analisados. Os resultados indicam que a queijaria não apresenta padronização na fabricação de seus produtos e que há necessidade de melhorias no processo de elaboração.

Abstract

This study aimed to evaluate the physico-chemical and microbiological raw materials and related products manufactured in a dairy Taquari Valley. The samples collected were: milk, cheese, whey cheese and ricotta. None of the samples showed contamination with Staphylococcus aureus and Salmonella spp. All milk samples were contaminated with total and fecal coliforms. The ricotta had the highest rate of contamination of dairy products analyzed. The results indicate that dairy has no standardization in the manufacture of its products and that there is need for improvement in the process of elaboration.

1 Introdução

A indústria de leite e derivados é de grande importância no estado do Rio Grande do Sul, sendo gerados mais de nove milhões de litros de leite por dia [EMATER 2012]. Desde os primórdios da civilização, o leite tem sido utilizado na alimentação humana como fonte de proteína, gordura, energia e outros constituintes essenciais [VILELA 2001]. Devido a sua composição química é um alimento de grande valor na dieta humana e um excelente substrato para o crescimento de micro-organismos, pois assim como o homem, estes também utilizam os componentes nutricionais deste alimento [ORDONEZ 2005]. O leite é a principal matéria-prima na fabricação do queijo e de outros derivados lácteos, e as suas características interferem diretamente na qualidade destes produtos [CHAPMAM e SHARPE 1981].

A indústria de laticínios produz diversos tipos de queijo, gerando um subproduto, denominado soro de queijo. Estima-se que para cada 10 litros de leite coagulado para a fabricação de 1 kg de queijo são gerados de 6 a 9 litros de soro de queijo [OLIVEIRA 2009]. Conforme Teixeira (2007), o soro de queijo é constituído em maior parte pela água do leite,

¹ Graduandas das Univates, Lajeado-RS.

² Prof^a Dr^a na Univates, Lajeado-RS.

por substâncias nela solúveis, tais como lactose, proteínas, sais minerais, além de uma pequena parte de gordura. Em função de sua composição, caso seja tratado como efluente, a geração de soro de queijo pelos laticínios representa um alto custo. Por isso uma alternativa viável é o seu adequado aproveitamento na elaboração de produtos lácteos, sendo a ricota um importante derivado fabricado com soro de queijo.

De acordo com Santos (2009), a ricota é um subproduto altamente consumido pelo reduzido teor de gordura e baixo custo, sendo bastante indicado em dietas com restrições a lipídios. O teor de umidade da ricota influencia na textura e no sabor do produto, sendo difícil de controlar quando se trata de fabricação artesanal. Devido às suas características intrínsecas, a ricota fresca é um dos alimentos que apresenta as melhores condições para o desenvolvimento de micro-organismos, tanto deteriorantes como patogênicos reduzindo sua vida-de-prateleira e colocando em risco a saúde do consumidor [BRUGNERA et al. 2010].

A produção de leite e seus derivados exigem cuidados de higiene durante todo o processo de fabricação. Atualmente, existe a busca para melhorar a qualidade microbiológica do leite através da manutenção de rebanho saudável e ações efetivas de boas práticas de higiene e manuseio do leite durante e após a ordenha. A conscientização da maioria dos produtores da importância do resfriamento do leite na faixa de zero a 4 °C após a ordenha e de todas as práticas higiênicas durante ordenha e logística já vêm sendo difundidas no estado do Rio Grande do Sul, que possibilitam a manutenção da qualidade microbiológica do leite por até 72 horas [PERRY 2004]. O teor de umidade presente nos alimentos derivados do leite, em geral acima de 70%, caracteriza-os como alimentos de alta umidade, o que também os tornam altamente susceptíveis à contaminação microbiana [ANDRADE, 2006]. A presença de micro-organismos desejáveis contribui para as características organolépticas, conservação e condições higiênic-sanitárias do produto. A presença de micro-organismos indesejáveis pode ser resultante de contaminações relacionadas à higiene inadequada [HAMESTER, 2006].

Os *Staphylococcus* são agentes patogênicos responsáveis por surtos de intoxicação alimentar. As peculiaridades do seu *habitat* tornam sua presença largamente distribuída na natureza, sendo transferidos aos alimentos por manipuladores, na maioria, portadores assintomáticos, que não possuem hábitos corretos de higiene e pelos animais, principalmente o gado leiteiro com mastite [JAY, 2005]. As bactérias classificadas como coliformes totais e termotolerantes não resistem às temperaturas de tratamento térmico, no entanto se o leite contaminado com esses micro-organismos for submetido a um processo de pasteurização ineficiente, possivelmente estas bactérias continuarão presentes no produto [NASCIMENTO et al. 2001].

Diante disto, esse trabalho teve como objetivo avaliar as características microbiológicas e físico-químicas do leite e derivados de uma queijaria artesanal do Vale do Taquari, RS.

2. Materiais e Métodos

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Química no Centro Universitário UNIVATES.

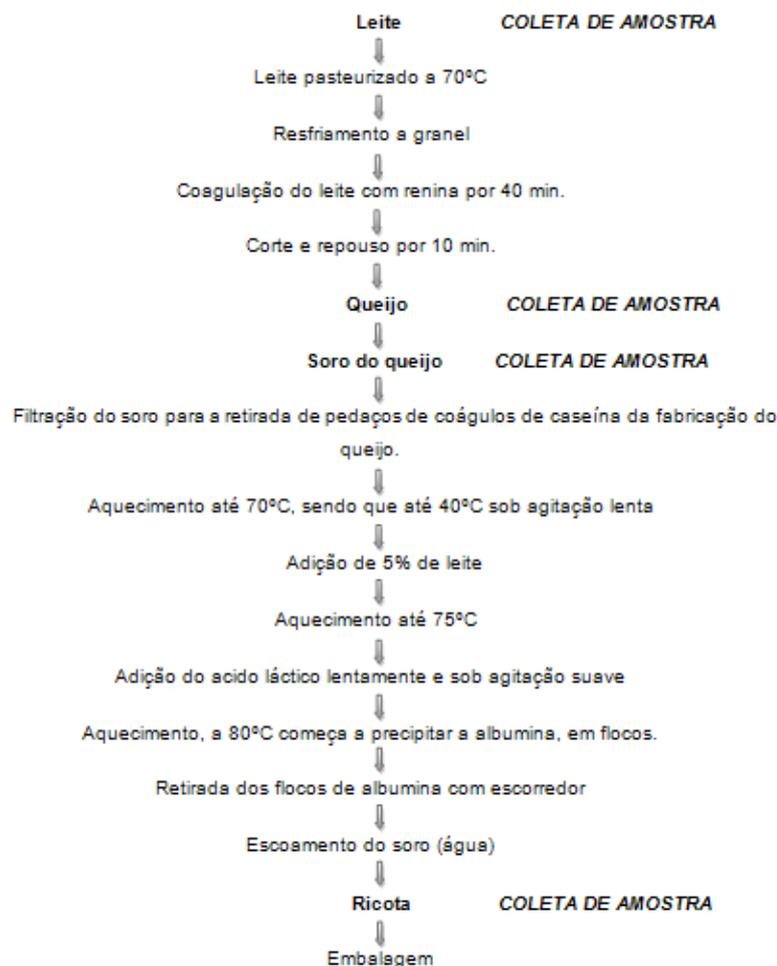
As amostras de leite, queijo, soro de queijo e ricota foram coletadas em uma queijaria artesanal da região do Vale do Taquari, RS. A Figura 1 representa o fluxograma do processo de fabricação da queijaria, desde a matéria-prima – leite - até o produto final – ricota - e a identificação dos pontos onde foram realizadas as coletas das amostras.

As amostras foram submetidas às análises microbiológicas de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp. em conformidade com as metodologias de análises definidas pela Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [BRASIL 2003].

As amostras foram submetidas às análises físico-químicas de umidade, pH e cloretos em conformidade com as metodologias de análises definidas pela Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [BRASIL 2006a].

Todas as análises foram realizadas em duplicidade.

Figura 1. Fluxograma do processo de fabricação e identificação dos pontos de coleta das amostras.



3 Resultados e Discussões

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises microbiológicas realizadas em todas as amostras.

Analisando os resultados das amostras de leite nas análises microbiológicas de *Staphylococcus*, verifica-se que todas apresentaram contaminação por *Staphylococcus* spp. e nenhuma das amostras apresentou confirmação para contaminação de *Staphylococcus aureus*. A legislação não prevê limite para contagem de *Staphylococcus* spp. em leite cru [BRASIL 2001]. Comparando com resultados de Borges et al. (2008), que verificou contagens de até $1,5 \times 10^7$ UFC/mL para *Staphylococcus* spp., o leite cru analisado nesse trabalho não apresentou contagens tão elevadas. Em pesquisa realizada por Lamaita et al. (2005), em 80 amostras de leite cru coletadas em propriedades produtoras de leite, foram detectados em 100% das amostras do leite refrigerado contagens que variaram de $1,0 \times 10^5$ a $2,5 \times 10^7$ UFC/g de *Staphylococcus* spp. Isso pode ser explicado pela diversificação de sistemas de produção e de manejos utilizados pelos produtores, o que leva à maior ou menor contaminação do leite por *Staphylococcus* spp. No Brasil, são poucas as informações quanto às doenças transmitidas por alimentos. Segundo Pereira et al. (1994), as intoxicações estafilocócicas são muito comuns no país, sendo a maioria dos casos não investigada ou não notificada. De acordo com o Instituto Panamericano de Proteção dos Alimentos e Zoonoses (2002), entre os anos de 1993 e 2002, ocorreram 18 surtos notificados de intoxicação estafilocócica envolvendo produtos lácteos, sendo dois deles o leite.

Tabela 1. Resultados das análises microbiológicas das amostras coletadas na queijaria

Coleta	Amostras	<i>Staphylococcus</i> spp. (UFC/mL ou UFC/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/mL ou UFC/g)	Coliformes Totais (UFC/mL ou UFC/g)	Coliformes Termotolerantes (UFC/mL ou UFC/g)	<i>Salmonella</i> spp. (em 25 g ou 25 mL)
1	Leite	$3,0 \times 10^4$	$<1,0 \times 10^1$	$4,9 \times 10^4$	$4,9 \times 10^4$	aus.
	Queijo	$7,0 \times 10^2$	$<1,0 \times 10^2$	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	aus.
	Soro de queijo	$3,9 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	$6,3 \times 10^2$	$2,7 \times 10^1$	aus.
	Ricota	$5,4 \times 10^4$	$<1,0 \times 10^2$	$7,0 \times 10^3$	$7,0 \times 10^3$	aus.
2	Leite	$5,3 \times 10^4$	$<1,0 \times 10^1$	$9,4 \times 10^3$	$9,4 \times 10^3$	aus.
	Queijo	$2,1 \times 10^3$	$<1,0 \times 10^2$	$5,5 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	aus.
	Soro de queijo	$2,1 \times 10^2$	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$	aus.
	Ricota	$9,2 \times 10^3$	$<1,0 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	$7,3 \times 10^2$	aus.
3	Leite	$9,1 \times 10^4$	$<1,0 \times 10^1$	$2,9 \times 10^4$	$9,4 \times 10^3$	aus.
	Queijo	$5,8 \times 10^3$	$<1,0 \times 10^2$	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	aus.
	Soro de queijo	$2,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$	aus.
	Ricota	$7,8 \times 10^3$	$<1,0 \times 10^2$	$5,4 \times 10^2$	$5,4 \times 10^2$	aus.
4	Leite	$1,3 \times 10^4$	$<1,0 \times 10^1$	$3,7 \times 10^4$	$3,7 \times 10^4$	aus.
	Queijo	$9,2 \times 10^2$	$<1,0 \times 10^2$	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	aus.
	Soro de queijo	$5,3 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$	aus.
	Ricota	$2,1 \times 10^4$	$<1,0 \times 10^2$	$5,2 \times 10^3$	$3,4 \times 10^3$	aus.

Para análises de coliformes totais e termotolerantes das amostras de leite, conforme os resultados demonstrados na Tabela 1 verificou-se que a matéria-prima tem alta carga microbiana inicial, que variou de $9,4 \times 10^3$ até $4,9 \times 10^4$ UFC/mL. Das amostras de leite, 100% obtiveram contaminação por coliformes totais e termotolerantes. Conforme RDC nº 171 [BRASIL 2006b], o padrão para o LHO (leite humano obtido pelo processo de ordenha) para coliformes termotolerantes é de $<1 \times 10^0$ UFC/mL e totais é de 1×10^2 UFC/mL.

O padrão para *Salmonella* spp., conforme RDC nº 12 [BRASIL 2001], para amostras de leite é ausência em 25 mL. De acordo com os resultados da Tabela 1, todas as amostras analisadas estão dentro do estabelecido pela legislação.

Segundo a legislação, para amostras de queijo o limite aceitável para contagem de coliformes termotolerantes é de $5,0 \times 10^2$ UFC/g [BRASIL 2001], apenas na segunda coleta a amostra de queijo apresentou resultado acima do permitido pela legislação. Para *Staphylococcus aureus* o queijo apresentou $<1,0 \times 10^1$ UFC/g em todas as coletas, mostrando que todas as amostras estão dentro do padrão da legislação. O padrão para *Salmonella* spp., conforme RDC nº 12 [BRASIL 2001], para amostra de queijo é ausência em 25 g, de acordo com a Tabela 1 todas as amostras estão dentro do estabelecido pela legislação. Analisando os resultados obtidos para as amostras de queijo, observa-se que todas as amostras apresentaram menor contagem de micro-organismos do que as amostras de leite, indicando que a pasteurização foi satisfatória. Na análise de 20 amostras de queijos coletados em Blumenau/SC realizada por Reibnitz et al. (1998), verificou-se a presença de *Staphylococcus* coagulase positiva em 95% das amostras. Martins e Reis (2012) realizaram uma pesquisa na qual foram avaliadas 40 amostras coletadas em feiras e supermercados, das 40 amostras avaliadas, 21 (52,5%) apresentaram-se fora dos padrões para contagem de coliformes termotolerantes e 18 (45,0%) para *Staphylococcus* coagulase positiva. No conjunto, 30 amostras (75,0%) estavam impróprias para o consumo, por estarem em desacordo com os padrões em pelo menos uma das análises microbiológicas.

O soro de queijo apresentou contagens para *Staphylococcus* spp. em todas as coletas, com um aumento na terceira, coerente com o aumento da contagem do leite na mesma coleta. Na análise de coliformes somente na primeira coleta foram verificadas contaminações por coliformes totais. Todas as amostras de soro de queijo apresentaram ausência de *Salmonella* spp. em 25 mL. A legislação brasileira não apresenta padrões para análises dos soros de queijo, entretanto foram realizadas análises microbiológicas visando identificar a qualidade higiênico-sanitária do soro que é empregado como matéria-prima para obtenção da ricota.

Para análise de *Staphylococcus* spp. a ricota apresentou altos valores, principalmente na primeira coleta, mas não apresentou contagens para *Staphylococcus aureus*. Para coliformes totais, a amostra da primeira coleta apresentou contaminação maior e todas confirmaram para coliformes termotolerantes. A legislação determina como $5,0 \times 10^2$ UFC/g o limite máximo para coliformes termotolerantes e, comparando com os resultados da Tabela 1, todas as amostras de ricota estão acima do permitido [BRASIL 2001]. O padrão para *Salmonella* spp., conforme RDC nº 12 [BRASIL 2001], para amostra de ricota é ausência em 25 g, de acordo com os resultados

da Tabela 1 todas as amostras estão dentro do estabelecido pela legislação. Fernandes (2010) analisando 42 amostras, sendo 21 de queijo e 21 de ricota, verificou coliformes termotolerantes, *Staphylococcus coagulase positiva* e *Salmonella* spp. em 19% das amostras de queijo e em 31% das amostras de ricota, respectivamente, estando 9% e 20% acima do padrão permitido pela legislação brasileira, caracterizando um total de 31% das amostras como impróprias para consumo humano.

Na Tabela 2 estão representados os resultados referentes às análises físico-químicas.

Com base nos resultados da Tabela 2, verificou-se que o teor de umidade do leite está entre 93,3 a 95,4%, o permitido pela legislação é de até 88%, mostrando que o leite pode estar sofrendo alteração. A umidade é um parâmetro muito importante na indústria leiteira, pois por ser o componente em maior proporção, deve ser controlado a fim de se obter produtos uniformes em diferentes lotes de produção e principalmente porque influencia no rendimento [BRASIL 2002]. O exame de cloretos para o leite deve ser sempre negativo. As causas para o problema ainda estão em estudo, mas é comum a relação com mastite ou alimentação inadequada dos animais. Observando os resultados referentes às análises de cloretos na Tabela 2 verifica-se que todas as amostras estão de acordo [LUQUET 1985].

Tabela 2. Resultados das análises físico-químicas das amostras coletadas na queijaria

Coleta	Amostras	pH	Umidade (%)	Cloretos (% NaCl)
1	Leite	6,58	93,28	Negativo
	Queijo	5,70	41,23	2,70
	Soro de queijo	5,58	94,87	0,92
	Ricota	6,77	73,31	0,16
2	Leite	6,50	95,37	Negativo
	Queijo	5,56	47,45	2,80
	Soro de queijo	5,45	96,07	0,83
	Ricota	6,30	76,32	0,22
3	Leite	5,96	93,81	Negativo
	Queijo	5,59	48,82	2,59
	Soro de queijo	5,48	95,49	0,94
	Ricota	6,23	77,35	0,30
4	Leite	6,65	93,56	Negativo
	Queijo	5,90	46,35	2,66
	Soro de queijo	5,45	95,40	0,81
	Ricota	6,91	72,81	0,20

No queijo, a análise de umidade apresentou valores médios entre 41 a 48%, indicando ser um produto de umidade média. Segundo Oliveira (1986), o teor de umidade varia muito e está correlacionado com o tempo de conservação do queijo. Além de modificar o sabor do queijo, o sal regula a atividade enzimática em diversos níveis, afetando o crescimento bacteriano [LIMA

2000]. As amostras de queijo dessa pesquisa apresentaram resultados entre 2,60 a 2,80% de NaCl. Resultados que podem ter influência na redução de contaminações nestas amostras.

O soro de queijo apresentou alto teor de umidade. A legislação não regulamenta esse produto. O pH verificado para as amostras de soro de queijo caracteriza-o como um soro de queijo do tipo doce. Esse soro é empregado na elaboração de uma variedade de produtos. O valor de pH do soro doce pode variar entre 5,2 e 6,7 [SANTANA 2003].

Os níveis elevados de umidade da ricota, característica do próprio produto, influenciam no desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis. Os padrões físico-químicos avaliados para a ricota não são regulamentados pela legislação brasileira [MADALOZZO 2010].

4 Conclusão

Os resultados indicam que a queijaria não apresenta padronização na fabricação de seus produtos e que há necessidade de melhorias no processo de elaboração. O presente trabalho revela que o leite e seus derivados, deveriam merecer maior atenção por parte da comunidade científica, setor produtivo e órgãos de vigilância sanitária. A higiene no processo, inserido no programa de Boas Práticas de Fabricação é essencial, pois visa à melhoria da qualidade e a segurança do consumidor.

5 Referências

- ANDRADE, E. C. B. (2006) Análise de alimentos: uma visão química da nutrição. São Paulo.
- BORGES, M. F. et al. (2008) Perfil de contaminação por *Staphylococcus* e suas enterotoxinas e monitorização das condições de higiene em uma linha de produção de queijo de coalho. *Ciência Rural*, v. 38, n. 5, p. 1431-1438.
- BRASIL (2001) Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. RDC nº 12, de 2 de janeiro. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 10 jan. 2001.
- BRASIL (2002) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Leites. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 20 set. 2002. Seção 1, p. 13.
- BRASIL (2003) Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 8 set. 2003. Seção 1, p 14.
- BRASIL (2006a) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 14 dez. 2006. Seção 1, p.8.
- BRASIL (2006b) Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. RDC nº 171, de 04 de setembro. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Funcionamento de Bancos de Leite Humano. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 04 set. 2006.

BRUGNERA, D. F. et al. (2010) Ricota: Riscos microbiológicos de um alimento considerado saudável. 27º Congresso Nacional de Laticínios, EPAMIG.

CHAPMAN, H. R. e SHARPE, M. E. (1981) Microbiology of Cheese. In: Dairy Microbiology. London: Applied Sciences Publishers, p. 157-243.

EMATER (2012) Bovinos de leite. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/area/bovinocultura.php>. Acesso em 14 de setembro 2013.

FERNANDES, I. N. (2010) Avaliação microbiológica de queijo tipo minas frescal e ricota comercializados em Pelotas, RS, Brasil. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

HAMESTER, C. R. (2006) Avaliação do leite pasteurizado e do leite pasteurizado tipo "B" a partir da utilização de um sistema enzimático. Monografia (Química Industrial), Centro Universitário UNIVATES, Lajeado.

INSTITUTO PANAMERICANO DE PROTEÇÃO DOS ALIMENTOS E ZOOSE (2002) Disponível em: <<http://www.panalimentos.org/sirveta/e/salida2.asp.htm>>. Acesso em: 03 set. 2013.

JAY, J. M. (2005) Microbiologia de Alimentos. 6. ed., Porto Alegre: Editora Artmed.

LAMAITA, H. C. et al. (2005) Contagem de *Staphylococcus* sp. e detecção de enterotoxinas estafilocócicas e toxina da síndrome do choque tóxico em amostras de leite cru refrigerado. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 57, n. 5, p. 702-709.

LIMA, J. L. F. (2000) Uso de detector potenciométrico de sensibilidade aumentada para a determinação de cloretos em leite e produtos lácteos em Fia. Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria, p. 33-35.

LUQUET, F. M. (1985) O Leite. V. 2, Editora Europa-América.

MADALOZZO, E. S. (2010) Caracterização físico-química de ricotas via espectroscopia no infravermelho e métodos de calibração variada. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Ponta Grossa.

MARTINS, E. S. e REIS, N. E. V. (2012) Determinação de coliformes e *Staphylococcus* coagulase positiva em queijos minas frescal. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. v. 6, n. 2, p. 842-851.

NASCIMENTO, M. G. F. et al. (2001) Estudo transversal sobre alguns fatores de risco na contaminação natural de coliformes fecais em queijo minas frescal. Revista Higiene Alimentar, v. 15, n. 86, p. 55-59.

OLIVEIRA, J. S. (1986) Queijo: Fundamentos tecnológicos, Editora Ícone Ltda.

OLIVEIRA, M. N. (2009) Tecnologia de produtos lácteos funcionais. São Paulo: Editora Atheneu.

ORDONEZ, J. A. (2005) Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal. Porto Alegre.

PEREIRA, M. L. et al. (1994) Staphylococcal food poisoning from cream-filled cake in a metropolitan area of South-Eastern Brazil. Revista de Saúde Pública, v. 28, n. 6, p. 406-409.

PERRY, K. S. P. (2004) Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. Química Nova. v. 27, n. 2, p. 293-300.

REIBNITZ, M. G. R., TAVARES, L. B. B. e GARCÍA, J. A. (1998) Presencia de coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* coagulasa y DNAsa positivos en queso. Revista Argentina de Microbiología, v. 30, n. 1, p. 8-12.

SANTANA, R. S. (2003) Valorização química do soro de queijo pela produção seletiva de lactitol por hidrogenação catalítica da lactose. Recife, p. 14.

SANTOS, V. A. Q. (2009) Perfil microbiano, físico-químico e análise de boas práticas de fabricação. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia), Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, São Paulo, p 73-74.

TEIXEIRA, L. V. (2007) Avaliação da qualidade microbiológica do soro de queijos Minas padrão e mozzarella produzida em quatro regiões do estado de Minas Gerais. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 59, n. 1, p. 29-31.

VILELA, D. B. et al. (2001) Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento, Brasília: MCT/CNPq, Juiz de Fora: Embrapa Gado do Leite, p. 233.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE MÉIS DA REGIÃO DO VALE DO TAQUARI, RS

Janaína de Souza, Fabiana C. Klein, Gabriela S. Wenzel¹
Claucia V. de Souza²

Resumo

O mel é consumido cada vez mais por ser um produto altamente benéfico para o organismo e para saúde; no entanto, seu custo é relativamente alto, o que incentiva sua adulteração. Este trabalho foi realizado com a finalidade de avaliar a qualidade dos méis industrializados e in natura comercializados na região do Vale do Taquari - RS. As análises que obtiveram 100% de aprovação foram as de hidroximetilfurfural, cinzas, bolores e leveduras, coliformes totais e termotolerantes e *Salmonella* spp.. Dentre as amostras analisadas apenas 10% encontravam-se dentro dos parâmetros exigidos pela legislação, tanto sob o ponto de vista físico-químico quanto do microbiológico.

Abstract

*The honey is increasingly consumed to be a highly beneficial to the body and health, though its cost is relatively high, which encourages tampering. This study was conducted in order to assess the quality of fresh and processed honeys sold in the Vale do Taquari - RS. The analyses that had 100% approval were hydroxymethylfurfural, ash, yeasts and molds, total and fecal coliforms and *Salmonella* spp.. Among the samples, only 10% were within the parameters required by legislation, both from the standpoint of physical-chemical as the microbial.*

1 Introdução

Conforme a Instrução Normativa nº 11 [BRASIL 2000], entende-se por mel o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas das mesmas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia.

O mel é composto de 80% de glicose, 17% de água e 3% de outras substâncias [BASTOS 1995]. Apresenta em sua composição, embora em pequena quantidade, importantes componentes nutricionais, tais como tiamina, riboflavina, piridoxina, vitamina C e sais de cálcio, fósforo e enxofre [SCHWEITZER 2001]. A composição do mel depende das condições climáticas e dos componentes do néctar da espécie vegetal que o produz, as quais conferem ao produto características específicas. O manejo do apicultor, embora exerça efeito sobre as características físico-químicas e microbiológicas do produto, não tem grande influência [MARCHINI et al.

¹ Graduandas da Univates, Lajeado-RS. janainasouza@univates.br

² Prof^a Dr^a da Univates, Lajeado-RS. claucia@univates.br

2001]. Conforme a Instrução Normativa nº 11 [BRASIL 2000] são características físico-químicas do mel os açúcares redutores (mínimo 65 g/100 g), umidade (máximo 20 g/100 g), sacarose aparente (máximo 6 g/100 g), sólidos insolúveis (máximo 0,1 g/100 g), cinzas (máximo 0,6 g/100 g), acidez (máximo 50 meq/kg), atividade diastásica (positiva) e hidroximetilfurfural (máximo 60 mg/kg).

A qualidade e a segurança do mel estão relacionadas às suas características microbiológicas. Os principais micro-organismos são leveduras, fungos filamentosos e bactérias formadoras de esporos. Estes podem estar envolvidos em atividades de deterioração do produto, produção de enzimas, toxinas, conversão metabólica do alimento, produção de fatores do crescimento (vitaminas e aminoácidos) e fatores de inibição de micro-organismos competidores [GOMES 2006]. A legislação brasileira exige somente a ausência de *Salmonella* spp. para as análises microbiológicas em mel [BRASIL 2001]. As principais fontes de contaminação que ocorrem após a colheita são: manipulação, contaminação cruzada, equipamentos e instalações [SILVA et al. 2008].

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica de amostras de méis industrializadas e *in natura* coletadas na região do Vale do Taquari, RS, verificando a adequação à legislação brasileira vigente.

2. Material e Métodos

O seguinte estudo foi realizado em 10 amostras de méis, sendo 4 amostras industrializadas com registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (genericamente identificadas pelas letras A, B, C e D), e 6 amostras *in natura* (identificadas pelas letras E, F, G, H, I e J), provenientes de mercados e feiras da região do Vale do Taquari.

2.2. Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas de bolores e leveduras, coliformes totais e termotolerantes e *Salmonella* spp. foram baseadas nas metodologias descritas na Instrução Normativa nº 62 [BRASIL 2003].

2.3. Análises Físico-químicas

Para a realização das análises físico-químicas (Tabela 1) foram adotadas as metodologias recomendadas pelo Regulamento Técnico para fixação de Identidade e Qualidade do mel do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa nº 11, de outubro de 2000 [BRASIL 2000].

Tabela 1. Metodologias utilizadas nas análises físico-químicas

Parâmetro	Metodologia/ equipamento utilizado
Umidade	Refratometria/Refratômetro Abbe Refractometer
Cinzas	Gravimetria
Hidroximetilfurfural (HMF)	Espectrofotometria 284-336 nm/ Espectrofotômetro
Acidez livre	Titulometria com NaOH
Sólidos insolúveis	Gravimetria
Açúcares redutores	Fehling modificado por Soxhlet
Sacarose aparente	Fehling modificado por Soxhlet
Atividade diastásica	Reação de Lugol

3. Resultados e Discussões

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados físico-químicos para as amostras de méis industrializadas e *in natura*, respectivamente.

Em 75% das amostras industrializadas e 16,66% das amostras *in natura* analisadas o teor de umidade ultrapassou o limite estabelecido pela legislação, que permite um teor máximo de 20% de umidade [BRASIL 2000]. Este fator é determinante para a viscosidade e a fluidez do mel, além disso, as quantidades elevadas de água no mel favorecem a proliferação de leveduras, inutilizando-o para o consumo humano [PINTO et al. 2010; MORAES et al. 1998]. Apesar das amostras de méis analisadas terem alta umidade não apresentavam presença de bolores, provavelmente em função de agentes antimicrobianos presentes naturalmente neste produto.

Para a determinação de hidroximetilfurfural (HMF) obteve-se 100% de aprovação tanto para as amostras industrializadas quanto para as amostras *in natura*, onde todas apresentaram valores inferiores a 60 mg/kg conforme prevê a legislação [BRASIL 2000]. A análise deste composto é um indicativo de qualidade, pois quando o produto apresenta elevado teor de HMF, pode ter sofrido superaquecimento, armazenamento prolongado em condições inadequadas [EVANGELISTA-RODRIGUES et al. 2005] ou emprego de xarope de milho ou de beterraba e xarope invertido no mel [BERTOLDI et al. 2004].

Os valores encontrados para cinzas estão de acordo com o padrão exigido pela legislação, que permite no máximo 0,6%. Esta análise determina a presença de materiais inorgânicos não especificados como terra, areia, pólen em excesso ou ainda contaminação provocada pela não decantação e/ou filtração no final do processo de extração do mel [EVANGELISTA-RODRIGUES et al. 2005].

Para a análise de acidez apenas uma amostra (*in natura*) encontra-se em desacordo com os padrões exigidos pela legislação brasileira, que permite no máximo 50 meq.kg⁻¹ [BRASIL 2000]. Este é um parâmetro importante, pois auxilia na avaliação de deterioração do mel, que contribui para minimizar o crescimento bacteriano no produto e realçar o sabor do mesmo [ANDRADE 2006].

Em relação aos resultados da análise de sólidos insolúveis, 100% das amostras industrializadas e 83,33% das amostras *in natura* estavam em desacordo com o padrão exigido

pela legislação, no máximo 0,1 g/100 g [BRASIL 2000]. Estes sólidos insolúveis podem ser provenientes de sedimentos presentes nos méis ou possíveis contaminações oriundas do processo de colheita e processamento, podendo ser removidos com a utilização de peneiras de malha fina [ANDRADE 2006].

Em relação aos açúcares redutores, 50% das amostras de méis industrializados e 16,66% de méis *in natura* estavam em desacordo com o permitido pelo MAPA [BRASIL 2000], que exige um mínimo de 65 g/100 g de mel analisado. A glicose determina a cristalização do mel devido a sua pouca solubilidade, já a frutose determina a sua doçura, por ter alta higroscopicidade [CARVALHO et al. 2005].

Já na análise de sacarose aparente, apenas 25% das amostras industrializadas apresentaram valores acima de 6 g/100 g. Com a colheita prematura do mel pode ocorrer à transformação parcial de sacarose em glicose e frutose devido a ação da invertase, o que pode ter ocasionado o elevado teor de sacarose aparente [EVANGELISTA-RODRIGUES et al. 2005].

Em relação à atividade diastásica, obteve-se 50% de reprovação para as amostras industrializadas e 16,66% para as amostras *in natura*. A atividade diastásica é importante por indicar a pureza do mel, sua ausência reflete em procedimentos e/ou adulterações realizadas no mel, superaquecimento, adição de açúcar invertido, condições de armazenamento inadequadas e a diminuição desta atividade diminui devido à desnaturação parcial ou total das amilases [AROCHA et al. 2008].

Tabela 2. Médias dos parâmetros físico-químicos das amostras industrializadas de méis

Amostras	Umidade	HMF	Cinzas	Acidez	Sólidos	Açúcar	Sacarose	Atividade
	(%)	(mg/kg)	(%)	(meq/kg)	Insolúveis (%)	reductor (g/100 g)	Aparente (g/100 g)	diastásica
A	20,4	11,24	0,17	15,45	0,15	61,64	5,89	N
B	20,8	0,57	0,32	21,41	0,25	69,37	0,36	P
C	20,8	3,20	0,30	19,87	0,15	55,28	8,19	P
D	19,4	1,13	0,09	23,50	0,18	65,03	3,04	N
Limite*	Máx. 20	Máx. 60	Máx. 0,6	Máx. 50	Máx. 0,1	Mín. 65	Máx. 6	P

*Estabelecidos na IN n° 11 de 2000 (BRASIL, 2000); N = Negativo; P = Positivo.

Tabela 3. Médias dos parâmetros físico-químicos das amostras *in natura* de méis

Amostras	Umidade	HMF	Cinzas	Acidez	Sólidos	Açúcar	Sacarose	Atividade
	(%)	(mg/kg)	(%)	(meq/kg)	Insolúveis (%)	reductor (g/100 g)	Aparente (g/100 g)	diastásica
E	19,0	13,80	0,27	21,30	0,20	74,07	0,00	P
F	18,6	5,58	0,38	21,45	0,36	68,19	0,52	P
G	18,2	7,42	0,49	17,33	0,07	72,65	0,00	P
H	17,6	1,44	0,27	25,26	0,24	60,52	4,98	N
I	20,0	4,75	0,42	10,14	0,34	70,55	0,00	P
J	20,8	1,29	0,33	64,98	0,59	75,27	0,00	P
Limite*	Máx. 20	Máx. 60	Máx. 0,6	Máx. 50	Máx. 0,1	Mín. 65	Máx. 6	P

*Estabelecidos na IN n° 11 de 2000 (BRASIL, 2000); N = Negativo; P = Positivo.

As Tabelas 4 e 5 apresentam os resultados microbiológicos para as amostras de méis industrializadas e *in natura*, respectivamente.

Em relação à avaliação microbiológica de méis, a legislação brasileira somente exige análise de *Salmonella* spp. e tem como parâmetro ausência da mesma em 25 g de produto [BRASIL 2001].

Tabela 4. Resultados das análises microbiológicas das amostras industrializadas

Amostras	Coliformes totais e termotolerantes (NMP/g)	Bolores e leveduras (UFC/g est)	<i>Salmonella</i> spp. (em 25 g)
A	<0,3	< 1,0 x 10 ²	Ausência
B	<0,3	< 1,0 x 10 ²	Ausência
C	<0,3	< 1,0 x 10 ²	Ausência
D	<0,3	< 1,0 x 10 ²	Ausência

Tabela 5. Resultados das análises microbiológicas das amostras *in natura*

Amostras	Coliformes totais e termotolerantes (NMP/g)	Bolores e leveduras (UFC/g est)	<i>Salmonella</i> spp. (em 25 g)
E	<0,3	1,0 x 10 ²	Ausência
F	<0,3	< 1,0 x 10 ²	Ausência
G	<0,3	1,0 x 10 ²	Ausência
H	<0,3	< 1,0 x 10 ²	Ausência
I	<0,3	1,0 x 10 ²	Ausência
J	<0,3	1,0 x 10 ²	Ausência

Os méis analisados, tanto industrializados como *in natura*, não apresentaram contaminação microbiológica de coliformes totais e termotolerantes e de bolores e leveduras. Além disso, estão de acordo com os parâmetros microbiológicos da legislação brasileira vigente [BRASIL 2001], indicando a boa manipulação no processo.

4 Conclusão

A partir dos resultados das análises físico-químicas e microbiológicas dos méis industrializados e *in natura*, comercializados na região do Vale do Taquari, percebeu-se que apenas 10% das amostras estavam de acordo com os padrões estabelecidos na legislação brasileira vigente. As amostras de méis industrializados apresentaram o maior percentual de reprovação. Portanto, é necessário que estes produtos sejam fiscalizados com maior rigor pelos órgãos competentes, para que se possa consumir produtos com melhor qualidade, garantindo a saúde e o bem estar da população.

5 Referências

- ANDRADE, E. C. B. (2006) Análise de alimentos, uma visão química da nutrição. São Paulo: Ed. Varela.
- AROUCHA, E. M. M. et al. (2008) Qualidade do mel de abelha produzidos pelos incubados da Iagram e comercializado no município de Mossoró/RN. Revista Caatinga, v. 21, n. 1, p. 211-217.
- BASTOS, E. M. (1995) Espectro polínico do mel produzido em algumas áreas antrópicas de Minas Gerais. Revista Brasileira de Biologia, v. 55, n. 4, p. 789-799.
- BERTOLDI, C. F. et al. (2004) Características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), com florada predominante de hortelã-do-campo (*Hyptis crenata*), produzido no Pantanal. In. IV Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio Econômicos do Pantanal. Corumbá-MS. Anais eletrônicos.
- BRASIL (2000) Ministério da Agricultura, do abastecimento e da Reforma Agrária. Instrução Normativa Nº 11. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Mel. Brasil: MAPA.
- BRASIL (2001) Ministério da Agricultura, do abastecimento e da Reforma Agrária. RDC Nº 12. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Brasil: MAPA.
- BRASIL (2003) Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Diário Oficial da União, Brasília.
- CARVALHO, C. A. L. et al. (2005) Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-químicas. 1ª edição. 32 p. Bahia.
- EVANGELISTA-RODRIGUES, A., SILVA, E. M. S., BESERRA, M. F. e RODRIGUES, M. L. (2005) Análise físico-química de méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona Scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. Ciência Rural, v. 35, n. 5, p. 1166- 1171.
- GOMES, L. P. (2006) Contaminação bacteriana em amostras de méis de *Apis mellifera* L. comercializados no Estado do Rio de Janeiro. 46f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Veterinária) – Departamento de Microbiologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- MARCHINI, L. C. et al. (2001) Características físico-químicas de amostras de mel e desenvolvimento de enxames de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae), em cinco diferentes espécies de eucaliptos. B. CEPPA, v. 21, n. 1, p. 193-206.
- MORAES, R. M. e TEIXEIRA, E. W. (1998) Análises de mel (manual técnico). Pindamonhagaba: SAA/AMA.
- SCHWEITZER, P. (2001) Comportamento Físico-Químico de Mel da Abelha da França. Revista Abeille de France. Nº 866:61.
- PINTO, C. C. O. A. e LIMA, L. R. P. (2010) Análises físico-químicas de méis consumidos no Vale do Aço – MG. Farmácia & Ciência, v. 1, p. 27.
- SILVA, M. B. L., CHAVES, J. B. P., MESSAGE, D., GOMES, J. C., GONÇALVES, M. M. e OLIVEIRA, G. L. (2008) Qualidade Microbiológica de méis produzidos por pequenos apicultores e de méis de entrepostos registrados no serviço de Inspeção Federal no estado de Minas Gerais. Alimentos e Nutrição, v. 19, n. 4, p. 417-420.

ÓLEO VEGETAL RESIDUAL COMO CO-SUBSTRATO NA GERAÇÃO DE BIOGÁS

Alan Nelson Arenhart Heberle, Odorico Konrad, Marluce Lumi,
Jaqueline Fernandes Tonetto, Nara Paula Schmeier¹

O constante desenvolvimento tecnológico e o crescimento da população mundial, aliados ao consumo exagerado dos recursos naturais, geram um incremento na demanda por alimentos e produtos industrializados. Neste sentido, os rejeitos gerados por estas atividades possuem altas concentrações de matéria orgânica, podendo facilmente conduzir a um desequilíbrio ambiental quando não gerenciados de maneira correta (HARRIS & ROACH, 2013). Frente a grande quantidade de matéria orgânica associada a estes resíduos, a biodigestão pode reduzir o potencial poluente das emissões dos resíduos orgânicos e ao mesmo tempo gerar biogás (SALOMON et al., 2009). No Brasil, mais de 200 milhões de litros de óleo por mês são destinados incorretamente aos corpos hídricos, o que cria a necessidade de pensar em uma alternativa de destino a este resíduo (ECÓLEO, 2012). O estudo tem como objetivo avaliar se o óleo vegetal residual (OVR) apresenta condições para suplementar a geração de biogás. O lodo utilizado na pesquisa é procedente de distintos processos industriais e o OVR é oriundo da fritura de produtos alimentícios. O experimento foi realizado com 24 amostras divididas em quatro grupos representativos, caracterizados como controle e os grupos suplementados com OVR nos percentuais de 1,8 %, 3,6 % e 5,4 % do volume total das amostras, sendo que as aplicações se deram em três momentos distintos. Os reatores permanecem acondicionados em incubadora bacteriológica, ajustada a temperatura constante de 35 °C e o volume de biogás gerado é controlado por um sistema automatizado para leitura em escala laboratorial, sendo a qualidade do biogás (CH₄) medida diariamente a partir de um sensor específico. Utilizou-se correlação não paramétrica de Pearson (r) para analisar a relação entre o volume de biogás e de metano em cada tratamento. Os resultados obtidos indicam que a adição de 5,4 % de OVR se sobressai em relação aos demais tratamentos, com incremento de 164,24 % na geração de biogás e de 150,18 % no rendimento de metano em relação à amostra controle. No entanto, a adição de 1,8 % e 3,6 % de OVR demonstrou correlação positiva superior (r=97,93 % e r=97,84 %) a do tratamento 5,4 % (r=94,75 %) de OVR. A partir dos resultados obtidos, observou-se que a dosagem ideal de OVR a ser adicionada ao substrato deve ser inferior a 5,4 %, pois o sistema poderá sofrer inibição por sobrecarga orgânica.

¹ Laboratório de Biorreatores, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Univates. Lajeado-RS – Brasil. aheberle1@univates.br, okonrad@univates.br, mlumi@universo.univates.br, jaquetonetto@gmail.com, nps@univates.br

PRODUÇÃO ORGÂNICA DE MORANGOS (*FRAGARIA ANANASSA*) COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE HÚMUS DE MINHOCAS

Maira Cristina Martini¹, Lucélia Hoehne¹, Wagner Manica Carlesso¹, Virginia Basso¹, Rosecler Ribeiro¹, Jordana Finatto¹, Taciélen Altmayer¹, Camila Alliatti¹, Luís Carlos Scherer¹, Elisete de Freitas¹, Eduardo Miranda Ethur¹, Simone Stülp¹. (1)

Resumo

O plantio de morango pode ser considerado uma boa alternativa às pequenas propriedades familiares. Neste trabalho avaliou-se o plantio de morangueiros *Fragaria ananassa* (Camarosa), com diferentes proporções de húmus de minhoca (0, 20, 40, 60, 80 e 100%). O experimento foi conduzido em casa de vegetação situada no campus do Centro Universitário UNIVATES-RS, com início em julho de 2012, e estendendo-se até dezembro do mesmo ano. As análises feitas foram de proteína, umidade, cinzas e pH dos frutos. A partir dos parâmetros analisados é possível afirmar que proporções iguais ou superiores a 60% do vermicomposto são as mais indicadas para a produção de morango orgânico.

Palavras-chave: Morangueiro. Vermicomposto. Fertilizante orgânico.

Abstract

*The planting of strawberry can be considered a good alternative to small family farms. In this study we evaluated the planting of strawberry *Fragaria ananassa* (Camarosa) with different proportions of earthworm castings (0, 20, 40, 60, 80 and 100%). The experiment was conducted in a greenhouse located on the campus of the University Center UNIVATES-RS starting in July 2012 and extending until December of the same year. Analyses were made of protein, moisture, ash and pH of fruits. From the parameters evaluated we can say that ratios greater than or equal to 60% of humus are the most suitable for the production of organic strawberry.*

1. Introdução

O morango possui a vantagem de ter sua produção no final do inverno e início da primavera, quando há uma escassez de frutas à venda, tendo uma boa aceitação. Ademais, a cultura é alta demandadora de mão-de-obra possibilitando a geração de vários empregos. Outra vantagem é a industrialização do excesso de produção que pode ser transformado em geleias, licores, sucos, além de servir como ingrediente em sorvetes, iogurtes e outras bebidas lácteas, sendo uma boa alternativa às pequenas propriedades familiares. Segundo Schwengber e Schiedeck (2011) atualmente há uma grande demanda no mercado por alimentos orgânicos, isentos de resíduos de agrotóxico, e sem poluir diretamente o meio ambiente.

O morangueiro é classificado botanicamente como uma hortaliça da família das rosáceas, sendo uma cultura típica de clima mais ameno e pouco tolerante a temperaturas elevadas. Uma peculiaridade da planta é apresentar flores, frutos verdes e maduros no mesmo pé. Essas características botânicas aliadas ao uso intensivo de agrotóxicos para controle de doenças e

¹ Docentes e discentes da Univates, Lajeado-RS. luceliah@univates.br

pragas facilitam o acúmulo de resíduos químicos, pelo fato do pesticida ser aplicado em todo pé. Além disso, o rápido amadurecimento dos frutos dificulta o respeito do período de carência do agrotóxico, e a impossibilidade de descascá-lo acentuam o problema para quem o consome.

Conforme Stertz (2004) coletando amostras de morangos convencionais e orgânicos (Segundo Santos e Monteiro (2004), orgânicos são livres da utilização excessiva de agrotóxicos), na região metropolitana de Curitiba, foram observadas pouquíssimas diferenças na acidez, cinzas e vitamina C, entre os dois tratamentos. Já nos níveis de açúcares e matéria seca foram maiores no cultivo orgânico. Com isso pode-se afirmar que o morango orgânico é mais aceitável ao paladar dos consumidores.

O morangueiro é uma cultura bastante exigente em relação às condições físicas e nutricionais do solo. Produz melhor em solos areno-argilosos, bem drenados, ricos em matéria orgânica e de boa constituição física. A faixa de pH preferido fica entre 5,5 e 6,0 (DAROLT, 2008). Outro ponto importante é a nutrição do morangueiro. A adubação orgânica oferece uma série de benefícios que resulta em melhoria de produtividade e resistência das plantas. Após o levantamento de canteiros, aconselha-se utilizar o húmus de minhoca que deve ser espalhado homogeneamente e incorporado por completo ao solo.

A adubação orgânica vai variar muito do tipo e da qualidade do solo, porém adubações com 3 a 5 kg/m² de húmus de minhoca têm demonstrado excelentes resultados (SCHWENGBER e SCHIEDECK, 2011).

Ademais, Iyama e May (2004) mostraram que em uma valoração econômica do meio ambiente uma propriedade orgânica fortalece a ideia da preservação, através de uma prática agrícola mais condizente com a sustentabilidade e o desenvolvimento econômico. Segundo os autores, em termos comparativos a propriedade orgânica acaba sendo mais competitiva no longo prazo.

O método da produção orgânica se encaixa perfeitamente em agriculturas familiares, por ser um investimento de baixíssimo custo. Segundo Iyama e May (2004), apontaram que a produtividade média do cultivo convencional foi superior ao orgânico. Sendo esse um dos motivos que leva os produtores a continuar no sistema convencional. Porém fazendo a relação custo/benefício o orgânico se destaca por ter baixo custo na sua produção, e alta valoração no mercado.

Dessa forma se torna interessante o cultivo de morangos utilizando fertilizante orgânico como o húmus. O vermicomposto é produzido por processo de decomposição aeróbica, em que na primeira fase, estão envolvidos fungos e bactérias e em uma segunda fase, ocorre também atuação das minhocas originando um composto de melhor qualidade. Segundo Harris (1990) o vermicomposto, quando aplicado ao solo, provoca benefícios físicos, químicos e biológicos. Outras características relevantes são citadas por Marciano e Moraes (2011) como não dispersar facilmente com água, liberar os nutrientes gradativamente, proporcionar maior vigor nas

plantas, reter a umidade do solo, não ser tóxico, podendo assim ser empregado sem ser prejudicial à saúde e ao meio ambiente.

Outros estudos com diferentes proporções de húmus de minhoca já foram realizados. Wolanski e Carvalho (2006) avaliaram o crescimento da *Melissa officinalis* L.(melissa) em diferentes níveis de húmus de minhoca. Os resultados do experimento mostraram que o vermicomposto influencia no crescimento e no desenvolvimento das plantas. Quando comparados com o isento, as plantas que apresentaram melhores respostas referente a massa seca e fresca foram as que obtinham maior quantidade de húmus em seu substrato.

De acordo com a pesquisa de Oliveira *et al.* (2001), a utilização de húmus de minhoca no cultivo de cenouras mostrou-se positiva, ressaltando que a quantidade de 25t/ha supriu de forma eficiente os nutrientes necessários para um ótimo desenvolvimento total e comercial de raízes de cenoura.

O objetivo deste estudo é identificar qual a concentração mais apropriada de vermicomposto para uma maior produtividade de morangos, além de auxiliar os produtores a adotar boas práticas de manejo de produção orgânica.

2. Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no campus da Univates na cidade de Lajeado – RS. A localização geográfica aproximada é de: 29º 27' S, 51º 56' W e altitude de 34,065 m. Foram adquiridos 150 mudas de morango da espécie *Fragaria ananassa* (Camarosa) que foram plantadas individualmente em embalagens plásticas específicas para plantio. O experimento teve início em julho de 2012 e estendendo-se até dezembro do mesmo ano, portanto o desenvolvimento das mudas foi monitorado durante seis meses. A adubação utilizada foi húmus de minhoca, oriundo da espécie *Eisenia andrei* (Vermelha da Califórnia), em diferentes concentrações, que variaram de 0, 20, 40, 60, 80 e 100%, que foram homogeneizados a um solo argiloso com um baixo índice de matéria orgânica. Para cada concentração foi utilizado 25 mudas de morango, portanto para cada experimento houve 25 repetições, totalizando 150 amostras. Posterior ao plantio o experimento foi deslocado para uma estufa, onde foi utilizado um sistema de irrigação conhecido por gotejamento aéreo, que foi acionado uma vez ao dia durante todo período. Adotou-se como padrão de colheita quando o fruto se encontrar com mais de 80% da sua coloração vermelho intenso.

Todas as análises foram realizadas em triplicata. A vidraria utilizada nas análises foi descontaminada em HNO₃ 10%, num período de 24 horas. Os parâmetros analisados para todas as concentrações de húmus foram: avaliar a produção total em gramas de morangos, relação da massa fresca com a massa seca da parte foliar e parâmetros físico-químicos como cinzas, proteínas, umidade e pH dos frutos. Para a determinação do pH foi utilizado pH-metro Digimed modelo DM-20, com inserção do eletrodo diretamente no morango diluído em 60 ml de água destilada (SOUZA *et al.*, 2008). As demais análises basearam-se na metodologia do Instituto

Adolfo Lutz (2005). Assim, para a obtenção das cinzas as amostras permaneceram na mufla a 550°C até peso constante. A umidade das amostras foi determinada utilizando uma estufa Biopar por 8 h a 105°C. Para determinação da proteína foi utilizado o método de Kjeldahl, um destilador de nitrogênio modelo TE-0363 da TECNAL e bloco digestor de proteínas marca TECNAL, após a destilação a amostra foi titulada com ácido clorídrico 0,1 mol/L até viragem.

3. Resultados e Discussão

Um dos parâmetros analisados foi o crescimento de massa foliar. Segundo Grassi *et al.* (1999), verificou-se que nas primeiras semanas após o plantio o crescimento e o desenvolvimento das plantas foi lento, devido ao sistema de cultivo de mudas frescas, de raízes nuas, no qual tanto o sistema radicular como as folhas sofrem estresse; após essa fase, a absorção de nutrientes aumenta, sendo que o peso da massa foliar e o acúmulo de nutrientes atingem o máximo na época do pico de produção de morango. A Figura 1 evidencia o tamanho das plantas conforme a adubação do húmus.

Figura 1. Imagem coletada dos morangos orgânicos três meses após o plantio.



Como pode ser observado na Figura 1, os morangos que foram plantados nas concentrações de 20, 40, 60% de húmus não demonstram diferenças significativas no seu crescimento foliar, para os primeiros três meses de experimento. Já a amostra onde não foi adicionado húmus no substrato, mostrou um desenvolvimento de massa foliar bem menor em relação aos demais. Desse modo, os melhores resultados encontrados nesse período foram as concentrações de 80 e 100% de húmus, apresentando uma massa foliar maior e o surgimento dos primeiros frutos.

No final do experimento foi determinada a produção total de morangos em gramas para cada concentração de húmus. A Tabela 1 mostra os resultados da produção de morango em função das concentrações de húmus no substrato.

Tabela 1. Relação entre as concentrações de húmus com a produção de morangos

Húmus (%)	Produção de morangos (g)	Massa média por unidade (g)
0	215,09 ± 0,2	4,48 ± 0,1
20	421,26 ± 0,1	4,13 ± 0,1
40	554,10 ± 0,1	5,22 ± 0,1
60	741,73 ± 0,2	5,15 ± 0,1
80	731,15 ± 0,1	4,38 ± 0,1
100	770,07 ± 0,1	5,38 ± 0,1

A Tabela 1 evidencia que a produção manteve um crescimento proporcional para quase todas as concentrações de húmus, que variaram de 215,09 gramas no experimento com 0% de húmus, para 770,07 gramas nas amostras com 100% de húmus, demonstrando um ganho de 550 gramas de morango. Em relação à concentração de 80% de húmus, obteve-se um resultado não favorável, pois sua produção total foi de 531,15 gramas inferior à concentração de 40% que teve uma produção de 554,10 gramas. As demais concentrações demonstraram crescimento uniforme. Um resultado interessante é a massa média por unidade em (g) dos morangos, que mostra uma semelhança entre as amostras, tanto na concentração mínima de húmus 20% como na máxima 100%, não houve diferença significativa na massa dos morangos individualmente, mostrando que o aumento da matéria orgânica teve apenas influencia direta na produção final, mas se tratando de frutos individuais as massas se equivalem.

Após a colheita, foi realizada a avaliação das características físico-químicas dos morangos, os parâmetros analisados foram proteínas, umidade, cinzas e pH, sendo estes importantes, quando se estuda o comportamento de uma cultivar em diferentes concentrações de matéria orgânica, pois permite obter informações sobre a qualidade do produto final. A Tabela 2 evidencia os parâmetros analisados.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos do morango orgânico produzidos com diferentes proporções de húmus

Húmus (%)	Umidade (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	pH
0	93,57 ± 0,1	0,35 ± 0,1	0,45 ± 0,1	3,95
20	91,43 ± 0,1	0,52 ± 0,1	0,46 ± 0,1	3,61
40	92,74 ± 0,2	0,51 ± 0,2	0,34 ± 0,1	3,59
60	92,56 ± 0,1	0,49 ± 0,3	0,32 ± 0,1	3,78
80	91,65 ± 0,3	0,53 ± 0,4	0,36 ± 0,1	3,80
100	92,33 ± 0,1	0,61 ± 0,1	0,30 ± 0,1	3,87

Desse modo, foi possível observar na Tabela 2 que os valores de pH mostraram-se em torno de 3,59 a 3,95 é um valor considerado bastante ácido. A Tabela 2 mostra também que existe semelhança entre os resultados; portanto, as diferentes concentrações de húmus não influenciaram nos valores de pH. Outro parâmetro analisado foram as cinzas que é o resíduo mineral fixo resultante da incineração da amostra do produto, segundo método do Instituto Adolfo Lutz (2005). Como pode ser visto na Tabela 2, as concentrações encontradas foram de

0,45% de cinzas para os testes que não continham húmus e 0,30% de cinzas para 100% de húmus, sendo estes resultados semelhantes aos descritos pela Tabela brasileira de composição química dos alimentos da Unicamp (2006), ou seja, quanto maior a concentração de matéria orgânica, menor a quantidade de cinzas presentes no fruto.

Quanto aos valores de proteínas (Tabela 2) variam de 0,35% quando não há concentração de húmus e para 0,61% onde a concentração é 100% de húmus, demonstrando que com o aumento da concentração de vermicomposto houve um aumento diretamente proporcional da proteína, ambos os resultados mostraram quantidades um pouco inferiores aos descritos por outros autores, (UNICAMP, 2006). Quanto à umidade não houve diferença significativa, ou seja, as concentrações de húmus não tiveram influencia direta nas amostras.

4. Conclusão

A cada dia existem consumidores mais conscientes com sua saúde e que acabam influenciando diretamente no modo de produção das agroindústrias ou agriculturas familiares, fazendo com que as mesmas se voltem a uma produção livre de resíduos químicos. A partir desse estudo foi possível concluir com êxito que a produção de morango orgânico, com adubação de húmus de minhoca, de proporções iguais ou superiores a 60% do vermicomposto, são viáveis pois a produção foliar e de frutos foram maiores. Além de não apresentar risco algum ao produtor e ao consumidor, por ser isento de resíduos de pesticida, e principalmente não apresentar riscos ao meio ambiente, é um processo relativamente simples, de baixo custo e extremamente compensador no valor do fruto em mercado.

5. Referências

DAROLT, M.R. Morango orgânico: opção sustentável para o setor. Revista Campo & Negócios. Ano II, N. 34, março 2008. p. 58-61.

GRASSI FILHO, H.; SANTOS, C.H.; CRESTE, J.E. Nutrição e adubação do morangueiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 20: 36-40, 1999.

HARRIS, G. D.; PLATT, W. L.; PRICE, B. C. Vermicomposting in a rural community. Biocycle, v. 10, n. 2, 1990, p. 48-51.

IYAMA, J.T. & MAY, P. H. Valoração Econômica do Meio Ambiente: Comparação da Agricultura Química Versus Agricultura Natural. In: Congresso Acadêmico de Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio de Janeiro, 1. 2004.

SOUZA, Joana Maria Leite de; ALVES, Virginia de Souza; LEITE, Felício Maria Nogueira; REIS, Fabiana Silva; FELISBERTO, Francisco Álvaro Viana. Caracterização físico-químico de farinhas de minhoca oriundas do município de Cruzeiro do Sul/ACRE. Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, 14 a 43-49, abr. 2008.

LUTZ, INSTITUTO ADOLF, Método físico-químico para análise de alimentos. São Paulo, 2005, 1018 p.

MORAIS, A; MARCIANO, P. H. S; A utilização do húmus vermiforme na fertilização do solo. Orientador: Professor Dr. Adriano Bortolotti da Silva. Campos Gerais: Faculdade de Ciências e Tecnologias de Campos Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso. 35p.

OLIVEIRA, A.P.; ESPÍNOLA, F.E.J.; ARAÚJO, J.S.; COSTA, C.C. Produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minhoca e adubo mineral. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 1, p. 77 - 80, março 2.001.

SCHWENGBER, E. J; SCHIEDECK, G; Produção orgânica de morangos: qualidade do campo à mesa. Embrapa-Pelotas, RS, Ano 1, nº 4, julho de 2011.

SCHWENGBER, E. J; SCHIEDECK, G; Húmus líquido: adubação orgânica líquida visando a transição agroecológica. Pelotas, RS, Ano 1, nº 2, março de 2011.

STERTZ, S. C. Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas na Região Metropolitana de Curitiba - Paraná. Tese (Doutorado) – Universidade Federal. Paraná, Setor de Tecnologia. Curitiba. 260 p. 2004.

Tabela brasileira de composição de alimentos. UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf /2006. Acesso em: setembro de 2013.

WOLANSKI, Tatiana; CARVALHO, Ruy Inácio Neiva de. Análise do crescimento e desenvolvimento da melissa (*Melissa officialis* L.) em diferentes níveis de adubação orgânica. *Rev. Acad.*, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 39-48, jan./mar. 2006.

AValiação DA EFICIÊNCIA DE UM PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO NA CONVERSÃO DE ENERGIA SOLAR EM ENERGIA ELÉTRICA

Odorico Konrad¹, Munique Marder¹, Cezar Augusto Machado¹, João Vicente Akwa¹,
Débora Tairine Brietzke¹, Luana Nichel¹

Resumo

A partir da crise energética mundial iniciou-se uma busca por alternativas de energias renováveis, sendo uma delas a conversão de energia solar em energia elétrica através de painéis fotovoltaicos. O presente estudo tem como objetivo analisar a eficiência de painéis solares na conversão de energia elétrica relacionando a geração de energia solar fotovoltaica com dados da radiação solar incidente na cidade de Lajeado/RS - Brasil, durante o mês de julho de 2013. O painel solar possui área de 16,5 m² e está instalado no campus da UNIVATES para o norte geográfico com inclinação de 24°. A partir dos dados obtidos pode-se perceber que o painel solar fotovoltaico indicou eficiência na conversão de energia elétrica de 13,87%.

Abstract

From the global energy crisis began a search for alternative energy sources, one being the conversion of solar energy into electricity through photovoltaic panels. The present study aims to analyze the efficiency of solar panels in the conversion of electrical energy relating the generation of solar PV with solar radiation data in the city of Lajeado / RS - Brazil, during the month of July 2013. The solar panel has an area of 16.5 m² and is housed on the campus of UNIVATES to true north with an inclination of 24 °. From the data obtained can be seen that the photovoltaic solar panel indicated efficiency in converting electricity of 13.87%.

1. Introdução

As fontes de energia de origens fósseis são utilizadas pelo ser humano na produção de energia elétrica. Com o propósito de buscar uma substituição gradativa da dependência de utilização de energias fósseis, destacam-se alternativas de energias renováveis. Considerada uma tecnologia limpa, a energia solar vem se tornando de grande interesse em diversos países do mundo (VARELLA, *et al.* 2008).

O Sol é uma imensa fonte de energia inesgotável, responsável pela origem de praticamente todas as fontes de energias renováveis (BRITO, 1999). A radiação solar pode ser convertida em energia útil ao homem a partir das células fotovoltaicas. A energia solar pode ser absorvida em coletores solares para prover aquecimento de ambiente e água, bem como, convertida diretamente em eletricidade por meio de células fotovoltaicas. (REIS, *et al.* 2009).

¹ Docente es discentos da Univates, Lajeado-RS.okonrad@univates.br, mmarder@universo.univates.br, razecc@universo.univates.br, jvakwa@univates.br, dbrietzke@universo.univates.br, lnichel@univates.br

A geração de energia fotovoltaica cresceu após a crise mundial de energia (1973-1974). A partir do final da década de 1970 o uso crescente desta energia vem sendo acompanhado por inovações que permitiram a melhoria na qualidade de conversão da energia solar em energia elétrica nas células fotovoltaicas (REIS, *et al.* 2009).

Conforme Goldemberg (2010), a célula fotovoltaica, descoberta em 1954 pelos pesquisadores da Bell Laboratories, é constituída de material semicondutor que converte a energia do Sol em energia elétrica. Elas podem formar módulos ligados em paralelo e em série, constituídos de células com dimensões de 1 a 10 cm de largura e produz de 1 a 2 W de potência.

Para o desenvolvimento e aplicações de sistemas fotovoltaicos solares é importante ressaltar que o plano deve ser inclinado, pois melhora a captação da radiação solar no inverno, quando o ângulo de incidência da radiação é diferente daquele que ocorre no verão. A superfície inclinada num ângulo igual ao da latitude local é uma forma de maximizar a captação de energia solar ao longo de um ano. A radiação solar que possui maior variabilidade ao longo do ano, devido às incursões de frentes frias provenientes dos sistemas ciclônicos na região da Antártida, é durante o outono e inverno (MARTINS, *et al.* 2008).

Segundo Brito (2004), é fundamental que o arranjo não receba sombra nos horários de melhor insolação, usualmente entre 9 e 15 horas nos dias mais curtos (21 de junho no Hemisfério Sul e 21 de dezembro no Hemisfério Norte).

Conforme Assunção, *et al.* (2010), a utilização da engenharia fotovoltaica ainda lida com muitas dificuldades. Seu emprego urbano ainda é pouco acessível por apresentar alto custo e ainda há falta de conhecimento das vantagens do emprego dessa fonte limpa e renovável num país como o Brasil, que possui índices propícios de irradiação solar.

Com isso, decidiu-se avaliar a eficiência do painel solar na conversão de energia elétrica durante o mês de Julho. O estudo foi realizado a partir de dados coletados no painel solar fotovoltaico instalado na Univates e na estação meteorológica da mesma.

2 Material e Métodos

A metodologia consiste na avaliação da energia gerada (dada em kWh) de um painel solar fotovoltaico instalado na Univates (29° 26' 67" S e 51° 57' 27" O), bem como a Radiação Solar Horizontal (em kWh) e Radiação Solar no plano inclinado (também em kWh), verificados diariamente.

A estrutura foi disposta em direção ao norte geográfico e inclinada em um ângulo de 24°, definido a partir do programa PVsyst, geralmente utilizado para o estudo de dimensionamento e análise de dados de sistemas fotovoltaicos. O programa indicou este ângulo como o mais recomendado, pois a radiação incidente é mais homogênea ao longo do ano no local escolhido. Cálculos realizados analiticamente e com o auxílio do software de distribuição livre RADIASOL, também indicaram esse ângulo de inclinação como o mais propício para a maximização da geração fotovoltaica ao longo de um ano (KAUFMANN, 2012).

Segundo Pereira e Oliveira (2011), a inclinação dos módulos solares é determinada pelo tipo de utilização apresentado na Tabela 1, levando em conta a variação da altura solar ao longo do ano, neste caso seria anual (doméstico ou outra não sazonal), que consiste em um ângulo igual ao da latitude - 5° (Latitude 29° - 5° = 24°).

Tabela 1: Inclinação do painel solar em relação à necessidade na instalação (PEREIRA, OLIVEIRA, 2011)

Utilização	Inclinação
Verão (hotéis de temporada)	Latitude - 15°
Inverno (aquecimento)	Latitude + 15°
Anual (doméstico ou outra não sazonal)	Latitude - 5°

Conforme o fabricante, o gerador fotovoltaico On-Grid possui área total de 16,5 m², composto por dez módulos. A radiação solar absorvida pelo painel solar (Figura 1) é convertida em energia elétrica em corrente contínua, que é convertida em energia elétrica em corrente alternada através de um inversor cc/ca, interligado com a rede elétrica de distribuição em baixa tensão.

Figura 1: Painel Solar Fotovoltaico



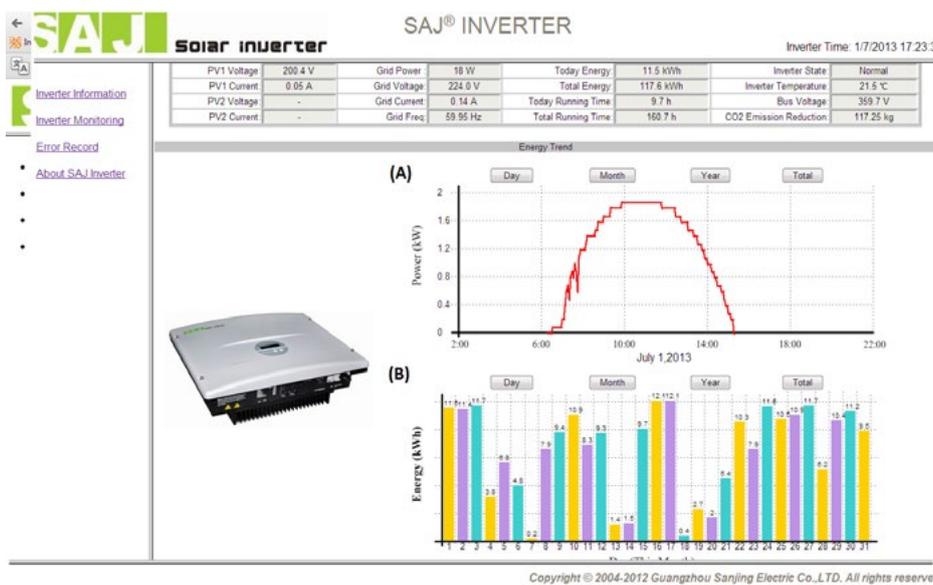
No projeto foi utilizado o inversor Sununo-TL 2k, da marca SAJ, com potência nominal de 2000 W, tensão alternada 220 V e corrente de saída AC de 11 A, representado na Figura 2.

Figura 2: Inversor responsável pela conversão da corrente contínua em alternada



Os dados gerados no inversor são armazenados no software SAJ Solar inverter, onde permanece o registro da geração de energia elétrica diária, mensal, anual e total dos painéis solares, como exibido na Figura 3. O presente estudo analisou a geração de energia diária do mês de julho de 2013, a partir dos dados coletados dos gráficos gerados pelo software.

Figura 3: Gráfico da geração de energia elétrica pelo painel solar fotovoltaico. (A) Gráfico da energia gerada diariamente. (B) Energia gerada acumulada



Os dados de radiação solar horizontal foram coletados na estação meteorológica modelo DAVIS Vantage PRO 2 (Figura 4), localizado no campus da UNIVATES a 85 metros de altitude em relação ao nível do mar, nas coordenadas geográficas 29° 26' 64" S e 51° 57' 44" O. Os dados de radiação solar tem confiabilidade em um raio de 30 km, segundo o fabricante, sendo que no nosso estudo a distância entre a estação meteorológica e a localização das placas fotovoltaicas é de 1,2 Km. Para a comparação dos dados é fundamental ter conhecimento da localização da estação meteorológica e do painel solar, pois estes não devem estar muito afastados, caso contrário pode ocorrer variação nos dados, já que cada região possui características meteorológicas diferenciadas.

Figura 4: Estação meteorológica modelo DAVIS Vantage PRO 2



Para a análise estatística dos dados, utilizou-se o software Excel da Microsoft, que serviu como ferramenta na análise dos dados coletados diariamente, como energia gerada, radiação solar horizontal e radiação inclinada. Inicialmente coletaram-se os dados de radiação solar horizontal a partir das medições executadas a cada 30 min na estação, instalada no Centro de Informações Hidrometeorológicas da Univates, a partir de seu piranômetro.

Para a análise da eficiência do painel solar na conversão de energia solar em energia elétrica é fundamental que as unidades de medidas sejam as mesmas, neste caso é necessário que a potência dada em W/m^2 seja integrada no tempo e multiplicada pela área correspondente para se obter a energia disponibilizada ao painel em kWh. Este procedimento acontece a partir da integração da radiação horizontal em relação ao tempo dos dados adquiridos pelo piranômetro para cada dia durante o mês de julho, sendo relacionada com a área total dos painéis, e dividindo por mil o resultado para obter a energia em kWh, mesma unidade dos painéis solares.

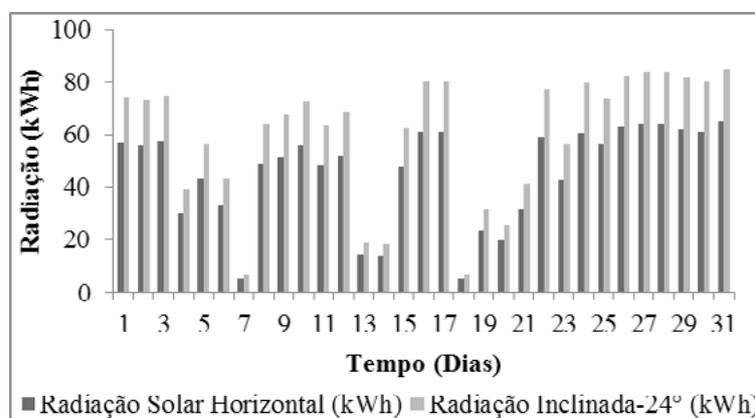
Para a análise da radiação solar no plano inclinado (24°) utilizou-se o software RADIASOL 2 elaborado pelo LABSOL da UFRGS. O mesmo foi de grande importância para a avaliação da eficiência do painel solar na conversão de energia solar em energia elétrica, uma vez que realiza os cálculos de intensidade da radiação solar em superfícies inclinadas, facilitando os cálculos analíticos. Para obter a radiação solar no plano inclinado, foi necessário encontrar a razão entre a média de radiação solar horizontal global e a média global inclinada, dadas pelo software RADIASOL, conforme descrito anteriormente. Através da relação entre radiação solar horizontal, oferecida pelo Centro de Informações Hidrometeorológicas da Univates, e a razão estabelecida anteriormente obteve-se a resultante da radiação solar no plano inclinado (24°).

3. Resultados e Discussões

Na avaliação do potencial de energia solar fotovoltaica observou-se a relação da radiação solar horizontal e inclinada, bem como a eficiência do painel solar na conversão de energia elétrica.

O somatório da energia gerada no mês foi de 245,5 kWh, a radiação solar horizontal total foi de 1414,38 kWh e a radiação total inclinada foi 1769,37 kWh. Com base nos dados apresentados, pode-se perceber que a radiação solar disponibilizada no plano horizontal no mês de julho é menor que a radiação disponibilizada no plano inclinado, conforme apresentado graficamente na Figura 5. Esse resultado é adequado para o que se espera em um mês de inverno, no qual a altura solar é menor, exigindo inclinação maior do painel para a maximização da captação de energia (KAUFMANN, 2012). Isso pode ter ocorrido pelo fato de o painel solar estar instalado em uma latitude de 29° . Segundo estudo realizado por Böhmer (2006), em baixas latitudes ($4,9^\circ$) o ângulo de inclinação do painel solar em relação a horizontal é inferior que em latitudes superiores, consequentemente a relação entre a radiação solar inclinada e a horizontal será menor.

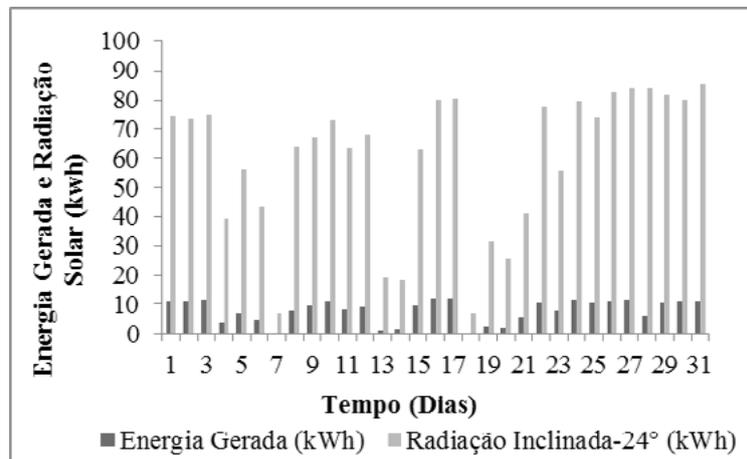
Figura 5: Comparação entre a radiação solar no plano horizontal e no inclinado



Na representação gráfica da Figura 6, observa-se a comparação entre a geração de energia total (245,5 kWh) e a radiação solar inclinada total (1769,37 kWh) do mês de julho. A partir

da razão entre os dados totais de energia gerada e radiação solar inclinada encontrou-se uma eficiência de 13,87% do painel solar na conversão de energia elétrica, resultado próximo aos 14% fornecidos pelo fabricante.

Figura 6: Comparação entre a Energia Gerada e Radiação solar inclinada durante o mês de julho



A partir da análise do gráfico anterior percebeu-se que a geração de energia tem uma boa correlação com a radiação solar. Conforme a radiação solar aumenta, a energia gerada elevará conseqüentemente. Segundo Solarterra (2013) a energia gerada e a radiação solar são proporcionais, a capacidade de produção dos módulos varia com a radiação. Isso pode ser comparado com o Rampinelli e Bühler (2012), quando a radiação solar incide perpendicularmente nos módulos, o sistema está adquirindo a maior quantidade de radiação solar global possível e conseqüentemente gerando a maior potência pois, em temperatura constante a potência gerada pelo módulo fotovoltaico varia de forma aproximadamente linear com a radiação solar, para faixas de radiação de 500 W/m^2 a 1000 W/m^2 .

4. Conclusões

Os módulos fotovoltaicos tem capacidade de receber radiação solar e através de um inversor convertê-la em energia elétrica, este processo resulta no sistema de geração de energia fotovoltaica, fonte renovável que está crescendo.

A finalidade da pesquisa foi analisar o potencial do painel solar na conversão de radiação solar em energia elétrica e verificar se há diferença de absorção do plano inclinado em relação ao horizontal. Conforme os resultados obtidos pode-se perceber que é de extrema importância verificar a inclinação do painel solar, uma vez que este apresentará uma melhor geração de energia quando inclinado corretamente. Em relação à eficiência do painel solar comprovou-se que este tem uma eficiência tal como a esperada, pois apresentou um resultado próximo ao fornecido pelo fabricante.

Por fim, verificou-se que a geração de energia fotovoltaica é proporcional à radiação solar, conforme aumenta a radiação inclinada incidente, aumentará a energia gerada pelo painel fotovoltaico.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). (2012). "Geração Distribuída". Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=757&idPerfil=2>>. Acesso em: 05 jul 2013.
- Arcoweb. (2013). "Energia Fotovoltaica na Arquitetura". Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/energia-fotovoltaica-na-arquitetura-no-brasil-19-06-2009.html>>. Acesso em: 18 jul 2013.
- Assunção F. C. R., Moehlecke A., Mei P. R., Rüther R., Zilles R., Medeiros E. F.(coordenador). (2010). "Energia solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão". CGEE: Brasília.
- Böhmer, C. R. K.,(2006). "Otimização da inclinação de módulos fotovoltaicos em função da radiação solar incidente na região de Pelotas, RS". 68p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.
- Brito, S. de S.. (1999). "Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos". GTES, CEPTEL- CRESESB, Ed. Especial. PRC-PRODEEM. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2004.pdf>. Acessado em 17/05/2013.
- Eletronica. (2013). "Painel Solar Fotovoltaico". Disponível em: <<http://www.electronica-pt.com/index.php/content/view/271/202/>>. Acesso em: 18 jul 2013.
- Goldemberg, J. "Energia e Desenvolvimento Sustentável". (2010). Blucher. Pág.72. Série Sustentabilidade, vol. 4.
- Kaufmann G. V.. (2012). "Avaliação do potencial de geração solar fotovoltaica e análise em tempo real da operação de um painel fotovoltaico instalado na cidade de Lajeado/rs". 66p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Centro Universitário Univates. Lajeado.
- Martins F. R., Pereira E.B., Silva S.A.B., Abreu S.L. e Colle S. (2008). "Solar energy scenarios in Brazil, Part one: Resource assessment". Energy Policy. Vol. 36, Issue 8, Pages 2853–2864.
- Pereira, Filipe A. S., Oliveira, Manuel Â. S. (2011). "Curso Técnico Instalador de Energia Solar Fotovoltaica". Publindústria - Portugal.
- Rampinelli G. A., Bühler A. J.. (2012). "Análise de diferentes tecnologias fotovoltaicas para instalações residenciais no sul do Brasil". Artigo publicado em: Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente,ASADES Vol. 16. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184. P.7. Bento Gonçalves-RS.
- Reis B. L., Fadigas E. A. A., Carvalho C. E.,.(2009). "Energia, Recursos e Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável". Coleção Ambiental, Cap. 5. pp. 228 - 238. Editora Manole. Barueri-SP.
- Solarterra. (2013). "Soluções em Energia Alternativa, Publicado por Panorama Energético". Disponível em: <<http://mbecovilas.files.wordpress.com/2011/06/energia-solar-fotovoltaica.pdf>>Acesso em 17/05/2013.
- Varella F. K. O. M., Cavaliero C. K. N., Silva E. P. (2008). "Energia solar fotovoltaica no Brasil: Incentivos regulatórios." Artigo publicado em: Revista Brasileira de Energia, Vol. 14, Nº. 1, 1º Sem. 2008, pp. 9-22. Acesso em: 17/05/2013.

AN ARCHITECTURAL RECORD OF PRECAST CONCRETE. O CONCRETO PRÉ-FABRICADO INDUSTRIAL E A ARQUITETURA MODERNA NOS EUA: 1956-1965.

H. Nicolás Sica Palermo¹

Abstract

The issues of Architectural Record Magazine (ARec) published during the 50s and the 60s permit to identify some formal references brought by technological advances related to the industrialization of building elements in the U.S. during those years. The architecture built with concrete elements industrially precast exemplifies these aspects. During the mentioned period the use of precast concrete allowed architects and designers to explore formally the structural elements in an even greater degree than usual, providing to bearing systems more tasks than just support loads and optimize construction processes.

Resumo

Os números da revista Architectural Record (ARec) publicados as décadas de 50 e 60 permitem identificar alguns referentes formais trazidos por avanços tecnológicos ligados à industrialização de elementos para construção nos EUA durante aqueles anos. A arquitetura construída com elementos de concreto pré-fabricados industrialmente exemplifica bem esses aspectos. Durante o período mencionado o uso do concreto pré-fabricados permitiu que arquitetos e projetistas explorassem formalmente os elementos estruturais em um grau ainda mais alto do que o usual, possibilitando que as sistemas portantes tivessem mais atribuições do que apenas suportar cargas e otimizar processos construtivos.

1. Introdução

É inegável que as revistas especializadas tiveram um importante papel na gênese da arquitetura moderna, permitindo mediante um olhar atento a obtenção de informação objetiva e isenta de influências teóricas radicais, comumente encontradas em livros e ensaios de autores conhecidos dedicados à catalogação e historiografia da arquitetura.

Muitos dos avanços tecnológicos ocorridos no campo da construção se deram a conhecer entre arquitetos por intermédio dessas revistas. No âmbito norte-americano a revista estadunidense Architectural Record (ARec) fez parte desse processo ao explicar a forma arquitetônica desde sua construção física. Essa ideia adquire ainda mais sentido quando seus números tratam da arquitetura moderna construída nos EUA com elementos pré-fabricados de concreto.

As décadas de 50 e 60 correspondem ao período de grande desenvolvimento formal do material e suas técnicas de utilização. Através das páginas de ARec é possível entender esse processo de maneira objetiva, elucidando alguns aspectos que ainda são pertinentes na atualidade.

¹ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Centro Universitário UNIVATES - Nicolas.sica@upc.edu

2. (1956-1959) Os elementos de concreto pré-fabricado industriais e a arquitetura moderna: desenvolvimento nos EUA.

A história ‘moderna’² dos pré-fabricados de concreto industrializados nos EUA começa ao redor de 1950 com a introdução de novas técnicas de pro-tensão que, naquele momento, eram empregadas em grandes operações construtivas, ligadas ao campo da engenharia civil, nas quais a necessidade de vencer grandes vãos e suportar grandes cargas justificava que se assumissem aqueles problemas originados pela complexidade intrínseca dos elementos pretendidos, os custos de ancoragem e a falta de experiência das empresas empreiteiras³. Ainda assim, já existiam algumas obras de arquitetura, tais como grandes fábricas e galpões, que empregavam a técnica construtiva. Já em meados de 1956 o número de fabricantes de peças de concreto estrutural para construção civil crescia rapidamente.

Apesar do crescimento da indústria existiam consideráveis limitações no emprego de elementos pretendidos de concreto. Segundo o número de ARec de Junho de 1960, naquele mesmo ano o máximo comprimento econômico de vigas pretendidas era da ordem de 60 a 70 pés, ou seja, entre 18,29 e 21,34 m. A produção de uma viga de menos de 50 pés (15,24 m) deveria ser seriamente discutida antes de que fosse produzida. Isso complicava o transporte das peças em determinadas situações e obrigava a adoção de sistemas híbridos de pro-tensão nos quais peças com menores dimensões saíam com um determinado grau de tensionamento da fábrica e acabavam de ser pretendidas na obra. A reportagem especial “*Precast Concrete. A survey of current U.S. practice, with emphasis on prestressing*”⁴, apresentado na seção *Architectural Engineering*, listava algumas das características básicas da industrialização de elementos em concreto até aquele momento.

“Vantagens dos pré-fabricados de concreto: Alguns dos fatores que tem favorecido a eleição de elementos pré-fabricados de concreto são os seguintes: (1) economia (2) baixa manutenção, (3) resistência al fogo, (4) superfícies acabadas, (5) controle de qualidade na fabricação”⁵.

Na primeira década do pós-guerra nos EUA, a maioria dos novos edifícios modernos estavam constituídos de estruturas e aço e a fabricação de muitos de seus elementos já se via influenciada pelas demandas formais propostas por arquitetos.

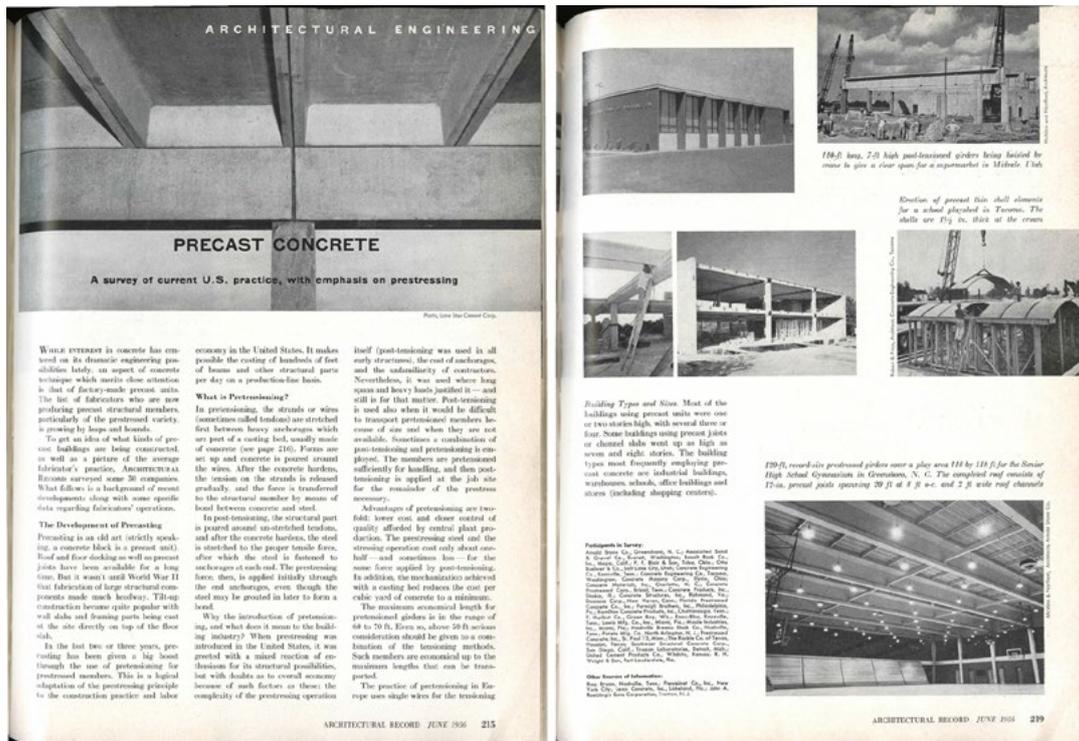
² Neste estudo, define-se como ‘moderno’ o período de desenvolvimento técnico e formal do concreto pré-fabricado influenciado pela arquitetura moderna e seus atributos formais, etapa essa que coincide com o período de máxima expansão da arquitetura moderna nos EUA - aproximadamente entre 1950 e 1970.

³ Um estudo publicado em ARec de Agosto de 1949 explica claramente o panorama das técnicas de pré-fabricação nos EE.UU. durante aquele período: WALSH, H. Vandervoort. CEFOLA, A. “Prestressed Concrete, Early History and Techniques”. In: *Architectural Record*, Ago. 1949, pp. 136-142.

⁴ “PRECAST CONCRETE. A survey of current U.S. practice, with emphasis on prestressing”. Sección: *Architectural Engineering*. *Architectural Record*. New York: F. W. Dodge Corporation. Junho de 1956, p. 215.

⁵ “Precast Concrete. A survey of current U.S. practice, with emphasis on prestressing”. Seção: *Architectural Engineering*. *Architectural Record*. New York: F. W. Dodge Corporation. Junho de 1956, p. 218.

01. Páginas 215 e 219 do artigo “Precast Concrete. A survey of current U.S. practice, with emphasis on prestressing”



Fonte: Architectural Record. New York: F. W. Dodge Corporation. Junho de 1956, p. 215, 219.

O mesmo não se podia dizer da arquitetura constituída por pré-fabricados de concreto. As unidades produzidas em escala industrial respondiam a demandas puramente mecânicas, ligadas a otimizar as estruturas portantes desde o ponto de vista físico. A produção em grande escala, por outro lado, permitia reduzir de os tempos de montagem, a diminuição de custos e uma mais fácil repetição de soluções arquitetônicas consideradas satisfatórias para grandes projetos.

Essa falha de comunicação entre a arquitetura pretendida pelos escritórios e ponta e a indústria da construção se refletia na reduzida variedade de elementos estruturais disponíveis no mercado. Mesmo abertas a pedidos por parte dos escritórios de arquitetura, as empresas ofereciam sistemas constituídos por pilares, vigas e lajes, havendo também casos menos frequentes de construções com abobadas de concreto apoiadas sobre pilares e vigas. O parágrafo final de *Precast Concrete* resumia de maneira clara a inserção dos pré-fabricados de concreto na arquitetura dos EUA: “os tipos de edifícios nos quais se costuma empregar pré-fabricados de concreto são os edifícios industriais, armazéns, escolas, edifícios de escritórios e pavilhões (incluídos centros comerciais)”⁶.

2.1 Das páginas de AREC:

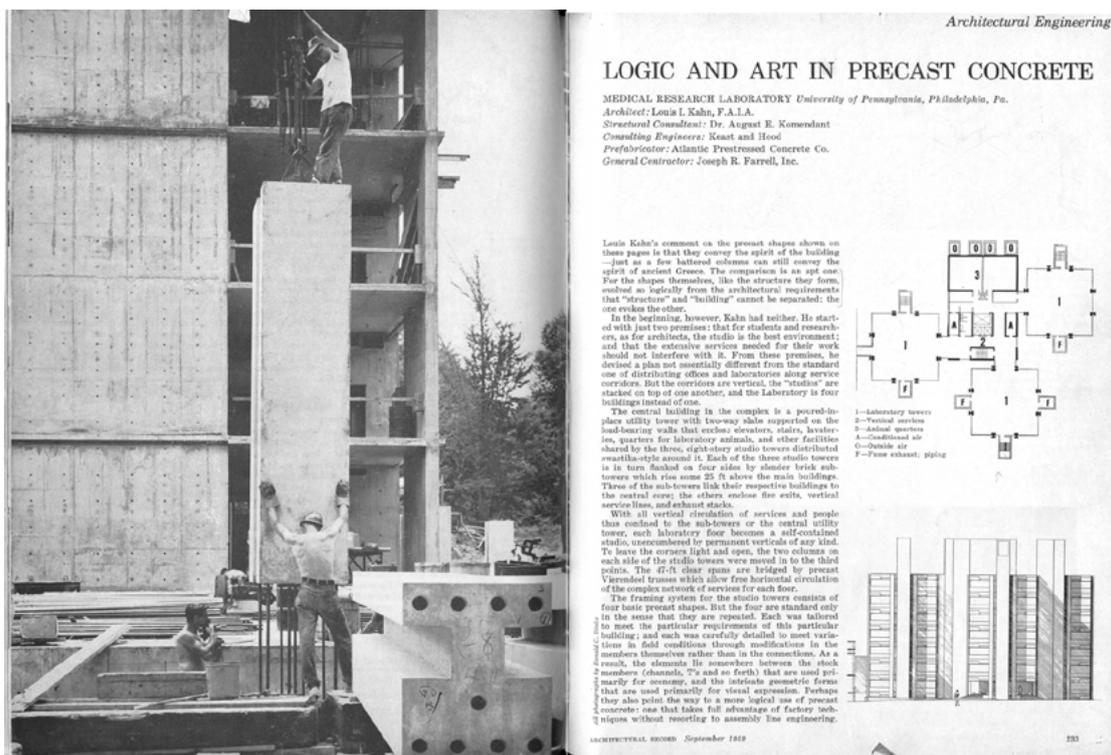
(Architectural Engineering) Logic And Art In Precast Concrete

⁶ Ibid. p. 219.

Medical Research Laboratory - University of Pennsylvania, Philadelphia, Pa.⁷

O edifício para os Laboratórios Richards, de Louis I. Kahn, reflete os primeiros avanços da pré-fabricação do concreto aplicados à arquitetura moderna. O projeto está composto por quatro torres, três de estúdios e laboratórios e uma destinada predominantemente a serviços. Basicamente, a estrutura das torres de estúdios - composta por elementos pré-fabricados de concreto - é uma grelha rígida de oito pavimentos, sendo cada um deles dividido em nove módulos estruturais de 45 pés (13,72 m) de lado. Esses módulos quadrados se estruturam mediante pesadas vigas Vierendeel, que se apoiam em pilares de seção "H". Em cada planta, duas das quatro vigas foram moldadas em três partes que inserem-se entre os pilares, e as outras duas foram protendidas previamente e correm na outra direção. Uma vez em posição, as três seções se uniram por intermédio de um processo de protensão *in loco*, formando um membro contínuo estabilizado nas duas direções.

02. Páginas 232 e 233 do artigo "Logic and Art in Precast Concrete. Medical Research Laboratory - University of Pennsylvania, Pa."



Fonte: Architectural Record. New York: F. W. Dodge Corporation. Setembro de 1959, pp. 232-238

⁷ "Logic And Art In Precast Concrete. Medical Research Laboratory - University of Pennsylvania, Philadelphia, Pa." Seção: Architectural Engineering. Architectural Record. New York: F. W. Dodge Corporation. Setembro de 1959, pp. 232-238.

3. (1959-1961) Texturas, sombras e color. Elementos de vedação pré-fabricados em concreto.

Em meio ao crescente número de fábricas de concreto pré-fabricado ocorria também uma ascendente popularidade da técnica entre arquitetos e críticos. Já no princípio dos anos 60, o uso de painéis de vedação pré-fabricados de concreto era bastante popular nos EUA. Os sistemas disponíveis não eram ainda sofisticados como alguns desenvolvidos no Reino Unido e outros países europeus, mas já se observavam progressos nesse sentido por parte das fábricas estadunidenses.

Em Março de 1959, ARec ressaltava na sua seção *Technical Roundup* a modernização das fábricas de pré-fabricados, citando como exemplo a companhia *West Allis Concrete Products*, da cidade de Milwaukee, a qual colocava em funcionamento uma linha de produção com alto grau de automação, com uma capacidade de até 9000 pés quadrados de lajes pré-fabricadas protendidas de cobertura e piso ao dia.

“Tem-se falado muito ultimamente sobre o avançado estado da tecnologia do concreto na Europa e na URSS, e em particular sobre os métodos da linha de montagem que se tem desenvolvido para a produção de pré-fabricados de concreto protendido e demais componentes. Entretanto, uma olhada em alguns produtos de concretos de colheita própria revela métodos de fabricação que rivalizam com os melhores que o velho continente tem para oferecer”⁸.

Seguindo o caminho aberto pelos fabricantes de elementos para peles de vidro, as fábricas de pré-fabricados de concreto começaram a desenvolver sistemas de vedação para diferentes tipos de usos e com diversas formas e acabamentos.

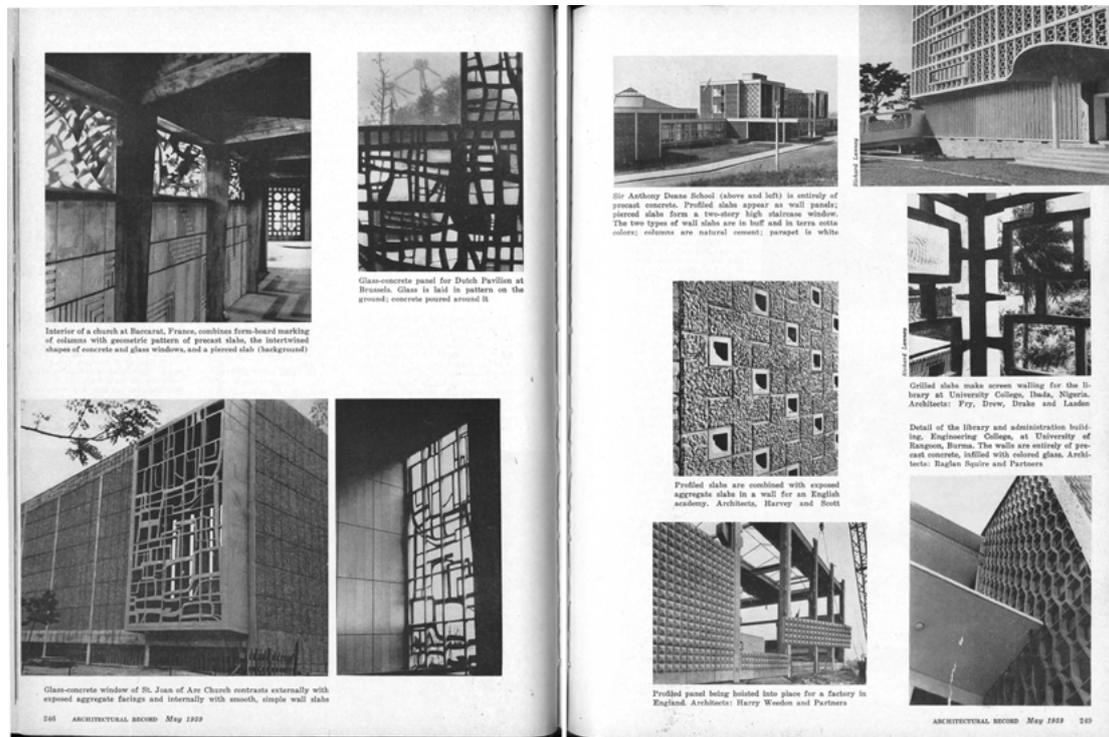
El artigo de Betty Campbell publicado em ARec de Mayo de 1959 intitulado “*Precast Concrete Slabs - Profiled and Pierced*”⁹, *Lajes Pré-fabricadas de Concreto - Perfiladas e Perfuradas*, investigava os diferentes usos de painéis de concreto pré-fabricados na Europa.

O estudo propunha que a variedade de soluções oferecidas pelos painéis de fachada em concreto eram muitas. Além dos painéis opacos, texturizados e coloridos, os sistemas de fachada poderiam ampliar sua aplicação ao uso como gelsias, que nada mais eram que painéis perfurados. As unidades começavam a ser fabricadas com vidros integrados, e alguns sistemas contemplavam a incorporação de brises e elementos de proteção solar para fachadas.

⁸ “*Assembly Line’ For Precast Concrete*”. Seção: Technical Roundup. Architectural Record, New York: F. W. Dodge Corporation. Março de 1959, p. 234.

⁹ A autora utilizou um jogo de palavras com os termos *profiled* e *pierced*. *Profiled* pode significar *perfilar*, *contornar* ou *delinear*, mas também pode ser utilizada como sinónimo de *descrição de algo*. Já *pierced* significa *perfurado*, mas poderia significar também *compreendido*.

03. Duas páginas (246-249) do artigo de Betty Campbell, publicado em *Architectural Record* de Maio de 1959, intitulado "Precast Concrete Slabs - Profile and Pierced" (Placas Pré-fabricadas de Concreto - Perfiladas y Perfuradas).



Além das vantagens recém mencionadas, a adoção de elementos de fachada pré-fabricados em concreto apontava na direção da redução dos custos da construção. Em uma escola na Florida o escritório Frank H. Shuffin e Associados desenvolveu uma série de unidades de aberturas pré-fabricadas de concreto que contribuíram para recortar gastos em várias escolas na área de Miami. Sua vantagem econômica mais evidente residia no uso repetitivo de um elemento standard de fabricação. Segundo o número de *AREC* de Março de 1959, até aquela data, mais de 400 das unidades empregadas haviam sido moldadas em aço, as quais custavam originalmente U\$ 1.500,00. Além da economia decorrente da troca de material, a redução de custos também se deu com a maior velocidade e facilidade de instalação dos elementos pré-fabricados em concreto.

Essas unidades não só incorporavam painéis de peitoris e montantes horizontais e verticais. Quando ajustadas em sua posição, as unidades formavam uma série de 'caixas de sombra', desenhadas para receber janelas com vidros standard na face interior e brises de alumínio horizontais na face exterior, fundamentais para proteger contra a luminosidade excessiva do céu, esfriar as salas e orientar as brisas na direção do interior do edifício.

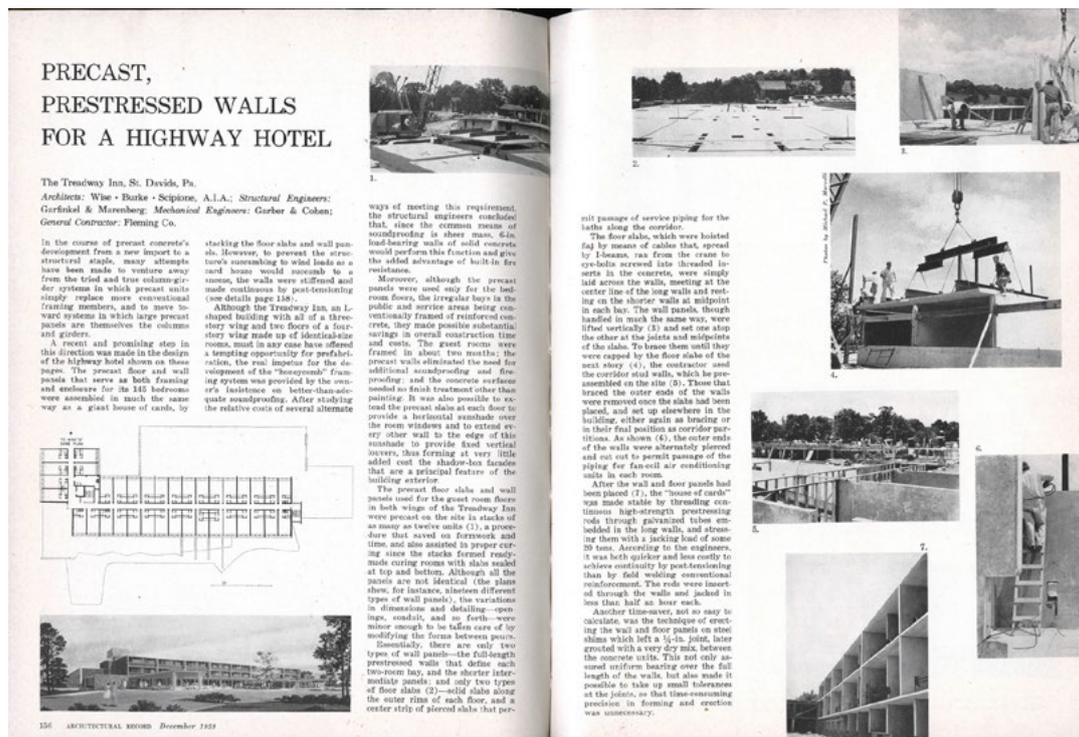
Até meados de 1960, as placas e as unidades ocas de vedação exterior figuravam predominantemente em edifícios construídos com orçamentos reduzidos, nos quais a construção em série era importante, tais como naves industriais, armazéns ou escolas. Essa condição confirmava o caráter empírico desta prática e também o desconhecimento da técnica

de emprego por parte da maioria dos grandes escritórios de arquitetura estadunidenses. Mesmo assim alguns arquitetos importantes, como I. M. Pei, Marcel Breuer ou Minoru Yamasaki, já passavam a apostar nas inovações impostas pelos elementos de fachada de concreto pré-fabricado.

3.1 Das páginas de AREC:

*Precast, Prestressed Walls For A Highway Hotel*¹⁰

04. Página dupla do artigo “Precast, Prestressed walls for a Wighway Hotel”



Fonte: Architectural Record, New York: F. W. Dodge Corporation. Dezembro de 1959, pp. 156-158

Em meio a uma época de avanços na técnica de construção com elementos pré-fabricados de concreto, ocorreram muitas tentativas de criar sistemas alternativos ao clássico vigas-pilares-lajes. Segundo a reportagem *Precast, Prestressed Walls For A Highway Hotel*, “um passo promissor mais foi dado nesse sentido no projeto do hotel *The Treadway Inn*, de autoria dos arquitetos Wise, Burke e Scipione”.

As lajes e painéis pré-fabricados que compõem as paredes servem como marco e recinto para seus 145 quartos, e estruturam todo o conjunto, sustentando as cargas verticais. Entretanto, para evitar que a estrutura sucumbisse às cargas de vento o sistema se tornou estável através da protensão de cabos de alta resistência passados por tubos galvanizados incrustados dentro das paredes mais compridas.

¹⁰ “*Precast, Prestressed Walls For A Highway Hotel*”. Architectural Record, New York: F. W. Dodge Corporation. Dezembro de 1959, pp. 156-158.

4. (1961-1963) Elementos pré-fabricados de concreto na fachada: as paredes exteriores portantes

Ao pregar o uso de novas tecnologias na construção, é possível dizer que dois dos atributos arquitetônicos que os pioneiros da modernidade tinham como objetivos eram a planta livre e a construção em altura. A evolução dos materiais e sistemas estruturais abriu novas possibilidades com relação a isso e algumas novas alternativas se criaram em grande medida devido a inovações relacionadas com o uso do concreto pré-fabricado industrial.

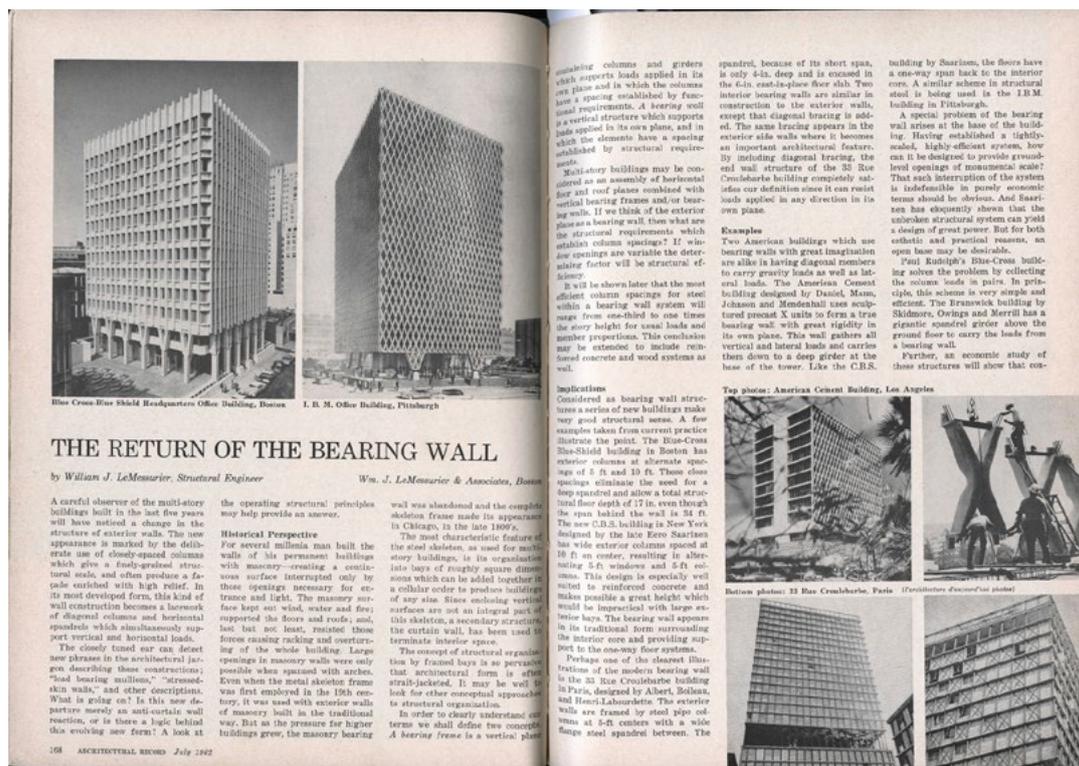
Conforme já discutido anteriormente, as unidades pré-fabricadas de revestimento já eram amplamente utilizadas nos primeiros anos 60. O *Pan-American Building*, por exemplo - projetado por *The Architects Collaborative* (TAC) e construído em Nova York - constitui-se de aproximadamente 11.000 unidades pré-fabricadas desse tipo. Mas o avanço que realmente chamava a atenção durante aqueles anos foi a incorporação no mercado de um novo tipo de painel para fachadas, no qual a função mais importante não era revestir nem comportar esquadrias exteriores. Estes painéis, além disso, eram capazes de estruturar os edifícios nas fachadas, permitindo a eliminação de suportes e pilares ao longo dos limites exteriores. O uso desses sistemas acabou por tornar-se o mais econômico dos tipos de aplicação de pré-fabricados para arquitetura.

Em Julho de 1962, o engenheiro calculista de estruturas William J. LeMessurier publicou em *AREC* um importante estudo sobre fachadas portantes intitulado *The Return of the Bearing Wall*. LeMessurier observou que nos últimos cinco anos, ou seja, entre 1957 e 1962, os edifícios construídos haviam apresentado mudanças na estruturação de suas fachadas. Posteriormente em seu estudo, especificava claramente as definições dos dois sistemas que em seu ponto de vista eram fundamentais até então: as 'grelhas (ou armações) resistentes' e as 'paredes portantes'¹¹.

Com relação a paredes portantes externas, o autor alegava que apareciam na sua forma tradicional circundando o núcleo estrutural central, proporcionando estruturação aos sistemas de lajes unidirecionais. Suas ideias se baseavam em alguns projetos que usavam paredes exteriores portantes compostas por elementos de concreto pré-moldados, perfis de aço e também concreto moldado *in loco*. Dois dos exemplos que representavam o uso de concreto pré-moldado eram o *American Cement Building* - projeto dos arquitetos Daniel Mann, Johnson e Mendenhall - construído em Los Angeles, e o edifício da companhia *Blue-Cross Blue-Shield* - projeto do arquiteto de Paul Rudolph - construído em Boston.

¹¹ Le MESSURIER, William J. "*The Return of the Bearing Wall*". *Architectural Record*, New York: F. W. Dodge Corporation. Julho de 1962, p. 168. Segundo Le Messurier, "Com a finalidade de entender claramente nossos termos vamos definir dois conceitos. A 'grelha (ou armação) portante' é um plano vertical que contém pilares e vigas as quais suportam as cargas aplicadas no seu próprio plano, e no qual os pilares e as distancias foram estabelecidos pelos requisitos funcionais. A 'parede portante' é uma estrutura vertical que suporta as cargas aplicadas no seu próprio plano, e na qual os elementos se distanciam em função dos requisitos estruturais. Os edifícios de vários pavimentos podem ser considerados como uma montagem de plantas horizontais e planos de cobertura combinados com grelhas portantes verticais e/ou paredes portantes".

05. Página dupla do artigo "The Return of the Bearing Wall"



Fonte: Architectural Record, New York: F. W. Dodge Corporation. Julho de 1962, p. 168-169

O edifício para a *Blue-Cross Blue-Shield* estrutura-se nas suas quatro fachadas através de colunas posicionadas cada 5 ou 10 pés uma da outra. Estes espaçamentos eliminam a necessidade de uma viga de bordo de grande altura, permitindo uma altura total de laje igual a 17 polegadas (43 cm) mesmo que o vão livre entre a fachada e o núcleo central seja da ordem de 34 pés (10,36 m). Já o *American Cement Building* tem paredes exteriores portantes em apenas duas de suas fachadas. Essas fachadas estruturam-se através de uma grelha de elementos pré-fabricados em forma de 'X', que configuram um plano de grande rigidez vertical e horizontal. As fachadas conduzem as cargas até vigas de transição na base do edifício.

É interessante notar a sofisticação das duas soluções. No caso do *Blue-Cross* os pilares pré-fabricados resolvem, além do invólucro externo e da estruturação, a passagem vertical de instalações. A precisão fornecida pelo industrialização das peças permite que o seu desenho contemple mais funções do que apenas suportar as cargas provenientes dos pavimentos empilhados. O *American Cement Building* também foi positivamente influenciado por este fator. O design refinado das peças em forma de "X" e a singular grelha de fachada - alcançada pelo ajuste perfeito entre esses elementos e entre eles e as lajes - só ocorreu por causa do rigoroso processo de produção industrial em série.

4.1 Das páginas de AREc:

Prestressed Concrete Institute

As ações realizadas pelo PCI foram de suma importância para a integração da indústria americana de concreto pré-fabricado, os arquitetos e os construtores. O resultado de premiações, livros publicados, convenções e conferências promovidas pela instituição foram fundamentais que pudessem ser triangulados entre estas três partes recém citadas os conhecimentos fundamentais para o desenvolvimento da arquitetura moderna nos Estados Unidos da década de 60.

06. Anúncio da premiação anual del año 1963 del *Prestressed/Precast Concrete Institute*.

the Prestressed Concrete Institute invites you to enter ANNUAL PCI AWARDS

FIRST AWARD WINNER • 1963
ST. RICHARD CHURCH
QUEBEC, CANADA
ARCHITECT: MAURICE ROYBARD
ENGINEER: JEAN DESCHAMPE

PURPOSE of the PCI Annual Awards program is to recognize creative design using prestressed concrete.

Any type of structure may be entered in the contest which is open to all. Entries will be judged on their contribution to the advancement of prestressed concrete, especially demonstrated in architectural and/or engineering design, structural application or technique of assembly, or engineering art as well from the basis of judgment. Any prestressed concrete project completed within the last three years, or substantially completed by March 31, 1964 is qualified for entry. Award fees will be suitably awarded award architects and engineers.

Eligibility: All registered architects and engineers practicing professionally in the United States, its possessions and Canada, are eligible to submit one or more entries.

First Award winner will be presented with a plaque inscribed to the value of his contribution. An all expense paid trip for two will be provided on the winner may attend the PCI Convention in Washington, D.C., September 29 to 30 during which special recognition will be held. Other distinguished entries will be recognized with *Award of Merit* plaques.

A Special Bridge Award will be made for best application of prestressed concrete in a bridge.

Get full details about the PCI Annual Awards program from your nearest PCI Active Member (see list below) or send in the coupon for your copy of the PCI Awards Rule Book.

PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE
505 W. WALKER DRIVE • CHICAGO, ILLINOIS 60609

AWARDS OF MERIT • 1963

- LEWIS HALL, WASHINGTON, D.C.**
S. B. Spitzer & Assoc.
Engineers, James A. Lewis, Inc.
- WINDWARD SHORES**
John Carl Fallick & Assoc.
Architects, James A. Lewis, Inc.
- ALBERTA GARAGE-REPOSIT**
Richard J. Buehler
Co., St. Joseph
- AMERICAN REPUBLIC INSURANCE CO.**
Paul, Smith & Paul
- U.S. BRIDGE AWARDS**
Baltimore, Md., Seattle & Jacksonville
Architects, James A. Lewis, Inc.
- STRUCTURAL DESIGN FOR CAMP YONKERS HOTEL, HOTEL**
James A. Lewis, Inc.
- GOOD SHEPHERD CHURCH**
The Wacker Drive & North
Washington, Chicago, Mead & Johnson
- POST TRANSMISSION TOWER**
Edward J. Buehler
James A. Lewis, Inc.

For more details, circle 62 on Inquiry Card

Fonte: Architectural Record, New York: F. W. Dodge Corporation. Fevereiro de 1964, pp. 98-99

5. (1963-1965) 'New Federal Architecture': expansão e variedade de sistemas estruturais com pré-fabricados de concreto

A expansão do concreto pré-fabricado no âmbito da arquitetura e da construção estadunidenses permitiu que começassem a emergir em menos de 10 anos uma variedade considerável de novas soluções construtivas. Muitas dessas inovações acabaram por elucidar alguns problemas técnicos que engenheiros e empreiteiros não conseguiram resolver com facilidade até então. Desde o ponto de vista formal, alguns desses sistemas também resultaram ser muito produtivos, revelando novos atributos formais para a arquitetura moderna.

Os edifícios com estruturas singulares, nos quais foram utilizados encaixes e peças que diferiam em forma e escala daquelas disponíveis no mercado, nem sempre apresentavam

soluções econômicas ou esteticamente agradáveis. Mas quando isso acontecia atraíam a atenção de arquitetos, críticos e do público em geral, ratificando o *status* de vanguarda tecnológica do concreto pré-fabricado durante esses anos. Algumas dessas originais soluções foram apresentados em números de ARec. No artigo de Maio de 1962 intitulado *Precast Apartment Structure Saves Cost, Shows Its Design*¹² - Apartamento Reduz Custos, Mostra Seu Design – foi apresentado um estudo de caso, um edifício de apartamento em Pittsburgh projetado pelo arquiteto Tasso Katselas e pelo engenheiro R. M. Gensert, no qual segundo o autor. resolvia-se muito bem o encaixe dos diferentes elementos da obra e a estrutura formal concebida adaptava-se perfeitamente ao processo construtivo aplicado. O artigo começa com duas afirmações claras sobre a maneira como o problema de projeto se apresenta a um engenheiro e a um arquiteto: “Como juntar elementos pré-fabricados de forma eficiente é um problema difícil para o engenheiro. Como uni-los de maneira que haja sentido espacial e visual, é um problema difícil para o arquiteto”¹³.

O edifício é constituído essencialmente por quatro linhas de 17 colunas, entre as quais se fixam lajes com seção similar a de um canal. Essas placas foram desenhadas como uma grande laje com perfis ‘L’ nas laterais, de modo que as mesas dessas placas tem como papel fundamental fazer a fixação com os pilares. Os espaços longitudinais entre as lajes foram preenchidos com concreto moldado *in loco* reforçado e amarrado aos pilares. O detalhe de fixação das lajes com os pilares é mais complexo. Como explicava o artigo de ARec, arquetonicamente um dos maiores problemas de qualquer sistema de elementos pré-fabricados é a maneira como se obtém a união das várias partes constituintes.

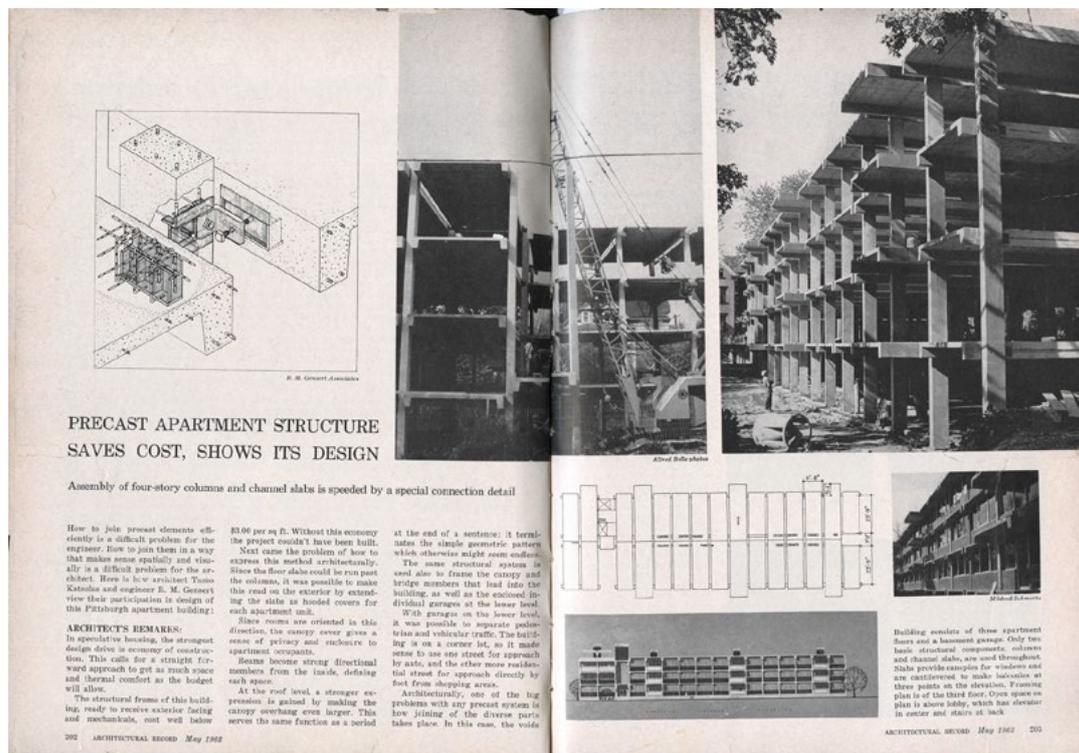
“Os pilares eram de uma só peça e conectados às bordas com quatro parafusos de ancoragem e oito porcas. Porcas duplas por parafuso permitiram dar precisão de nível para os pilares. Os pilares e lajes continham caixas de aço soldadas que foram colocadas antes da concretagem. Grandes cantoneiras de aço utilizaram-se para transferir a carga das caixas das lajes para as caixas dos pilares. O propósito dessas caixas era suportar altos esforços de cisalhamento e aguentar trações no concreto”¹⁴.

¹² GENSERT, R. M. “Precast Apartment Structure Saves Cost, Shows Its Design”. Architectural Record, New York: F. W. Dodge Corporation. Maio de 1962, p. 202.

¹³ Ibid. p. 202.

¹⁴ Ibid. p. 204.

07. Página dupla do artigo *Precast Apartment Saves Costs, Shows its Design*, publicado em ARec de Maio de 1962



Fonte: Architectural Record, New York: F. W. Dodge Corporation. Maio de 1962, pp. 202-203

Ainda que o detalhe de encaixe tenha certo grau de sofisticação, a economia de meios conseguida através da utilização de pouca variedade de elementos e de suas volumetrias elementares justifica plenamente seu emprego. A qualidade estética alcançada pode ser atribuída à elementaridade do edifício, que está composta basicamente de pilares e lajes-canal pré-fabricadas.

5.1 Das páginas de ARec:

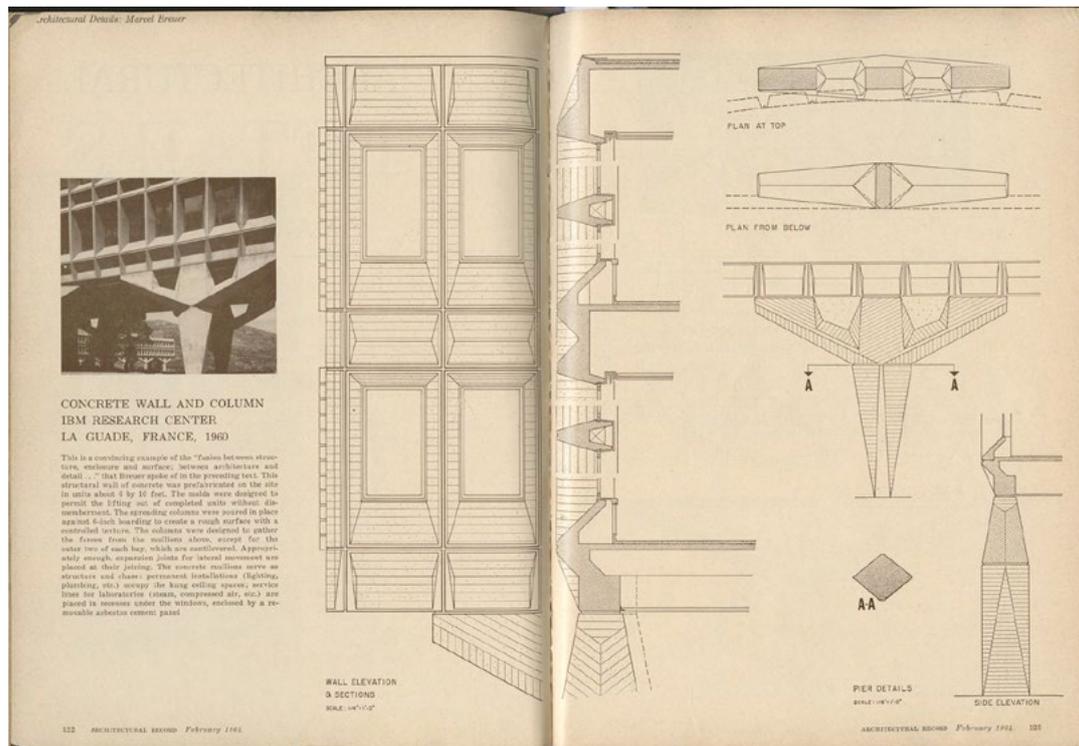
*New Federal Architecture*¹⁵

O número de ARec de Março de 1965 traz um artigo intitulado *New Federal Architecture*, no qual apresentam-se três projetos governamentais construídos em Washington, D.C., sendo o primeiro e o terceiro empregando pré-fabricados de concreto: o edifício de escritórios para a Agencia de Habitação e Financiamento de Moradias, de Marcel Breuer, Nolen-Swinburne e Associados (o engenheiro encarregado do projeto era Paul Weidlinger); o *National Air and Space Museum*, projetado pelos escritórios Hellmuth, Obata & Kassabaum e Mills, Petticord & Mills; e o Edifício Federal de Gabinetes No.5, projetado por Curtis e Davis em associação com Fordyce & Hamby Associados e Frank Grad & Filhos.

¹⁵ "New Federal Architecture". Architectural Record, New York: F. W. Dodge Corporation. Março de 1965, pp. 135-145.

Dos três projetos destaca-se o de autoria de Breuer. Os limites exteriores se construíram com unidades portantes pré-fabricadas em concreto e os trechos de lajes entre a fachada e o núcleo do edifício se construíram com placas PI do mesmo material. O uso de pré-fabricados de concreto representa uma evolução construtiva notável com relação a projetos prévios do mesmo arquiteto, tais como a sede para a Unesco em Paris.

08. Página dupla da seção de *Arec Architectural Details* dedicada ao arquiteto Marcel Breuer



Fonte: Architectural Record, New York: F. W. Dodge Corporation. Fevereiro de 1964, pp. 122-123

6. Últimas Considerações

Nos números da revista *ARec* veem-se refletidas as referências formais da arquitetura de ponta nos anos 50 e 60. Por intermédio de suas reportagens especiais ou simplesmente através de suas seções padrão é possível comparar aspectos com características discordantes, como por exemplo os edifícios projetados por diferentes escritórios de arquitetura ou as diferentes técnicas construtivas disponíveis. A periodicidade com que apareciam e o conteúdo dos anúncios de empresas como *MoSai*, *PCI*, *Medusa Portland*, entre outras, dão uma ideia do impacto que tinha o concreto pré-fabricado na arquitetura de alto padrão durante aqueles anos.

Nesse sentido a revista *ARec* tem dupla importância:

- Durante aqueles anos teve um papel substancial no processo recém descrito, divulgando a nova técnica entre escritórios de arquitetura, clientes e opinião pública; ajudando a 'ilustrar' tecnicamente engenheiros e arquitetos.

- Atualmente, suas reportagens publicadas há mais de 40 anos são uma ferramenta fundamental de investigação, possibilitando que se entenda todo o processo, como se deu o que deixou para o contexto arquitetônico atual.

Durante o período estudado, o uso de elementos de concreto pré-fabricado na arquitetura possibilitava algo mais que unicamente suportar as cargas e otimizar os processos construtivos. O domínio da técnica por parte dos arquitetos, a disposição das empresas em desenvolver os sistemas e elementos pré-fabricados e a divulgação por parte dos meios existentes - principalmente revistas - criaram condições especiais para que em pouco mais de duas décadas se construíssem uma importante coleção de arquitetura moderna de qualidade com elementos de concreto pré-fabricado por todo o país.

Apesar disso, tais atributos foram desaparecendo sistematicamente desde os anos 70 da arquitetura nos Estados Unidos, e as propriedades intrínsecas do emprego desses sistemas construtivos de comprovada eficiência, tais como a economia ou a lógica estrutural, se transformaram em raridades em meio à pluralidade de materiais e tecnologias construtivamente estéreis que predominam na arquitetura preconizada nos dias atuais.

PANORAMA ATUAL DO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO NO BRASIL

Aline Huber¹, Anelise Schmitz¹

Abstract

Transportation is essential in any activity of a nation. Being efficient, promotes economic growth, national integration and market competitiveness in international economic relations. This is not the reality of Brazil, which prioritizes the highway modal in detriment to others. For example, the waterway modal has great potential for use in the country, but does not receive adequate investments. This work aims to characterize the modal and its structure, to present the advantages of using, and describe the existing obstacles to greater use of this resource.

Resumo

O transporte é essencial em qualquer atividade de uma nação. Sendo eficiente, favorece o crescimento econômico, a integração nacional e a competitividade do mercado nas relações econômicas internacionais. Esta não é a realidade do Brasil, que prioriza o modal rodoviário em detrimento aos demais. Por exemplo, o modal hidroviário apresenta grande potencial de uso no país, porém não recebe investimentos adequados. Este trabalho tem por objetivo caracterizar o modal e sua estrutura, apresentar as vantagens da utilização e descrever os empecilhos existentes para o maior aproveitamento deste recurso.

1. Introdução

O transporte eficiente de cargas é fundamental para o desenvolvimento de uma nação. O Brasil é um país de grandes dimensões territoriais e que utiliza o modal rodoviário como predominante no transporte de cargas. Se comparado a países de primeiro mundo e dimensões continentais, verifica-se que os modais mais utilizados são o ferroviário e o hidroviário.

O modal hidroviário apresenta elevada capacidade de transporte, menor consumo de combustível por tonelada movimentada, frete mais barato comparado aos modais rodoviário e ferroviário e menores custos com manutenção das vias, porém não recebe incentivo nem investimentos adequados.

Ao analisarmos os modais rodoviário e hidroviário verificamos que o primeiro apresenta mais problemas que dizem respeito à segurança, onde os acidentes são mais intensos do que o segundo. Da mesma maneira, os gastos com manutenção e construção de novas vias são muito maiores no modal rodoviário. Ao ser equiparada a porcentagem de carga transportada pelos dois modais em questão, se reduzia a quantidade de caminhões nas vias e em consequência a quantidade de acidentes, além da melhora que seria proporcionada às condições das vias e do tráfego.

¹ Departamento de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias – Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) 96.815-900 – Santa Cruz do Sul – RS – Brasil. E-mail: huber.aline@gmail.com e anelise.schmitz@gmail.com

O modal aquaviário (hidroviário e marítimo) foi fundamental para o desenvolvimento da humanidade e permitiu o acesso a áreas distantes e afastadas do globo. Com o decorrer do tempo, no Brasil, o transporte hidroviário perdeu investimentos e acabou caindo em desuso em algumas regiões. A realização de pesquisas a respeito do tema buscam adequar o modal às novas tecnologias através de soluções tecnológicas, automatizadas e realidades atuais, retomando o seu potencial primordial.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Importância dos transportes

Transporte pode ser entendido como a atividade de deslocar ou conduzir pessoas ou cargas de um lugar para outro.

Desde o começo, o transporte teve papel importante no desenvolvimento da humanidade. Primeiro, o homem migrava em busca da sobrevivência, já que nenhum local dispunha de todas as suas necessidades de consumo. Em seguida, fixou-se e começou a trocar mercadorias com outros povos, utilizando da própria força, depois, com o auxílio da tração animal e, posteriormente, da roda para realizar tal tarefa (FARIA, 2001; RODRIGUES, 2002).

Já os povos que viviam às margens de rios e mares aprenderam a transpor a água, construindo embarcações que evoluíram com o tempo. Mais tarde, o aumento das trocas comerciais incentivou o homem a aprimorar os meios de transporte e permitiram o comércio entre locais distantes geograficamente (FARIA, 2001; RODRIGUES, 2002).

Com a globalização atual e o mercado cada dia mais competitivo, o transporte eficiente representa uma das bases para o desenvolvimento da economia, pois a circulação de pessoas e mercadorias favorece a integração, o crescimento de regiões mais afastadas e gera riquezas para o país. Portanto, o ato de transportar é o meio fundamental para o andamento de qualquer tipo de economia, desde a origem do escambo até a globalização atual (FILLIPO, 1999; FARIA, 2001).

Isoladamente o transporte não é um setor expressivo economicamente, mas está por trás do sucesso ou do fracasso de quase todos os outros setores. De acordo com Owen (1975), o transporte deficiente dificulta a integração nacional, retarda o crescimento, atrapalha a condução dos negócios, opõe obstáculos à segurança nacional e limita a eficiência de programas de assistência técnica e econômica.

Segundo Rodrigues (2002), para um transporte eficiente é necessário compatibilizar a mercadoria, a distância a ser percorrida e o prazo de entrega para a escolha do modal. Assim, o serviço de transporte deve ser pensado em termos de qualidade, eficiência e custo.

A matriz de transporte de um país deve ser definida levando em conta estes termos, porém essa não é a realidade de muitos países, como por exemplo, o Brasil, que privilegia o modal rodoviário na circulação interna das cargas. O valor agregado aos produtos pelo transporte

poderia ser diminuído significativamente, reorientando a matriz de transportes brasileira para a hidrovia, ferrovia, cabotagem e principalmente, a multimodalidade (RODRIGUES, 2002).

2.2 Estrutura do modal hidroviário

O transporte hidroviário é uma das subclassificações do modal aquaviário (se divide em hidroviário e marítimo), que é um meio de transporte realizado sobre as águas. Este aspecto o torna mais eficiente energeticamente dentre os modais, já que a água oferece menor resistência ao deslocamento.

Os modais de transporte são compostos por três elementos básicos: veículos, vias e terminais.

Os veículos utilizados pelo modal hidroviário são chamados de embarcações e podem ser divididas em autopropulsadas e rebocadas (FILIPPO, 1999).

As embarcações autopropulsadas são mais versáteis e destinadas principalmente ao transporte de passageiros, para cargas de volume pequeno ou curtas distâncias. Este tipo de embarcação se assemelha às utilizadas no modal marítimo no sentido de independência de tráfego e permitem a obtenção de maiores velocidades médias durante o percurso (ALFREDINI, 2009).

Já as embarcações rebocadas são muito mais empregadas, pois permitem a utilização em hidrovias de menor profundidade e quando unidas em comboio formam módulos de grande capacidade, compensando a menor velocidade do hidroviário em relação a outros modais (ALFREDINI, 2009).

Os comboios são compostos por dois veículos diferentes que são os empurradores e as chatas. Os empurradores possuem seus próprios meios de propulsão e manobra e deslocam as chatas através de um sistema de empurra. Já as chatas são embarcações predominantemente retilíneas, de baixo custo de construção e que favorecem o acoplamento. Neste caso, dispensam propulsão, leme e tripulação. O formato da chata é consequência do tipo de carga que se deseja transportar (ALFREDINI, 2009).

De acordo com Alfredini (2009), tem-se buscado a padronização das dimensões das embarcações, definindo embarcações-tipo de acordo com as características da hidrovia e visando otimizar as obras hidroviárias.

As vias do modal hidroviário são denominadas hidrovias e podem ser rios, lagos ou lagoas, e em regiões próximas ao mar, baías, estuários ou ainda braços do mar. Essas vias podem ser navegáveis naturalmente ou ter sofrido algum tipo de melhoria que permitisse a navegação, como barramentos, derivações, retificações de rios, balizamento, sinalização, dragagens ou construção de canais (FILIPPO, 1999; BRASIL, 2013b).

Influenciam diretamente nas condições de navegabilidade da hidrovia a profundidade do curso d'água, a largura da via, a área mínima da seção molhada, os raios de curvatura, o vão e a altura livre nas pontes e a velocidade da corrente (FILIPPO, 1999; ALFREDINI, 1999).

As vias navegáveis, excluindo lagos e lagoas, podem ser classificadas em três categorias de acordo com as condições do leito. São estas: corrente livre, canalizados e canais (FILIPPO, 1999; BRASIL, 2013a).

De acordo com Brasil (2013a), os rios de corrente livre são aqueles navegáveis naturalmente, em que a natureza propiciou declividade e vazão suficientes para que se estabelecesse a navegação, sem que sejam necessárias obras em seu curso. Apesar de dispensáveis, as obras de regularização do leito, regularização de descarga e dragagem proporcionam grandes melhorias no desenvolvimento da navegação nestes rios.

Já os rios canalizados, são aqueles que precisam de barragens com eclusas para vencer o desnível ao longo do curso d'água. A canalização permite satisfazer as condições mínimas de declividade e vazão (BRASIL, 2013a).

Os canais são vias navegáveis totalmente artificiais, construídas pelo homem com o objetivo de permitir a navegação. Podem ser construídos quando os custos para tornar uma via navegável são muito altos ou quando se necessita ligar duas hidrovias ou duas bacias hidrográficas (BRASIL, 2013a).

De acordo com Molina (2000, p. 60) “como nos outros modais, a hidrovia exige a implantação de obras, porém de dimensões e custos significativamente inferiores aos outros meios de transporte.”

Os terminais hidroviários recebem a denominação de acordo com as condições construtivas e operacionais, podendo ser classificados como portos, terminais, trapiches ou embarcadouros. As classificações variam de acordo com o tipo de carga manuseada, a finalidade de uso ou mesmo a localização. Geralmente os terminais possuem conexão intermodal, permitindo a transferência de cargas principalmente com os modais rodoviário e ferroviário (FILIPPO, 1999).

2.3 Vantagens do modal hidroviário

De acordo com Filippo (1999), Fogliatti, Filippo e Goudard (2004), Rodrigues (2002) e Owen (1975) o modal hidroviário apresenta inúmeras vantagens, principalmente quando se fala em transporte de carga. Abaixo estão citadas algumas delas:

- a) redução do valor do frete de cargas com baixo valor agregado, transportadas a grandes distâncias;
- b) baixa utilização de mão de obra devido às pequenas tripulações envolvidas;
- c) menor custo de manutenção com as embarcações, pois a navegação interior prejudica muito menos a estrutura, já que não possui ondas e salinidade;
- d) apresenta menor custo de manutenção da via, se comparado à ferrovia e à rodovia, e este custo diminui à medida que o tráfego aumenta;
- e) facilita a integração nacional, interiorização e fixação da população, alargando as fronteiras agrícolas e minerais, além de permitir acesso às zonas de produção afastadas dos polos consumidores que, geralmente, encontram-se próximos às faixas litorâneas;

- f) a realização de obras de regularização de vazão dos rios auxilia na redução de secas e inundações;
- g) menor consumo de combustível e maior eficiência energética entre todos os modais de transporte;
- h) menor emissão de gases poluentes;
- i) maior segurança em virtude do menor risco de acidentes;
- k) poucas intervenções no meio físico já que na maioria das vezes a via é o próprio curso d'água;
- l) menor quantidade de peso morto por tonelada transportada;
- m) maior vida útil dos veículos, se comparado aos modais ferroviário e rodoviário.

2.4 O modal hidroviário no transporte de cargas e passageiros

O modal hidroviário é o mais econômico para transportar grandes volumes de cargas de baixo valor unitário a grandes distâncias; desde que sejam observados alguns aspectos, como por exemplo, é indispensável que as distâncias percorridas pelo modal hidroviário sejam muito superiores às distâncias percorridas pelos modais rodoviário e ferroviário. Portanto, é necessário localizar os terminais próximos às unidades produtoras ou armazenadoras (Alfredini, 2009).

Os principais produtos a serem transportados pelas hidrovias são: minérios, grãos (soja, trigo, milho etc.), combustíveis (álcool, gasolina, diesel, etc.), materiais de construção, cana-de-açúcar, madeiras e cargas em geral (contêineres).

O transporte de passageiros, através do modal hidroviário, geralmente ocorre em locais onde as hidrovias são a única alternativa para mobilidade, porém possui amplo potencial e alternativa para transporte público em grandes cidades.

3. Metodologia

A metodologia empregada para a realização deste trabalho foi a pesquisa bibliográfica, buscou-se unir referências atuais por meio das obras pesquisadas, obtendo-se conhecimentos, dados e informações de diversas hidrovias, além de uma visão geral da situação atual do transporte no Brasil.

Optou-se por utilizar este método já que o assunto é de extrema importância e de grande amplitude e seriam necessários vários estudos de caso para obtenção de dados fidedignos. Outro ponto importante é que este tipo de metodologia permite que os resultados sejam obtidos com menor custo e tempo.

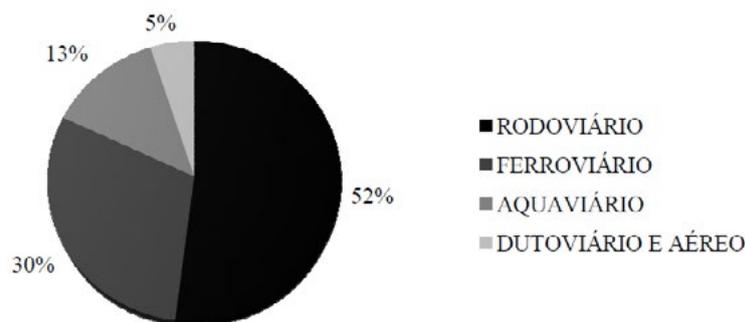
4. Resultados e conclusões

De acordo com dados apresentados pela Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ), em 2011, o Brasil possuía 20.956 quilômetros de vias interiores economicamente navegadas, que são aquelas vias em que há algum registro de utilização por Empresa Brasileira de Navegação, seja para transporte de cargas ou para transporte de passageiros. Comparando os dados atuais com a malha prevista pelo Plano Nacional de Viação (PNV), que é de 41.994 quilômetros, a navegação atual representa apenas 49,9% da malha (BRASIL, 2013c).

O anuário estatístico do modal aquaviário, documento emitido pela ANTAQ em 2012, indica que no ano da pesquisa foram transportados em ações de carga e descarga em portos organizados e terminais de uso privativo 29.894.867 toneladas.

Estes números parecem representar grandes proporções, porém levando em consideração os últimos dados do Ministério dos Transportes, a matriz de modal brasileira indica uma expressiva participação do modal rodoviário no transporte de cargas, em detrimento aos demais modais, conforme ilustra a figura 1. O modal aquaviário (incluindo marítimo, cabotagem e hidroviário) representa apenas 13% do total transportado.

Figura 1 - Matriz brasileira de transporte de cargas



Apesar dos investimentos no modal hidroviário terem crescido nos últimos anos, a situação atual é reflexo da estagnação dos mesmos nas décadas de 1980 e 1990. Para reverter este quadro, o governo federal lançou, no ano de 2010, as Diretrizes da Política Nacional de Transporte Hidroviário. O documento visa direcionar os investimentos tanto públicos como privados para o setor, a fim de equilibrar a matriz de transportes brasileira. O objetivo do plano é aumentar a participação do modal aquaviário de 13% em 2011, para 29% no ano de 2025.

Dados apresentados por Gonçalves (2009), mostram que os custos para um produtor brasileiro embarcar uma tonelada de soja eram quase cinco vezes maiores do que o gasto de um produtor americano. Este é apenas um dado que apresenta o potencial que o Brasil desperdiça pela não utilização das hidrovias. O setor agrícola é um dos mais afetados, mas estes custos se refletem em quase todos os cenários da economia atual.

Filippo (1999) apresenta alguns dos obstáculos para o desenvolvimento do modal hidroviário no Brasil que são listados a seguir:

- a) os rios que oferecem as melhores condições de navegabilidade atravessam regiões de baixo desenvolvimento econômico e menos desenvolvidas, pouco capazes de gerar demanda para utilização de toda a capacidade de transporte oferecidas pelos cursos d'água, já as regiões de maior desenvolvimento econômico possuem rios que necessitam de maiores investimentos para desenvolvimento da navegação;
- b) alguns rios são muito sinuosos, aumentando a distância a ser percorrida;
- c) alguns rios apresentam sérias restrições quanto ao calado, gerando assim, restrições relacionadas com a capacidade das embarcações e até mesmo com a utilização de embarcações maiores;
- d) por vezes não há continuidade ou ligação entre diferentes hidrovias, fazendo com que existam muitos pontos isolados impedindo a navegação e exigindo obras de grande porte;
- e) o regime de chuvas brasileiro causa grandes amplitudes entre os períodos de estiagem e de cheia, dificultando a navegação em algumas épocas do ano;
- f) ainda existem muitos conflitos entre o setor energético e o setor de transportes em relação aos rios. A instalação de usinas hidrelétricas é importante para o desenvolvimento do país, porém não se pode com ela inviabilizar a utilização das hidrovias. É necessário investir na construção de eclusas para a transposição de barramentos criados com o fim de obtenção de energia elétrica;
- g) os projetos criados ocorrem de maneira descoordenada e desintegrada; há muitos órgãos governamentais que regulam o sistema e a legislação existente é bastante difusa;
- h) a legislação ambiental brasileira torna os projetos hidroviários demorados e polêmicos, devido ao desconhecimento dos verdadeiros impactos ambientais causados pelas atividades de implantação do modal.

Desta maneira pode-se concluir que o modal hidroviário apresenta inúmeros benefícios, mas necessita de que os itens supracitados sejam cumpridos para que se transformem em vantagens.

Sem dúvidas, a matriz de transportes brasileiras está chegando ao seu limite e são necessários investimentos e políticas públicas de peso para que o sistema não entre em colapso e prejudique ainda mais o desenvolvimento do país.

É importante atentar ao fato de que a comparação entre os diferentes modais visa à integração e apontamento de melhores alternativas para cada caso e não uma competição entre os mesmos. A solução mais adequada encontra-se na multimodalidade/intermodalidade, utilizando o que cada modal de transporte tem de melhor.

5. Referências

ALFREDINI, Paolo. *Obras e gestão de portos e costas: a técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental*. São Paulo: Edgar Blucher, 2009.

BRASIL. MARINHA. *Navegação Fluvial*. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/bhmn/download/cap-40.pdf>. Acesso em: 13 de abril de 2013a.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. *O transporte hidroviário no Brasil*. Disponível em: <http://www2.transportes.gov.br/bit/04-hidro/hidro.html>. Acesso em: 07 de abril de 2013b.

BRASIL. ANTAQ. Brasil utiliza economicamente mais de 20 mil quilômetros. Disponível em: http://www.antaq.gov.br/Portal/Noticias_Det.asp?DSTitulo=Brasil%20utiliza%20economicamente%20mais%20de%2020%20mil%20quil%F4metros&IDNoticia=25104. Acesso em: 17 de junho de 2013c.

FARIA, Sérgio Fraga Santos. *Fragments da História dos Transportes*. 1. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2001.

FILIPPO, Sandro. *Subsídios para a gestão ambiental do transporte hidroviário interior no Brasil*. 1999. 323f. Dissertação (Mestrado...). Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. *Avaliação de Impactos Ambientais. Aplicação aos Sistemas de Transporte*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004.

GONÇALVES, José Manuel Ferreira; MARTINS, Gilberto. Raio X da produção, investimento e participação dos modais de transporte. *Brasil Engenharia*, São Paulo, 2009, edição 591. Disponível em: http://www.brasilengenharia.com.br/ed/591/Eng_Transporte_I.pdf. Acesso em 17 de setembro de 2013.

OWEN, Wilfred. *Estratégia para os transportes*. Tradução de Davis Hastings. São Paulo: Pioneira, 1975.

MOLINA, Simone Abreu Dias. *Tecon-Estrela: Potencial de carga*. 2000. 139 f. Monografia (Curso de Administração-Habilitação em Comércio Exterior). Centro Universitário UNIVATES. Lajeado. 2000.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrosio. *Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional*. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2002.

GERADOR DE FUNÇÕES COM SELEÇÃO DIGITAL E FREQUENCÍMETRO DE BAIXO CUSTO

Wagner Rambo¹, Murilo Fraga da Rocha¹

Abstract

What makes an Electronic Laboratory reliable are the instruments that make it. And no doubt an indispensable tool in a bench electronics is the function generator. However, a complete function generator has a very high cost, making its acquisition difficult for small companies and independent researchers and students. What we bring here is a solution to this problem with the design of a function generator complete and low cost compared to commercial equivalents.

Resumo

O que torna um laboratório de eletrônica confiável são os instrumentos que o compõe. E sem dúvida um instrumento indispensável em uma bancada de eletrônica é o gerador de funções. Entretanto um gerador de funções completo apresenta um custo muito alto, tornando sua aquisição inviável a pequenas empresas e a pesquisadores e estudantes independentes. O que trazemos aqui é uma solução para este problema, com o projeto de um gerador de funções completo e de baixo custo, se comparado a equivalentes comerciais.

1. Introdução

O que torna um laboratório de eletrônica confiável são os instrumentos que o compõem. Fontes de tensão ajustáveis e simétricas, multímetros e osciloscópios são alguns dos instrumentos indispensáveis, especialmente quando se trabalha em nível de projeto.

Outro instrumento que sem dúvida não pode faltar em uma bancada de eletrônica é o gerador de funções. Entretanto este último por muitas vezes apresenta um custo superior ao próprio osciloscópio, tornando sua aquisição inviável a pequenas empresas e a pesquisadores e estudantes independentes. O que trazemos aqui é uma solução para este problema, com o projeto de um gerador de funções completo e de baixo custo, se comparado a equivalentes comerciais e, o mais importante, apresentando o mesmo grau de confiabilidade e recursos da maioria dos equipamentos comerciais.

Este gerador de funções (ondas quadrada, senoidal e triangular) contém ajuste grosso e fino de frequência; ajuste de amplitude e offset; três saídas diferentes: AC, DC e TTL; entre outros recursos dificilmente encontrados em equipamentos “made in home”, como seleção digital de forma de onda e da faixa de frequência; além de interface com display LCD e frequencímetro (Figura 1).

¹ Engenharia Eletrônica – Universidade FEEVALE / ERS-239, 2755 - 93352-000 - (51) 3586-8800 – Novo Hamburgo – RS – Brazil / wagner.rambo2009@hotmail.com e murilo@feevale.br

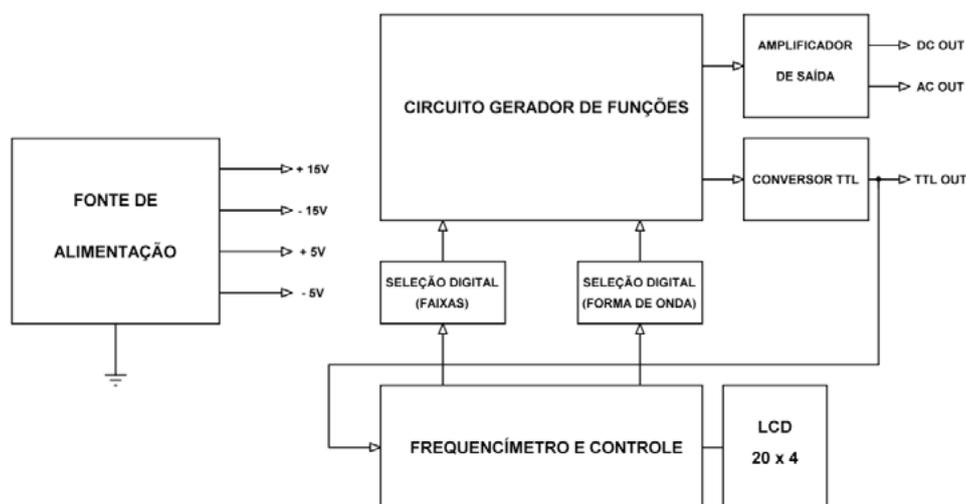
Figura 01. Gerador de funções com seleção digital e freqüencímetro.



2. Metodologia

O circuito gerador de funções (Figura 2) utiliza o CI dedicado XR2206CP, da Exar, por ser eficiente para construir um gerador de funções de qualidade, capaz de fornecer as 3 formas de onda mais comumente utilizadas, quadrada, senoidal e triangular. A instabilidade de circuitos elaborados a partir de componentes totalmente discretos e a alta complexidade de se desenvolver um gerador totalmente digital são os fatores que levaram à utilização do XR2206CP como CI principal do instrumento.

Figura 02. Diagrama em blocos do gerador.



A alimentação de todo o circuito é proveniente de uma Fonte Simétrica Dupla, sendo uma de $\pm 15V$ e a outra $\pm 5V$.

O Circuito de Seleção Digital de Faixas é bastante simples, utilizando tecnologia CMOS. O CI HCF4066BE, que apresenta 4 chaves bilaterais em um único encapsulamento, seleciona o capacitor que determina a faixa a ser utilizada.

Para selecionar qual forma de onda estará presente nas saídas AC e DC do gerador, foi projetado o Circuito de Seleção Digital de Forma de Onda que, controlando dois bits pode-se definir se a onda nestas saídas será quadrada, senoidal ou triangular. Este circuito substitui o tradicional sistema de chaves rotativas que, além de introduzir ruído ao sistema, são dispositivos bastante difíceis de encontrar atualmente no mercado especializado.

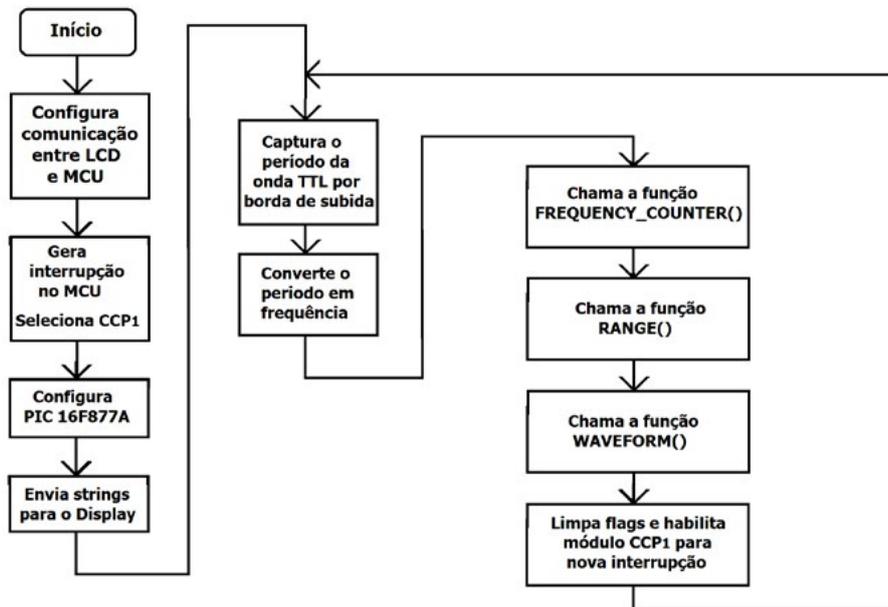
A geração de onda quadrada positiva, com amplitude fixa em +5V, é realizada pelo circuito Conversor TTL. Uma derivação da onda quadrada é aplicada à entrada de um circuito com amplificador operacional de alta impedância sem ajuste de offset e fixa em nível TTL por um buffer Schmitt Trigger. A alta impedância de entrada do circuito Conversor TTL foi prevista para aplicação em frequencímetros, para que os mesmos não atenuem o sinal gerado.

O ganho final do gerador de funções, ajuste de amplitude e offset são realizados pelo circuito Amplificador de Saída, que consiste em um amplificador de múltiplos estágios, projetado totalmente com componentes discretos e de baixo custo, por onde também obtém-se as saídas DC (sinal de saída direto do amplificador) e AC (sinal de saída desacoplado por capacitores).

O circuito Frequencímetro e Controle é o responsável pela seleção da faixa de frequência, forma de onda e medida de frequência de saída do gerador. Estes 3 dados são exibidos em um display LCD de 20 x 4 (20 colunas e 4 linhas), completando o instrumento. O dispositivo principal deste circuito consiste em um microcontrolador PIC 16F877A programado em linguagem C. Para a correta aquisição de frequência da onda quadrada TTL, a entrada deste circuito apresenta um arranjo especial com outros 3 circuitos integrados. Além disso, existem LED's que também ajudam a indicar qual faixa de frequência e forma de onda foi selecionada pelo usuário.

O software para o controle do equipamento que roda no microcontrolador foi programado em linguagem C, e o seu fluxograma é apresentado na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma do software que controla o gerador.



O programa tem início configurando-se a comunicação entre o display LCD e o PIC16F877A (MCU utilizado no projeto). Após, a interrupção é gerada, para que o período da onda TTL possa ser capturado e armazenado em uma variável. Utilizou-se uma interrupção pois é a maneira mais elegante de se capturar o período de determinada forma de onda aplicada à entrada CCP do microcontrolador. Como o mesmo ainda irá desempenhar a função de controlar os bits digitais para seleção de faixa de frequência e tipo de forma de onda, é necessário que ele trabalhe da forma mais leve possível e a interrupção proporciona esta vantagem.

Em seguida as entradas e saídas do PIC são configuradas, envia-se mensagens iniciais para o display e o programa entra no loop infinito. O período da onda TTL é capturado e armazenado em uma variável, então é convertido para frequência. A função “frequencycounter” é responsável pela tomada de decisão entre acionar ou não o MUX, utilizando o divisor de frequência. Se a frequência for baixa, o sinal TTL vai direto para o buffer, se for mais alta (acima de 500Hz, determinada para o projeto), o divisor por 8 entra em ação, então este valor é recebido pelo microcontrolador que trata de reconvertê-lo para exibir o valor correto de leitura de frequência. Utilizou-se este artifício para facilitar o trabalho do microcontrolador. Em frequências altas o mesmo pode apresentar leituras erradas, daí a necessidade de se dividir a frequência original e depois reconvertê-la. Em frequências muito baixas, o mesmo fica susceptível a interferências (especialmente abaixo de 60Hz), ou também pode apresentar dificuldades na leitura do período. Por isto que as altas frequências entram no módulo CCP divididas por 8 e as baixas entram em sua forma original. Além disso, a função “frequencycounter” também realiza a conversão do valor inteiro para string, para que o mesmo possa ser exibido no display. A função “range” é a que testa se os botões de seleção de faixa de frequência foram pressionados, alterando a faixa caso tenham sido. E a função “waveform” é responsável por selecionar a forma de onda. Estas

duas últimas funções, selecionam os bits de controle, os LED's e escrevem a informação no display LCD.

3. Montagem

A parte de montagem deve ser realizada com muita cautela devido ao fato do circuito ser relativamente crítico. Foram projetadas duas placas de circuito impresso, sendo a primeira para todo o Circuito Principal e a segunda para a Fonte de Alimentação. Uma terceira placa de circuito impresso foi desenvolvida para o Circuito de Controle (para seleção de forma de onda e faixa de frequência) e o frequencímetro propriamente dito.

O primeiro aspecto a ser ressaltado, diz respeito ao comprimento das trilhas do circuito impresso. Estas devem ser o mais curtas possível, evitando o surgimento de indutâncias parasitas. Os espaços vazios dos circuitos impresso devem ser preenchidos e ligados ao *ground*. Isso atua como blindagem para espúrios e transientes, além de contribuir para o meio ambiente (será corroído menos cobre no processo de construção da placa). Assim como toda bancada técnica e instrumentos críticos como osciloscópio, o gerador de funções deverá estar aterrado.

4. Calibração e Uso

Foi utilizado um cabo MODU-F/MODU-F de 5 vias para fazer a interconexão do circuito da Fonte de Alimentação com o Circuito Principal, tomando o cuidado para não trocar de lugar nenhuma das tensões de saída. Os bits de controle do gerador podem ser configurados, aplicando-se tensão de +5V (quando quiser nível lógico '1') e 0V (quando quiser nível lógico '0').

Para iniciar a calibração, o gerador é colocado na faixa de frequência (100Hz – 1kHz), e o gerador em onda triangular. O potenciômetro de amplitude colocado no máximo e todos os demais potenciômetros e trimpots devem ser mantidos na metade do curso. Conecte o canal 1 do osciloscópio em DC Out e alimente o gerador de funções.

O primeiro trimpot a se ajustar consiste em um ajuste fino de offset para as ondas triangular e senoidal. Atuando suavemente neste trimpot até observar no escopo do osciloscópio que o offset está bem centralizado. Após realiza-se o ajuste fino de offset, ajustando a amplitude da onda triangular e, de forma indireta, a amplitude da onda senoidal. O valor de tensão pico a pico no osciloscópio deve chegar a 5VPP para o ajuste estar concluído.

Para forma de onda senoidal deve-se fazer o ajuste do trimpot para diminuir ao máximo a distorção da senoide. Depois ajusta-se a simetria da forma de onda. Atue pacientemente nestes dois trimpots até obter uma onda senoidal limpa, o mais livre de espúrios possível e simétrica.

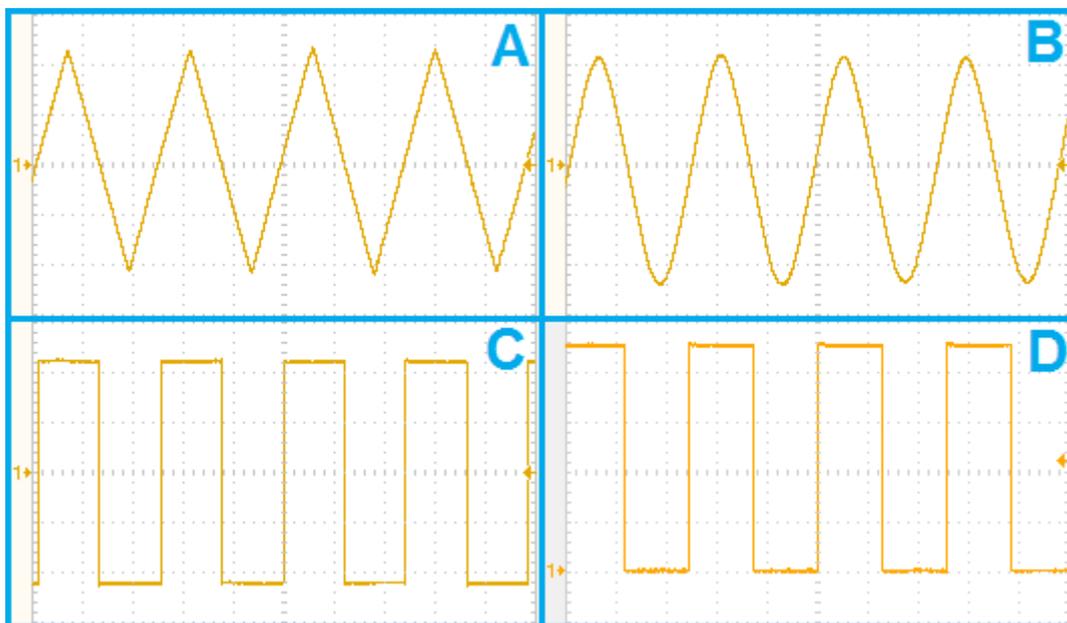
Por último, ajusta-se o gerador para forma de onda quadrada e a amplitude da mesma através, até atingir um valor igual ao das ondas triangular e senoidal (entre 4,8 e 5,2VPP). As demais saídas do gerador devem ser calibradas, iniciando pela TTL. Esta deverá apresentar uma forma de onda quadrada, com duty cycle de 50% e os potenciômetros de offset e amplitude

não deverão interferir nesta forma de onda. A saída AC deverá apresentar amplitude da ordem de mili volts.

5. Resultados

Na Figura 3, apresenta-se as 4 formas de onda disponíveis neste instrumento, comprovando que o mesmo fornece saídas excelentes quando comparado a equivalentes comerciais. As imagens foram obtidas utilizando-se a opção de captura do osciloscópio digital.

Figura 4 - Captura das formas de onda do Gerador de Funções. A – Onda Triangular. B – Onda Senoidal. C – Onda Quadrada. D – Onda TTL.



6. Conclusão

No presente trabalho buscou-se trazer uma solução mais viável aos simples usuários ou pequenas empresas que desejam ter um laboratório de eletrônica completo e, portanto, necessitam de instrumentos confiáveis como o aqui descrito, mas ainda não possuem os recursos necessários para adquirir equipamentos comerciais por estes apresentarem preços elevados. O gerador de funções é sem dúvida um instrumento necessário para as práticas em eletrônicos e projetos de mesma área.

O Gerador de Funções com Seleção Digital e Freqüencímetro, visa atender aos requisitos fundamentais da área de instrumentação, consistindo em um instrumento confiável e de baixo custo, não deixando faltar porém, os recursos presentes em equivalentes comerciais. Dispondo de um gerador de ondas Quadrada, Senoidal, Triangular e TTL; que são amíúde aplicadas a práticas e projetos na área de eletrônica, seja analógica ou digital.

A segunda parte do trabalho consistirá na descrição do circuito de controle utilizado, que comandará os bits de seleção digital do Circuito Principal, além de apresentar a leitura de frequência do gerador e indicação visual por LED's e por um display LCD, completando assim o instrumento proposto. Nada impede é claro, dos leitores desenvolverem seu próprio sistema de controle para o Circuito Principal.

7. Referências

TOCCI, Ronal J.; WIDMER, Neal S. **Digital systems**: principles and applications. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. São Paulo, SP: Makron Books, 2006. v.2.

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. São Paulo, SP: Makron Books, 2000.

XR2206CP Datasheet - Exar Corporation - Monolithic Function Generator, <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/80503/EXAR/XR2206CP.html>, Agosto.

SENSORIAMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO DE ÁREA EM PROCESSO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Lucimara Wolfarth Schirmbeck¹, Juliano Schirmbeck^{1,2}

Abstract

This paper presents a tool for monitoring an environmental degradation area. Remote Sensing techniques were used with based on analysis of vegetation indices and surface temperature. The technique was applied in a susceptible sandy desertification area where the vegetation is a soil binding agent. The study area is located in the southwest of the State of Rio Grande do Sul, the regional soils have high susceptibility of water and wind erosion, leaving them more susceptible to degradation. The results allowed to verify medium to high vegetation indices on all images and high temperatures surface in two of the four images analyzed.

Resumo

O presente trabalho apresenta ferramenta para o monitoramento de uma área em degradação ambiental. Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento, através da análise de índices de cobertura vegetal e da temperatura de superfície. Esta análise foi aplicada em área suscetível a arenização na qual a vegetação é essencial como agente fixador do solo. A região de estudo localiza-se no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul que apresenta solos com altas taxas de erosão hídrica e eólica, deixando estes mais suscetíveis à degradação. Os resultados obtidos possibilitam verificar, índices de vegetação de médio a alto em todas as imagens analisadas e altas temperaturas de superfície em duas das quatro imagens analisadas.

1. Introdução

O processo de arenização pode ser definido pela morte das plantas e posterior substituição por substrato exposto (areia). É caracterizado pela redução da diversidade da vegetação, com aumento de exposição do substrato.

No Rio Grande do Sul o processo de arenização ocorre na parte sudoeste do Estado em direção oeste até a fronteira com a Argentina e o Uruguai (SUERTEGARAY et al., 2001).

No inverno, esse processo é menos significativo, dado o maior nível de umidade do solo e maiores níveis de pluviosidade, entretanto, o escoamento superficial proporciona a formação de ravinas e voçorocas acumulando sedimentos nas partes mais baixas do terreno. Com o passar do tempo os sedimentos sofrem a ação dos ventos gerando novos focos de areia. Este processo impede a fixação da vegetação favorecendo, dessa forma, a intensificação da erosão e a ampliação dos areais. Por outro lado no verão estudos demonstram que a precipitação não

¹ Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Av. Bento Gonçalves, 9500 – Campus do Vale – Bairro Agronomia – CEP: 91501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil

² Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Univates – Rua Avelino Tallini, 171 – Bairro Universitário – CEP 95900-000 – Lajeado – RS – Brasil – lucimaraws@gmail.com, schirmbeck.j@gmail.com

atende à demanda evaporativa (LEIVAS et al., 2006). Um eventual déficit hídrico no solo reflete nos processos fisiológicos da vegetação, a qual deixa de atender a demanda evaporativa da atmosfera, desta forma entrando em um estado de estresse hídrico, podendo levar a planta a morte.

O uso e o manejo inadequado dos solos são apontados como as principais causas de origem antrópica relacionadas à arenização. A perda da cobertura vegetal, expõe o solo à incidência dos agentes erosivos segundo Rovedder et al. (2005) um dos principais agentes da arenização é a erosão eólica, cujo efeito destrutivo é proporcional à velocidade dos ventos e à redução da cobertura vegetal.

As imagens de satélite dispõem de uma alta densidade de informação espacial e temporal da superfície da terra, permitindo monitoramento contínuo de desastres e alterações do desenvolvimento da biosfera (BOEGH et al., 2002). Com dados captados pelos satélites é possível estimar parâmetros como, cobertura vegetal, e temperatura da superfície (SCHIRMBECK et al., 2009).

A precipitação no Estado do RS é bem distribuída em todas as estações do ano, porém as chuvas de verão não atendem as necessidades hídricas, este fenômeno observa-se principalmente na metade sul, devido à maior demanda evaporativa da atmosfera nos meses mais quentes (MATZENAUER et al., 1998 e BERLATO, 1999).

Nestas regiões a evapotranspiração se iguala as precipitações ou até mesmo supera. Avila et al. (1996) realizou estudo sobre a probabilidade da evapotranspiração potencial superar a precipitação, destacando a perda do rendimento da produtividade para culturas de primavera/verão. O processo da evapotranspiração faz parte do balanço hídrico superficial. É o fenômeno de intercâmbio de água no sistema solo/planta/atmosfera. A evapotranspiração também pode ser definida como demanda evaporativa da atmosfera (ALLEN et al., 1998).

Com o déficit hídrico a vegetação não consegue mais transpirar e atender a demanda evaporativa da atmosfera, em consequência aumenta a sua temperatura, desta forma entrando em um estado de estresse hídrico, o qual afeta seu desenvolvimento e produtividade, podendo levar a planta a morte. Sepulcre Cantó (2005) define como as principais causas para um baixo potencial hídrico na superfície foliar a baixa disponibilidade hídrica do solo, decorrente do baixo teor de água e/ou elevado teor de sais nos solos; a alta demanda evaporativa; além da alta resistência ao fluxo de água no solo ou vegetação, que pode ser devido ao tipo de solo, como também ao seu uso inadequado ou até mesmo enfermidades.

Frente à problemática enfrentada na região e a possibilidade de monitoramento do estado hídrico da vegetação com uso de imagens de satélite, o objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia de monitoramento da vegetação em área afetada pelo processo de arenização na região sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul.

2. Metodologia

A metodologia proposta consiste no uso de imagens captadas pelo sensor MODIS a bordo da plataforma Terra. Este sensor foi escolhido por possuir características de abrangência regional, e pela alta revisita. Uma das principais características que levou a escolha deste sensor foi a disponibilidade dos dados em forma de produtos, tornando a avaliação direta, sem a necessidade de aplicação de modelos e processamentos complexos.

O produto Temperatura de Superfície da Terra (LST) conhecido como MOD11 disponibiliza a temperatura da superfície terrestre obtida a partir de imagens geradas no período do dia e da noite, estando as mesmas na ausência de nuvens. Este produto está disponível para dados diários ou uma composição de 8 dias em resolução espacial de 1000 ou 5600m. Para o trabalho foram utilizados os dados diários obtidos no período dia (10h30min) com resolução de 1000m (RUDORFF et al., 2007).

O produto índice de vegetação, conhecido como MOD13 disponibiliza o NDVI. Obtido a partir de imagens capturadas em um período de 16 dias, em resoluções de 250, 500 e 1000m, sendo apresentado para cada pixel da imagem o índice de vegetação mais alto encontrado no período. Este produto não se encontra disponível para o período diário, com o objetivo de proporcionar a total cobertura de uma grande área sem a presença de nuvens, além da vegetação não apresentar significativa variação na cobertura (RUDORFF et al., 2007).

Para cobrir a área de estudo foi necessário efetuar o download de dados de dois quadrantes h13v11 e h13v12. Tendo em vista que os modelos de temperatura apresentam dados de escala diária e são afetados pela cobertura de nuvens, inicialmente realizou-se uma escolha das imagens baseada em análise visual de presença de nuvens. Foram escolhidas 4 datas distribuídas ao longo do ano de 2007 nos meses de janeiro, maio, agosto e dezembro, que não apresentavam cobertura de nuvens na área de estudo. Na Tabela 1 apresenta-se a lista de produtos baixados, sendo os de temperatura de superfície para as datas escolhidas e do índice de vegetação que contempla esta data. Para a análise dos produtos foi necessário mosaicar os quadrantes (h13v11 e h13v12), recortar a área de estudo e reprojeter a imagem para as coordenadas geográficas WGS – 84.

Tabela 1 – Dados dos produtos MODIS.

Produto	Nome do Produto	Ano	Dia juliano	Tile	Data	Período
TS	MOD11	2007	22	H13v11	22 de jan	1 dia
TS	MOD11	2007	22	H13v12	22 de jan	1 dia
NDVI	MOD13	2007	33	H13v11	02 de fev	16 dias
NDVI	MOD13	2007	33	H13v12	02 de fev	16 dias
TS	MOD11	2007	145	H13v11	25 de maio	1 dia
TS	MOD11	2007	145	H13v12	25 de maio	1 dia
NDVI	MOD13	2007	145	H13v11	25 de maio	16 dias

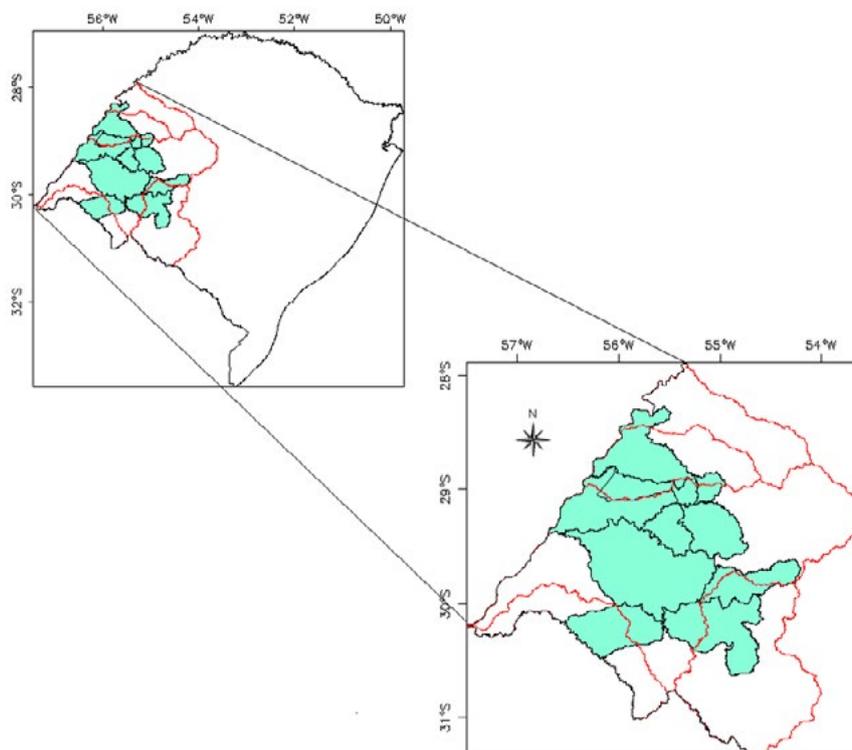
Produto	Nome do Produto	Ano	Dia juliano	Tile	Data	Período
NDVI	MOD13	2007	145	H13v12	25 de maio	16 dias
TS	MOD11	2007	241	H13v11	29 de ago	1 dia
TS	MOD11	2007	241	H13v12	29 de ago	1 dia
NDVI	MOD13	2007	241	H13v11	29 de ago	16 dias
NDVI	MOD13	2007	241	H13v12	29 de ago	16 dias
TS	MOD11	2007	355	H13v11	21 de dez	1 dia
TS	MOD11	2007	355	H13v12	21 de dez	1 dia
NDVI	MOD13	2008	1	H13v11	01 de jan	16 dias
NDVI	MOD13	2008	1	H13v12	01 de jan	16 dias

Com objetivo de determinar as diferenças entre a demanda evaporativa da atmosfera e as precipitações aplicou-se o modelo de Thornthwaite (1948) para cálculo da evapotranspiração potencial (ETP). Este modelo de cálculo de evapotranspiração baseia-se na temperatura média do ar, e em um índice de calor obtido desde as temperaturas médias do ar. Para a obtenção desta diferença utilizaram-se as temperaturas médias mensais e precipitação da estação de São Borja (Normais Climatológicas - FEPAGRO).

2.3 Área de Estudo

A área de estudo compreende as sub-bacias: Butuí-Piratinim-Icamaquã, Ibicuí, Quaraí e Santa Maria pertencentes à Bacia Hidrográfica do Uruguai, localizadas na região sudoeste. Na Figura 1, apresenta-se a localização da área de estudo com destaque às bacias hidrográficas (em vermelho) e os municípios de Alegrete, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manoel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Francisco de Assis e Unistalada (em verde) nos quais há registro de ocorrência do processo de Arenização. Caracteriza-se por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a 3°C (INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO, 2001).

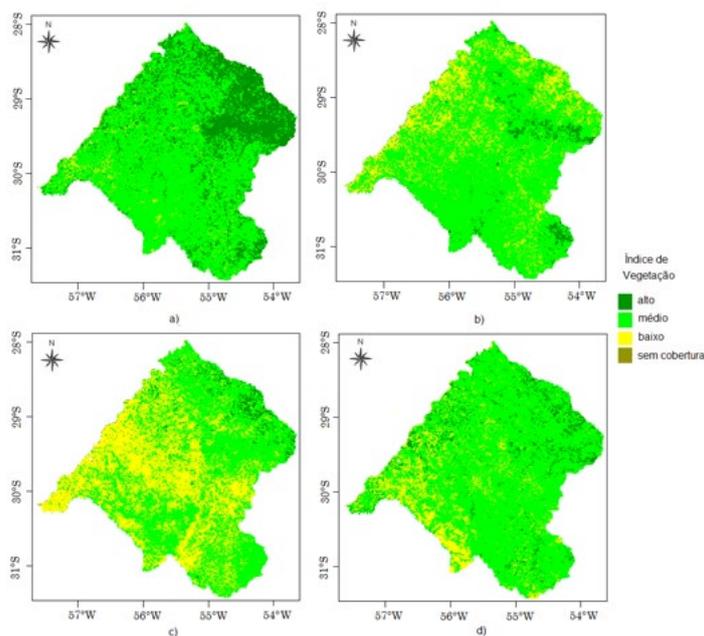
Figura 1 – Localização da área de estudo.



3. Resultados e Discussão

Os mapas de NDVI obtidos através do processamento do produto MOD13 podem ser visualizados na Figura 2. Para facilitar a visualização da distribuição o NDVI foi representado em 4 faixas de valores sendo elas: NDVI de 0 a 0,25 sem cobertura; NDVI de 0,25 a 0,5 baixa cobertura; NDVI de 0,5 a 0,75 média cobertura e NDVI de 0,75 a 1 alta cobertura.

Figura 2 – Mapas de NDVI.



Legenda: a) Imagem de janeiro; b) Imagem de maio; c) Imagem de agosto; d) Imagem de dezembro

No mapa de NDVI, correspondente ao mês de janeiro (Figura 2 a), observa-se que grande parte da região nordeste da área apresenta altos índices de vegetação (verde escuro) a maior ocorrência deste índice nas imagens analisadas, predominando no restante, índices médios de cobertura (verde).

Em maio (Figura 2 b) já aparecem em algumas partes baixos índices de vegetação (amarelo), diminuem as áreas de altos índices e mais uma vez predominando índices médios de cobertura.

Em agosto (Figura 2 c) ocorrem grandes áreas com baixos índices de vegetação, a maior ocorrência de baixos índices dentre as imagens.

Em dezembro (Figura 2 d) observa-se uma ocorrência esparsa de altos e baixos índices de vegetação, com grande predominância de índices médios de cobertura.

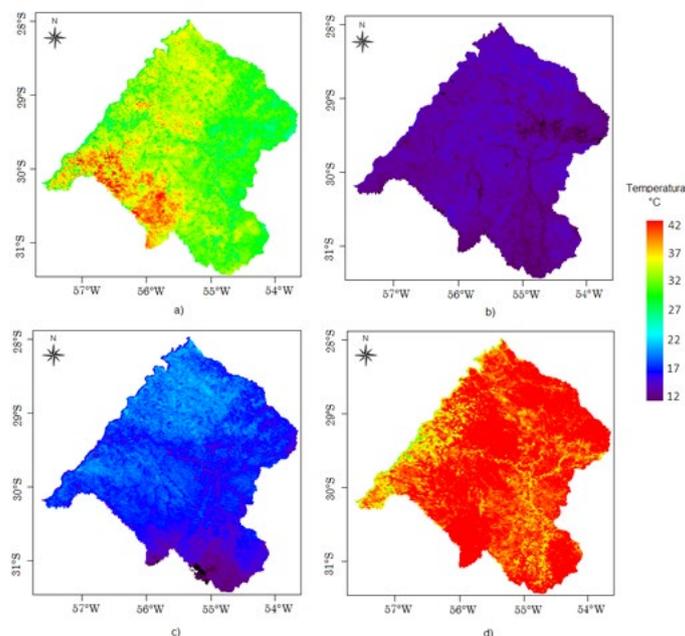
Nas quatro imagens de NDVI analisadas se observa a predominância de médios e altos índices de cobertura vegetal. Apenas no mês de agosto houve maior ocorrência de baixos índices, o motivo desta ocorrência pode ser o fato da vegetação ter um desenvolvimento mais lento nos meses que antecedem a imagem, devido à menor disponibilidade de radiação solar.

Os mapas de TS obtidos através do processamento do produto MOD11 podem ser visualizados na Figura 3. No mapa de temperatura de superfície (TS) correspondente ao mês de janeiro (Figura 3 a) observa-se a ocorrência de altas temperaturas (vermelho 42°C) e uma predominância de temperaturas no entorno de 37°C (verde) na porção sul da área de estudo.

Nos mapas dos meses de maio e agosto (Figura 3 b e Figura 3 c) observam-se baixos valores de temperatura, (entre 12 e 17°C), como esperado para estes meses, nos quais: as temperaturas médias do ar estão mais baixas, os dias são mais curtos e a radiação solar é menor. Há menos energia disponível para aquecer o sistema solo/planta, apesar de neste período a região apresentar menores índices de cobertura vegetal, comparado aos meses de janeiro e dezembro.

Em dezembro (Figura 3 d) observa-se a ocorrência de altas temperaturas em praticamente toda área de estudo (vermelho).

Figura 3 – Mapas de TS.



Legenda: a) Imagem de janeiro; b) Imagem de maio; c) Imagem de agosto; d) Imagem de dezembro.

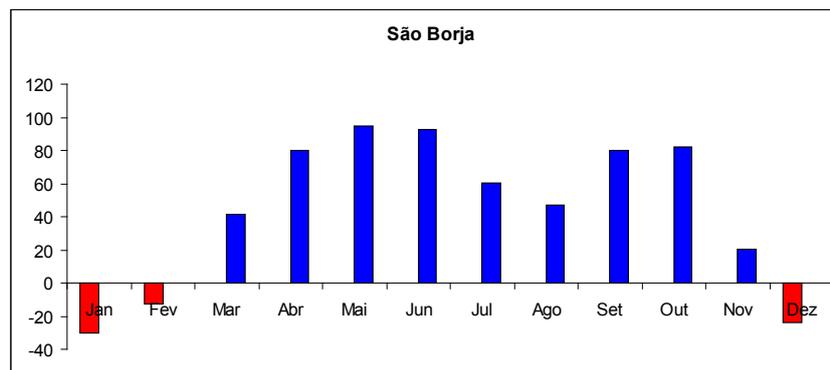
As normais climatológicas da estação de São Borja, e os dados de evapotranspiração potencial obtidos por Thornthwaite (1948) e o balanço hídrico simplificado ($P - ETP$) são apresentados na Tabela 3.

Tabela 2 – Dados climatológicos.

Meses	Ta (°C) Normal	P (mm/mês) Normal	ETP (mm/mês) Equação 1	P - ETP (mm/ mês)
Jan	25,9	124	154	-30
Fev	25,5	115	128	-13
Mar	23,4	150	109	41
Abr	19,6	146	66	80
Mai	17,1	142	48	94
Jun	14,8	125	32	93
Jul	14,1	91	30	61
Ago	16,3	92	45	47
Set	17,6	135	55	80
Out	19,8	162	80	82
Nov	22,3	126	105	21
Dez	24,7	116	140	-24

Na Figura 4, é apresentada a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial e nesta se observa que historicamente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro a demanda evaporativa é superior as precipitações.

Figura 4 – Diferença entre precipitação e evapotranspiração potencial



4. Análise e Conclusão

Comparando os resultados obtidos a partir dos produtos MODIS frente aos dados precipitações e evapotranspiração da região, verifica-se que nos meses de janeiro e dezembro, meses de ocorrência de déficit hídrico, que apesar de os mapas de NDVI apresentarem os maiores índices de vegetação os mapas de temperatura apresentam altos valores, comportamento que dá o indício de que neste período a vegetação sofre com o estresse hídrico, desta forma prejudicando o desenvolvimento da mesma e criando um cenário favorável ao processo de arenização.

Nos meses de maio e agosto, apesar de não haver déficit hídrico, são apresentados menores índices de vegetação, como já discutido nos mapas de temperatura, há menos incidência solar além das típicas geadas que ocorrem na região prejudicando o desenvolvimento da vegetação neste período. Estes baixos índices de vegetação observados nos meses de inverno estão de acordo com a problemática apresentada na bibliografia de que nos meses de inverno a vegetação não consegue proporcionar uma satisfatória fixação do solo favorecendo o fenômeno de erosão, também apontado como um dos causadores do processo de arenização.

O mapeamento utilizando produtos MODIS, demonstrou aptidão, como ferramenta de monitoramento do estado da vegetação em áreas suscetíveis a arenização, além de permitirem a utilização de uma ferramenta de grande potencial sem a necessidade de aplicação de modelos e processamentos complexos. O método apresentado traz vantagens por sua agilidade e gratuidade na obtenção de informações (produtos MODIS) para o monitoramento da cobertura vegetal em área com processo de degradação.

Referências

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO. Irrigation and drainage paper 56. Water Resources, Development and Management Service, Rome, Italy.

Avila, a. M. H.; Berlato, M.; Silva, j. B., Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-

verão no estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v.2, n.2, p.149-154. 1996.

Berlato, M. A.; Fontana, D. C., Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.7, n.1, p.119-125. 1999.

Boegh, E., Soegaard, H., Thomsen, A., 2002. Evaluating evapotranspiration rates and surface conditions using Landsat TM to estimate atmospheric resistance and surface resistance. Remote Sensing of Environment 79, 329-343.

Fepagro - Boletins Meteorológicos Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/agromet/>> Acesso em: 07 maio 2011.

Inventário Florestal Contínuo. Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas. Inventário Florestal Contínuo. Rio Grande do Sul. 2001.

Leivas, Janice F.; Berlato, Moacir A.; Fontana, Denise C.. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 10, n. 2, jun. 2006 .

Schirmbeck, J. Schirmbeck, L. W., Rivas, R., Coelho, O. G. W.; Estimativa de Evapotranspiração em Área de Ocorrência do Sistema Aquífero Guarani desde Imagens Modis. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4859-4866.

Matzenauer, R.; Barni, N. A.; Machado, F. A., Análise agroclimática das disponibilidades hídricas para a cultura da soja na região do Planalto Médio. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, n.2, p.263-275. 1998.

Rudorff, B. F. T., Shimabukuro, Y. E., Ceballos, J. C., O Sensor Modis e suas Aplicações Ambientais no Brasil. Ed. Parêntese. São Paulo. ISBN 978-85-60507-00-9, 423p. 2007.

Rovedder, A. P.; Eltz, F. L. F.; Girardi-Deiro, A. M.; Deble, L., Análise da composição florística do campo nativo afetado pelo fenômeno da arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira Agrociência, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 501-503, out-dez, 2005.

Suertegaray, D. M. A., Guasselli, L. A. Verdum, R. (org). Atlas da Arenização: sudoeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Secretaria da Coordenação e Planejamento do Governo do estado do Rio Grande do Sul, 2001.

Sepulcre Cantó, G. Estudio del stress hídrico en olivar mediante métodos de teledetección. Aplicación del sensor hiperspectral aerotransportado AHS. Tesis de Doctorado. Facultad de Física. Universidad de Valencia. 130p. 2005.

Thorntwaite, C.W., An approach toward a rational classification of climate Geographical Review, 38: 55-94. 1948.

Trindade J.P.P., Quadros, F. L. F., Pillar V. D., Pesquisa Agropecuária Brasileira., Brasília, v. 43, n. 6, p.771-779, jun. 2008.

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE DISTINTOS MODELOS DE ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL

Lucimara Wolfarth Schirmbeck¹, Juliano Schirmbeck^{1,2}

Resumo

O estudo da evapotranspiração tanto em escala local como regional é de grande importância para diversas áreas científicas e tecnológicas tais como hidrologia, ecologia, produtividade agrícola, gerenciamento de irrigação, planejamento e gestão de recursos hídricos, modelagem ambiental, estudos de mudanças climáticas, dentre outras. Porém muitas vezes sua correta estimativa pode ser dificultada pela não disponibilidade de dados necessários para sua estimativa. No presente trabalho é estudado o desempenho da evapotranspiração, estimada a partir de diferentes modelos empíricos os quais se diferem principalmente pela necessidade de dados de entrada, sendo eles modelos simples que necessitam somente da temperatura média do ar a modelos completos que necessitam de radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, os modelos utilizados compreendem a Priestley-Taylor, Turc, Hargreaves e Thornthwaite. Os mesmos foram comparados frente ao modelo de Penman Monteith proposto pela FAO (*Food and Agriculture Organization*) que é tido como referência na estimativa da evapotranspiração por diversos autores. Aplicou-se a metodologia aos dados da estação meteorológica do INMET do município de Caxias do Sul, os quais são disponibilizados pela base FAO e correspondem a médias históricas de um período de 10 anos compreendido entre 1981 e 1990. Os resultados obtidos mostram que os modelos de Priestley-Taylor, Hargreaves e Turc apresentam alta correlação ($R^2 = 0,99$) com o modelo Penman Monteith, já o modelo Thornthwaite apresentou correlação de $R^2 = 0,89$. Os modelos Priestley-Taylor, Hargreaves e Turc sobreestimaram os índices e o modelo de Thornthwaite subestimou. Conclui-se então que os modelos Priestley-Taylor, Turc e Hargreaves proporcionam um desempenho aceitável e equivalente ao modelo Penman Monteith proposto pela FAO, além de que estes modelos possuem um grau de dificuldade menor para aplicação por utilizarem uma menor quantidade de dados meteorológicos e por existir uma maior probabilidade de estarem disponíveis para o estudo a ser aplicado.

Palavras-chave: Evapotranspiração. Penman Monteith. Dados Meteorológicos.

¹ Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Av. Bento Gonçalves, 9500 – Campus do Vale – Bairro Agronomia – CEP: 91501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil

² Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Univates – Rua Avelino Tallini, 171 – Bairro Universitário – CEP 95900-000 – Lajeado – RS – Brasil – lucimaraws@gmail.com, schirmbeck.j@gmail.com

ANÁLISE PRELIMINAR DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE LAJEADO/RS

Roberta Karinne Mocva Kurek¹, Juliana Tomasini¹, Grasiela Cristina Both¹

O conhecimento das condições climáticas de um local é de suma importância para o desenvolvimento de diversos projetos técnicos nas áreas da agricultura, arquitetura, engenharia, turismo, entre outras. O Centro Universitário UNIVATES possui uma estação meteorológica instalada em Lajeado, a qual é gerenciada pelo Centro de Informações Hidrometeorológicas (CIH), coletando dados desde 2003. O município de Lajeado localiza-se na região do Vale do Taquari, porção centro-leste do RS. Em virtude da escassez de referências sobre o comportamento do clima neste município, uma pesquisa está sendo realizada a fim de analisar as condições climáticas do município de Lajeado nos últimos 10 anos, verificando o comportamento das principais variáveis meteorológicas. Estudos relacionados a esta temática indicam que tendo como base 10 anos de observações, apesar de ser um período curto na área da climatologia, pode-se obter normais provisórias para as variáveis meteorológicas. O presente resumo apresenta os resultados preliminares desta pesquisa, que se encontra em andamento. Para a realização desta análise utilizaram-se dados do período entre 2003 e 2013, cedidos pelo CIH da Univates. As variáveis meteorológicas analisadas foram: temperatura, precipitação pluviométrica, umidade do ar e vento. Os dados receberam tratamento estatístico, através da utilização de planilhas de cálculo do Excel e equações específicas. Os resultados preliminares da análise indicaram que o clima do município pode ser caracterizado como úmido, apresentando umidade média do ar anual provisória de 74%. As chuvas ocorrem em todos os meses do ano, sendo que a média anual provisória é de 1700 mm. Os meses de julho, setembro e outubro apresentaram os maiores volumes médios de chuva. O maior acumulado diário de chuva registrado no período foi de 179,8 mm, em abr/2011. No que se refere a temperatura, a média anual provisória é de 20,1°C, a média da temperatura máxima de 25,9°C e a média da temperatura mínima de 15,5°C. A temperatura mais baixa registrada no período foi de -1,1°C, em jun/2012, e a mais alta foi de 40,3°C, em jan/2006. A análise dos dados de temperatura permitiram a identificação de duas estações do ano bem definidas: inverno frio e verão quente, sendo as demais estações de transição. Os ventos no município possuem direção predominante norte-noroeste (NNW) e velocidade média provisória de 4,23 Km/h, a qual é considerada baixa se comparada com outros estudos realizados no RS, em função de fatores locais (ex.: relevo). Durante o período de análise, a velocidade máxima do vento registrada foi de 75,6 Km/h, em jul/2006. Estes resultados preliminares foram satisfatórios, possibilitando sua utilização em estudos que requerem a caracterização climática do local.

Palavras-chave: Clima, Análise Estatística, Lajeado/RS.

¹ Centro de Informações Hidrometeorológicas (CIH) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado – RS - Brasil – beta_kurek@hotmail.com, juxju2@hotmail.com, gboth@univates.br

TIJOLOS MACIÇOS NO VALE DO TAQUARI: RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E ABSORÇÃO DE ÁGUA

Alex Carvalho Brino¹, Eclea Morais Mullich², Marcio Goerck³, Odorico Konrad⁴,
Patrícia Sordi⁵, Ronaldo Husemann⁶

Resumo:

As construções feitas em alvenaria de tijolos são bastante antigas e ainda hoje é a técnica construtiva mais utilizada no país, principalmente em residências. Isso se deve ao seu formato anatômico de fácil manuseio, sua leveza e simples fabricação, geralmente próxima das obras, além de ter um baixo custo. Sabendo de sua ampla utilização e servindo como subsídio à pesquisa “Edificação Bioclimática: Um olhar para a Sustentabilidade no Vale do Taquari”, foram realizados ensaios com material coletado de olarias do Vale do Taquari para aferir padrão de qualidade dos tijolos maciços, visto que, existe a intenção de se utilizar de materiais locais para auxiliar no desenvolvimento econômico da região, assim como minimizar o gasto energético em grandes deslocamentos. Foram utilizados materiais de quatro cerâmicas e testados nos quesitos de resistência à compressão e absorção de água. Os corpos-de-prova seguem as dimensões de 23 cm de comprimento, 11,5 cm de largura e 5,3 de altura e foram ensaiados no LATEC da Univates, seguindo normativas vigentes NBR 8947, pois foi averiguada a inexistência de uma norma que fosse feita exclusivamente para absorção de água em tijolos maciços e NBR 6460, NBR 7170 e Portaria Inmetro nº16 de 5 de janeiro de 2011 para ensaios de resistência à compressão. Para os ensaios de absorção, foram utilizados cinco corpos-de-prova e, com os dados obtidos, foram concebidos os resultados percentuais de 19% a 22%, sendo que a norma pede que os valores fiquem entre 5% e 25% de absorção, concluímos que os tijolos possuem nível aceitável de água absorvida. Já para os ensaios de resistência à compressão foram ensaiados oito corpos-de-prova e concluíram-se as médias de 7,33 MPa e 9,42 MPa, onde a normativa pede o mínimo de 1,5 MPa, portanto, bem superior à mínima exigida, fazendo-nos comprovar sua excelente qualidade.

¹ Me., Pesquisador, Univates, Brasil.alexbrino@yahoo.com.br

² Ma., Pesquisadora, Univates, Brasil.ecleamorais@yahoo.com.br

³ Me., Pesquisador, Univates, Brasil. marcio@vigasengenharia.com.br

⁴ PhD., Pesquisador, Univates, Brasil. okonrad@univates.br

⁵ Acad., Bolsista IC, Univates, Brasil. sordi.patricia@gmail.com

⁶ Dr., Pesquisador, Univates, Brasil. husemann@univates.br

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NA QUALIDADE MICROBIANA E NO PERFIL LIPÍDICO DO LEITE BOVINO

Adriano Gennari¹, Alexandre Martins Silva¹, Bruna Wissmann Monteiro¹, Júlia Grasiela Spellmeier¹, Daniel Neutzling Lehn¹, Cláucia Fernanda Volken de Souza¹

Abstract

Milk, staple food of the human diet, is considered one of the finest foods due to its composition. A major challenge for the dairy industry is the looking for optimization of the production process and the quality of raw material. The aim of this study was to evaluate the influence of different heat treatments on the microbiological quality and lipid profile in bovine milk. Concerning to quantification of fatty acids in milk, only the butyric, caproic, tridecanoic, stearic and elaidic acids were significantly reduced due to the heat treatment. It was found that the reduction of microbial counts, essential for the product consumption, is influenced by the thermal processing.

Resumo

O leite, alimento básico da dieta humana, é considerado um dos alimentos mais nobres em função da sua composição. Um dos grandes desafios para o setor leiteiro é a busca da otimização do processo produtivo e da qualidade da matéria-prima. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes tratamentos térmicos na qualidade microbiológica e no perfil lipídico do leite bovino. Quanto à quantificação dos ácidos graxos do leite, apenas os ácidos butírico, caproico, tridecanoico, esteárico e elaídico apresentaram redução significativa em função do tratamento térmico. Verificou-se que a redução das contagens microbianas, imprescindíveis para o consumo do produto, é influenciada pelo processamento térmico.

1. Introdução

O setor de leite é um dos segmentos econômicos mais importantes do Brasil, quinto maior produtor de leite do mundo. O Rio Grande do Sul, terceiro maior estado produtor, com uma produção anual de mais de 3 bilhões de litros de leite vem conquistando espaço no mercado lácteo. A produção de leite e derivados é altamente difundida em toda a região do Vale do Taquari e se caracteriza como uma importante atividade socioeconômica, gerando desenvolvimento, devido às inúmeras agroindústrias e cooperativas de leite e derivados que estão instaladas na região [Embrapa 2013].

O leite é um alimento básico da dieta humana, sendo considerado um dos alimentos mais nobres, dada sua composição peculiar, rica em proteínas, gorduras, carboidratos, sais minerais, e vitaminas [Vidal 2001], podendo ser consumido na forma *in natura*, e também servir como

¹ Centro Universitário UNIVATES - Rua Avelino Tallini, 171 - CEP: 95900-000 - Universitário - Lajeado - RS - Brasil - adriano.gennari@hotmail.com

matéria-prima para a produção de diversos outros produtos, como queijos, iogurtes e manteiga [Rentero 1993].

Um dos grandes desafios para o setor leiteiro é a busca da otimização do processo produtivo e da qualidade da matéria-prima. O leite de qualidade resulta em maior rendimento e qualidade dos derivados lácteos produzidos, trazendo benefícios para a indústria e para o consumidor. Porém, para que a qualidade nutricional desses produtos seja mantida durante o seu processamento, se faz necessário produzi-los em condições tecnológicas adequadas, ou seja, que não alterem as características físico-químicas que lhes são próprias [Souza e Benedet 1987].

A presença da gordura é um fator importante para determinar a palatabilidade dos alimentos. A gordura láctea é particularmente importante neste aspecto, porque contém grande quantidade de lipídios de tamanho molecular pequeno, de ácidos gordurosos de cadeia curta e seus derivados que contribuem ao sabor e aroma do leite e derivados [Varnam e Sutherland 1995]. O leite bovino é composto por mais de 100 mil tipos diferentes de moléculas - cada uma delas com função específica -, contém de 3 a 5% de lipídios totais, representados em quase sua totalidade por triacilgliceróis [Fonseca e Santos 2000]. Cerca de 70% dos ácidos graxos dos triacilgliceróis do leite são saturados, 25% são ácidos graxos monoinsaturados e 5% são ácidos graxos poli-insaturados [Grummer 1991].

O leite é um produto altamente perecível, sendo um excelente meio de cultura para os micro-organismos devido a suas características intrínsecas, como a alta atividade de água, pH próximo ao neutro e riqueza em nutrientes [Franco e Landgraf 2003]. A qualidade microbiológica pode ser um bom indicativo da saúde da glândula mamária do rebanho e das condições gerais de manejo e higiene adotados nas fazendas [Fonseca e Santos 2000]. O leite contém micro-organismos que são incorporados a ele durante as etapas de sua produção. O emprego de temperaturas ligeiramente acima das máximas, que permitem a multiplicação desses micro-organismos, já é capaz de provocar a morte ou a inativação de suas células vegetativas [Silva 2000].

A intensidade e o tempo de exposição ao calor, além de sua vigorosa ação sobre os micro-organismos, poderão alterar também o valor nutritivo e modificar a natureza histológica, física e química do alimento, podendo reduzir as suas qualidades sensoriais e nutricionais do leite, e conseqüentemente, reduzir o seu valor comercial [Silva 2000].

As análises para verificar a composição nutricional do leite, assim como a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CBT) são instrumentos importantes na avaliação da qualidade do leite. Segundo Simionato et al. (2010), uma forma de analisar ácidos graxos em alimentos é utilizando a cromatografia em fase gasosa (CG). Para tal, faz-se necessária a derivatização clássica, ou seja, a conversão dos ácidos graxos em ésteres metílicos de ácidos graxos. Esse processo permite que os ácidos graxos tornem-se menos polares e mais voláteis.

Baseado nisso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes tratamentos térmicos na qualidade microbiológica e no perfil lipídico do leite bovino.

2. Metodologia

Este estudo foi realizado nos Laboratórios de Química e no Unianálises do Centro Universitário UNIVATES.

Foram coletadas 24 amostras de leite cru, 24 de leite pasteurizado e 24 de leite submetido à esterilização comercial (UHT – *Ultra High Temperature*), totalizando 72 amostras coletadas quinzenalmente durante quatro meses em uma indústria de laticínios da região do Vale do Taquari. As amostras coletadas foram pertencentes ao mesmo lote de coleta, ou seja, o leite esterilizado era o leite pasteurizado que, por conseguinte era o leite cru.

As amostras de leite foram submetidas às análises de contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) pela técnica de citometria de fluxo, conforme metodologias estipuladas pela *International Dairy Federation* (IDF).

A análise de gordura foi realizada conforme método oficial da AOAC 996.06 [AOAC 1990]. O perfil lipídico foi determinado utilizando um cromatógrafo em fase gasosa Marca Agilent, Modelo 6890N, e coluna capilar DB23 (30 m, 0,32 mm d.i, 0,25 μ m e.f.).

3. Resultados e Discussões

A qualidade microbiológica dos leites cru, pasteurizado e UHT é observada no Quadro 1, que apresenta os resultados médios das 24 amostras de cada tipo de leite.

Verifica-se que os resultados de CBT e CCS foram significativamente reduzidos após os tratamentos térmicos.

Quadro 1. Resultados médios das análises microbiológicas de cada tipo de leite.

Análise/Leite	Cru	Pasteurizado	UHT
CBT (x 1000 UFC/mL)	6470 a	1048 b	1032 b
CCS (x 1000 células/mL)	620 a	365 b	59 c

CCS = Contagem de Células Somáticas; CBT = Contagem Bacteriana Total;

Os resultados de cada tipo de leite correspondem a média de 24 amostras;

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente, conforme Teste de Tukey ($p < 0,05$);

A qualidade microbiológica do leite é utilizada como critério mínimo para a aceitação da matéria-prima por parte da indústria. Basicamente ao focar a qualidade microbiológica do leite, a indústria busca obter uma garantia de fatores, tais como saúde pública e qualidade industrial do leite [Fonseca e Carvalho 2004]. A presença de altas contagens de CCS afeta a composição do leite e o tempo de vida de prateleira dos derivados [Brasil 2011].

O Quadro 2 apresenta os resultados do perfil lipídico do leite cru, pasteurizado e esterilizado.

Quadro 2. Resultados médios (em %) dos ácidos graxos para cada tipo de leite.

Ácido Graxo/Leite	Cru	Pasteurizado	UHT
Butírico (C4:0)	0,6040 a	0,3436 b	0,3389 b
Caproico (C6:0)	0,0688 a	0,0488 b	0,0490 b
Caprílico (C8:0)	0,1555 a	0,1835 a	0,1553 a
Cáprico (C10:0)	0,2429 a	0,2805 a	0,2593 a
Hendecanoico (C11:0)	0,0603 a	0,0604 a	0,0604 a
Láurico (C12:0)	0,3665 a	0,3050 a	0,3333 a
Tridecanoico (C13:0)	0,0513 a	0,0470 a	0,0253 b
Mirístico (C14:0)	0,4319 a	0,4542 a	0,3511 a
Miristoleico (C14:1)	0,2439 a	0,2318 a	0,2144 a
Pentadecílico (C15:0)	0,0531 a	0,0576 a	0,0483 a
Palmítico (C16:0)	0,0257 a	0,0259 a	0,0249 a
Palmitoleico (C16:1)	0,1754 a	0,2152 a	0,2308 a
Margárico (C17:0)	0,0273 a	0,0291 a	0,0240 a
Margaroleico (C17:1)	0,0242 a	0,0246 a	0,0204 a
Esteárico (C18:0)	0,0115 a	0,0051 b	0,0021 c
Elaídico (C18:1n9t)	0,0122 a	0,0107 ab	0,0032 b
Oleico (C18:1n9c)	0,0090 a	0,0088 a	0,0088 a
Linolelaídico (C18:2n6t)	0,0022 a	0,0024 a	0,0019 a
Linoleico (C18:2n6c)	0,0251 a	0,0245 a	0,0193 a

Os resultados de cada tipo de leite correspondem à média de 24 amostras. Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente, conforme Teste de Tukey ($p < 0,05$).

No Quadro 2 é possível observar a predominância dos ácidos graxos saturados Ácido Butírico (C4:0), Ácido Cáprico (C10:0), Ácido Láurico (C12:0) e Ácido Mirístico (C14:0), e do ácido graxo insaturado Ácido Miristoleico (C14:1), em todos os tipos de leite, mesmo após os tratamentos térmicos de pasteurização e de esterilização comercial.

Os ácidos graxos de cadeia curta que apresentaram variação significativa após o tratamento térmico de pasteurização foram o Ácido Butírico (C4:0) e o Ácido Caproico (C6:0). No entanto ao se comparar os resultados dos teores desses ácidos graxos do leite pasteurizado e do leite UHT não é verificado redução significativa. O ácido graxo de cadeia intermediária Tridecanoico (C13:0) apresentou uma redução significativa após o tratamento de esterilização comercial. Entre os ácidos saturados de cadeia longa, o Ácido Esteárico (C18:0) foi o único que apresentou redução significativa após o tratamento de pasteurização e também após o processo de esterilização comercial.

Segundo Simionato (2008), estudos em homens mostram que dietas com Ácidos Graxos Trans (AGT) estão negativamente relacionadas com a concentração de lipoproteínas de alta densidade (HDL - *High Density Lipoprotein*), enquanto estão positivamente relacionadas com a concentração de lipoproteínas de baixa densidade (LDL - *Low Density Lipoprotein*). Conforme resultados da Quadro 2, os ácidos graxos trans encontrados foram o Ácido Elaídico (C18:1n9t) e o Ácido Linolelaídico (C18:2n6t). O Ácido Elaídico (C18:1n9t) se mostrou afetado diretamente

pela intensificação dos tratamentos térmicos, enquanto o Ácido Linolelaídico (C18:2n6t) não foi impactado por estes processos.

O Quadro 3 apresenta o somatório dos teores em cada um dos grupos característicos de ácidos graxos.

Quadro 3. Resultados médios (em %) dos somatórios dos ácidos graxos do leite.

Grupo Ácido Graxo/Leite	Cru	Pasteurizado	UHT
SFA	0,1980	0,1675	0,1580
MUFA	0,1149	0,1130	0,1103
PUFA	0,0145	0,0143	0,0116
CLA (cis-6)	0,0251	0,0245	0,0193
CLA (trans-6)	0,0022	0,0024	0,0019

SFA - *Saturated Fatty Acids*; MUFA - *Monounsaturated Fatty Acids*; PUFA - *Polyunsaturated Fatty Acids*; CLA - *Conjugates Linoleic Acid*. Os resultados de cada tipo de leite correspondem a média de 24 amostras.

Os teores de SFA foram os mais elevados e apresentaram uma redução após o tratamento de pasteurização e também após o processo de esterilização comercial do leite UHT. Os MUFAs apresentaram-se resistentes aos tratamentos térmicos, tendo uma pequena redução após o tratamento de esterilização comercial. Os PUFAs se comportaram de maneira semelhante, com uma redução apenas no leite UHT.

Os valores encontrados indicam que o CLA (cis-6) é afetado pelo tratamento de esterilização comercial, apresentando menores teores no leite UHT. O CLA (trans-6) também se mostrou resistente aos tratamentos térmicos, permanecendo constantes após todos os processos. Observa-se também que o CLA mais abundante é o Ácido Linoléico (C18:2n6c) representando valores acima de 90% (Quadro 2), resultado semelhante ao obtido por Kühlsen et al. (2005), que relataram que 90% do CLA em gordura de ruminantes é representada pelo CLA (C18:2n6c). O teor de CLA nos produtos lácteos é afetado por inúmeros fatores, tais como aqueles relacionados aos animais (envelhecimento, alimentação e clima) e manipulação de alimentos (processamento, armazenamento e produção de matérias-primas) [Carvalho et al. 2010].

4. Conclusões

A partir do presente trabalho concluiu-se que os tratamentos térmicos são imprescindíveis para o consumo do produto já que assegura a redução dos micro-organismos. Quanto à quantificação dos ácidos graxos do leite, os Ácidos Butírico, Caproico, Tridecanoico, Esteárico e Elaídico apresentaram redução significativa, enquanto os demais não foram afetados pelos tratamentos térmicos.

5. Referências

- AOAC (1990) Official Methods of Analysis, 15th edn. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Brasil (2011) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite.
- Carvalho, E. B. T.; Melo, I. L. P. e Mancini-Filho, J. (2010) Chemical and physiological aspects of isomers of conjugated fatty acid. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v. 30, n. 2, p. 295-307.
- Embrapa (2013) Gado de Leite. Informações técnicas: estatísticas do leite. Disponível: <<http://www.cnpq.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/producao.php>>. Acesso em: 16 set. 2013.
- Fonseca, L.F.L. e Carvalho, M.P. (2004) Leite, política e derivados. 1ªed. São Paulo: Comunicação & Conteúdo. p. 28.
- Fonseca, L.F.L. e Santos, M.V. (2000) Conceitos básicos sobre composição do leite e métodos utilizados. 1º Curso online sobre qualidade do leite. Milkpoint.
- Franco, B.D.G.M. e Landgraf, M. (2003) Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Atheneu, p. 33-81.
- Grummer, R.R. (1991) Effect of feed on the composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3244-3257.
- Kühlsen, N. et al. (2005) Trans fatty acids: scientific progress and labeling. *Bulletin of the International Dairy Federation*, n. 393, p. 1-25.
- Rentero, N. (1993) Em defesa do leite. *Revista Balde Branco*, São Paulo, out.
- Silva, J.A. (2000) Tópicos da tecnologia dos alimentos. São Paulo: Livraria Varela. 325p.
- Simionato, J.I. (2008) Composição química e quantificação de ácidos graxos com ênfase ao ácido linoléico conjugado (CLA) em leite e derivados. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Química.
- Simionato, J.I. et al. (2010) Validation of the Determination of Fatty Acids in Milk by Gas Chromatography. *Journal of Brazilian Chemical Society*. v. 21, n. 3, p. 520-524.
- Souza, S. e Benedet, H.D. (1987) Estudo da qualidade físico-química e microbiológica do leite pasteurizado numa indústria de Santa Catarina. *Revista do CEPPA*. v. 5, p. 26-32.
- Varnam, A.H. e Sutherland, J.P. (1995) Leche e productos lácteos: tecnologia, química y microbiología. Zaragoza: Acribia. 476p.
- Vidal, A.M.C. (2001) Microrganismos heterotróficos mesófilos e bactérias do grupo *Bacillus cereus* em leite UAT (Ultra Alta Temperatura) integral. Jaboticabal: UNESP. 65p. (Dissertação MS).

AVALIAÇÃO DE PERÓXIDOS E PERCEPÇÃO DE RANCIDEZ EM AMENDOIM TIPO JAPONÊS NO PERÍODO DE SEIS MESES

ANA PAULA JUNGES¹, TÂNIA BEATRIZ ACOSTA GRAFF², RITA NETO³

RESUMO

Amostras de amendoim tipo japonês foram preparadas com adição de 0,1 e 0,15% de tocoferol, 0,1% de alecrim e sem adição de antioxidante natural. As amostras com tocoferol foram acondicionadas em embalagem transparente tipo polietileno e metalizada, as demais amostras apenas em embalagem metalizada. Todas as amostras foram analisadas mensalmente, no período de seis meses, quando foi avaliado o índice de peróxidos e TBAR. As amostras mantidas em embalagem transparente e aquelas preparadas com alecrim foram as que apresentaram, respectivamente, maiores e menores índices médios de peróxidos. Os produtos de oxidação secundária são medidos através do TBAR, que esteve abaixo de 0,4 mg/Kg, em todas as amostras avaliadas, nos seis meses de duração do experimento. Os valores de índice de peróxido e TBAR variaram de forma desordenada, portanto, para monitoramento de rancidez oxidativa estas análises não se mostraram efetivas. Estas mesmas amostras foram avaliadas por painel treinado de analistas sensoriais, juntamente com amostra preparada no mês da análise. O painel sensorial expressou a percepção de odor e sabor de ranço e a crocância, por escala de 9 pontos. Os analistas sensoriais também indicaram o quanto gostaram ou desgostaram das amostras, através de escala hedônica de 9 pontos, quando foi atribuído nota 1 para desgostei muitíssimo e nota 9 para gostei muitíssimo. Até o quarto mês as amostras não apresentaram odor e sabor de ranço muito evidente, porém no sexto mês amostra preparada no mês vigente apresentou odor de ranço significativamente inferior as demais ($p < 0,01$ e $0,05$), com exceção da amostra com alecrim, da qual não diferiu significativamente. O sabor de ranço foi percebido de forma mais evidente nas amostras acondicionadas em embalagem transparente, estas também foram consideradas menos crocantes. As demais amostras, mantidas em embalagens metalizadas, não apresentaram diferença significativa em relação à crocância ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), mesmo quando comparadas com a amostra preparada no mês vigente. Avaliação sensorial demonstrou ser a metodologia de análise mais indicada para a avaliação da rancidez oxidativa. No amendoim tipo japonês, observa-se aumento do odor e do sabor de ranço, bem como redução da crocância a cada mês. Se acondicionado em embalagem metalizada e com injeção de nitrogênio, não se observou preferência significativa entre as amostras, no final do sexto mês, porém amostra mantida em embalagem transparente, foi considerado significativamente pior, tendo odor e sabor mais salientes a ranço e perda de crocância mais evidente, portanto, o acondicionamento em embalagem metalizada é a forma mais eficiente de estender o *shelf life* do produto, outras como adição de antioxidantes naturais precisam ser melhor avaliadas, especialmente quanto a dosagens, pois apenas o alecrim, na proporção de 0,1%, demonstrou certa eficiência, ao retardar o odor de ranço, quando avaliado 6 meses após a produção e comparado com produto fabricado no mês vigente e com os demais produtos avaliados.

Palavras-chaves: Amendoim. Peróxidos. Rancidez. Avaliação sensorial.

ABSTRACT

Japanese type peanut samples were prepared with addition of 0,1 and 0,15% tocopherol 0,1% rosemary and without added natural antioxidant. Samples with tocopherol were packaged in transparent polyethylene

¹ Curso de Graduação em Farmácia – Centro Universitário UNIVATES – ana_p_junges@hotmail.com

² Centro Universitário UNIVATES, Lajeado – RS.

³ Kemin South America, Indaiatuba – SP.

type, and metallized, the other samples only metallised packaging. All samples were analyzed monthly, 6 months, when it was rated the peroxide value and TBAR. Samples were kept in transparent packaging and those prepared with rosemary showed the respectively higher and lower average rates of peroxides. Secondary oxidation products are measured by TBAR, which was below 0.4 mg/kg in all samples in the six month duration of the experiment. The index values ranged from TBAR peroxides and disorderly fashion, so for monitoring oxidative rancidity these analyzes have proven ineffective. These same samples were evaluated by sensory panel trained analysts, together with the prepared sample month analysis. The panel expressed the sensory perception of rancid odor and taste and crunchiness through 9 point scale. Analysts also indicated how sensory liked or disliked the samples through a 9-point hedonic scale, when it was assigned to Note 1 and Note 9 extremely dislike to extremely like. By the fourth month samples showed no rancid odor and flavor very evident, but in the sixth month the prepared sample in the current month had significantly lower rancid odor of the other groups ($p < 0,01$ and $0,05$), except for the sample with rosemary, which did not differ significantly. The rancid taste was perceived most clearly in samples packed in transparent, these were also consider Japanese type peanut samples were prepared with addition of 0,1 and 0,15% tocopherol 0.1% rosemary and without added natural antioxidant. Samples with tocopherol were packaged in transparent and metallized, the other samples only metallised packaging. All samples were analyzed monthly, 6 months, when it was rated the peroxide value and TBAR. Samples were kept in transparent packaging and those prepared with rosemary showed the respectively higher and lower average rates of peroxides. Secondary oxidation products are measured by TBAR, which was below 0,4 mg/kg in all samples in the six month duration of the experiment. The index values ranged from TBAR peroxides and disorderly fashion, so for monitoring oxidative rancidity these analyzes have proven ineffective. These same samples were evaluated by sensory panel trained analysts, together with the prepared sample month analysis. The panel expressed the sensory perception of rancid odor and taste and crunchiness through 9 point scale. Analysts also indicated how sensory liked or disliked the samples through a 9-point hedonic scale, when it was assigned to Note 1 and Note 9 extremely dislike to extremely like. By the fourth month samples showed no rancid odor and flavor very evident, but in the sixth month the prepared sample in the current month had significantly lower rancid odor of the other groups ($p < 0,01$ and $0,05$), except for the sample with rosemary, which did not differ significantly. The rancid taste was perceived most clearly in samples packed in transparent, these were also considered less crisp. The remaining samples, kept in metallized packaging, showed no significant difference with respect to crispness ($p < 0,01$ and $p < 0,05$), even when compared with the samples prepared in the current month. Sensory evaluation showed to be the most suitable analysis method for the evaluation of oxidative rancidity. In peanut Japanese type, there is increased odor and flavor of rancidity as well as reducing the crispness every month. If packed in foil and nitrogen injection, there was no significant preference between the samples at the end of the sixth month, the sample kept in transparent packaging, was found to be significantly worse, with salient odor and taste rancid and loss of crispness more evident, therefore, wrapping in foil packaging is the most efficient way to extend the shelf life of the product, other such as addition of natural antioxidants need to be evaluated, especially as the dosages because only the rosemary at a ratio of 0,1%, demonstrated a certain efficiency by retarding the odor of stale, when measured 6 months after production, and compared with product made in the current month and all other products tested.

Keywords: Peanut. Peroxides. Rancidity. Sensory evaluation.

INTRODUÇÃO

O amendoim é originário da América do Sul, tendo sido difundido pelos índios, que produziam para consumo próprio. As espécies de amendoim tipo *Arachis hypogaea* L. foram evoluindo através dos tempos, domesticando-se e formando subespécies, sendo seu manejo

favorável tanto em clima tropical, quanto temperado quente e subtropical, o que permite sua produção em todas as partes do planeta (STALKER, 1997).

No Brasil, o estado de São Paulo é o principal produtor para o padrão que atende parâmetros do mercado internacional, como aspectos físicos (tamanho, uniformidade, cor da película) e químicos (presença de ácidos graxos oleico/linoleico) (CASTRO, 2011).

A semente de amendoim dá origem ao óleo, cujo percentual fica entre 36% a 54%, o que apresenta importância econômica, na indústria de alimentos e na indústria petroquímica (STALKER, 1997). O óleo de amendoim é composto de ácidos graxos poli-insaturados, monoinsaturados e proteínas. O amendoim possui, ainda, elevada concentração de resveratrol, cujos efeitos na prevenção de problemas cardiovasculares, tem sido comprovados cientificamente. O sitosterol é outro nutriente encontrado no amendoim, cujos estudos científicos comprovam ação na prevenção do desenvolvimento de câncer e a redução de tumores existentes, já que apresenta estrutura semelhante ao colesterol, desta forma competindo com este na absorção intestinal, promovendo a redução dos níveis de LDL e aumento do HDL (O AMENDOIM E SEUS BENEFÍCIOS, 2010, p. 32; BOLIVAR et al., 2007).

O óleo possui, ainda, elevado teor de um antioxidante natural, a vitamina E, que tem a capacidade de eliminar os radicais livres do organismo, protegendo-o das agressões externas, auxiliando a absorção de outros nutrientes como a vitamina A (O AMENDOIM E SEUS BENEFÍCIOS, 2010, p. 32).

Nutrição, prevenção de doenças cardiovasculares, diminuição do colesterol e triglicerídeos, equilíbrio do metabolismo, suprimento de vitamina E e fator de inibição do apetite são algumas das características apontadas em estudos, que colocam o amendoim na categoria de alimentos funcionais, desde que consumido em porções adequadas (O AMENDOIM E SEUS BENEFÍCIOS, 2010, p.31).

No amendoim os ácidos graxos poli-insaturados reagem com o oxigênio e aminoácidos, formando peróxidos com dupla ligação conjugada. Esta formação de peróxidos provoca alteração das características organolépticas, como odor e sabor, que são determinantes para a validade do produto alimentício, na indústria. Esta deterioração denomina-se rancidez (SILVA et al, 1999). Neste processo de peroxidação tem a formação de malonaldeído (MDA), produto secundário da oxidação de ácidos graxos poli-insaturados, que para amostras biológicas é indicativo do grau de estresse oxidativo (ATAÍDE, 2012).

Os compostos antioxidantes possuem a capacidade de inibir ou retardar a oxidação de lipídeos ou outras moléculas (LIMA et al, 2001). Essa atividade é relacionada aos compostos fenólicos que tem propriedades de oxirredução, que desempenham o papel de absorção e neutralização dos radicais livres. Na indústria alimentícia é utilizado para a conservação dos produtos gordurosos, podendo ser antioxidante natural e sintético (DEGÁSPARI, 2004; SOARES, 2002).

Conforme Oliveira et al (2009), nenhum antioxidante, isoladamente, irá reunir todas as características desejáveis, que segundo o autor são: ser um composto biológico naturalmente presente em tecidos animais; ser ativo na proteção de moléculas de proteínas e lipídeos; apresentar boa disponibilidade, após administração oral e parenteral; ter meia-vida longa; ser ativo no espaço intra e extracelular; ser capaz de cruzar a membrana celular intacta.

Entre os antioxidantes naturais mais usados pelas indústrias destacam-se os tocoferóis, ácidos fenólicos e extratos de plantas como alecrim e sálvia. Na atualidade, os estudos sobre os antioxidantes naturais são crescentes, havendo necessidade de avaliação de seu potencial antioxidante (RAMALHO et al, 2006; DOSSIÊ DOS ANTIOXIDANTES, 2009, p.18).

O antioxidante natural mais empregado é o tocoferol (vitamina E), sendo aplicados em óleos e gorduras comestíveis, promovendo a inibição da oxidação dos ácidos graxos. Muitos produtos já tem quantidade menor de tocoferol originário da própria gordura ou óleo. O tocoferol tem arranjos diferentes por causa da localização do grupo metila no anel, na posição α , β , γ , δ e através dessa conformação química tem sua atividade antioxidante promovida pela doação de hidrogênios aos radicais livres, interrompendo a propagação da cadeia. A sua atividade aumenta conforme essa sequência. Alguns fatores como temperatura, composição, forma da gordura e a concentração de tocoferóis influenciam na atividade antioxidante. (RAMALHO et al, 2006; DOSSIÊ DOS ANTIOXIDANTES, 2009, p.18-19). Segundo Campos et al (2008), a vitamina E apresenta caráter lipofílico, sendo sua ação nas membranas lipoproteicas, quelando oxidantes produzidos durante a lipoperoxidação.

O antioxidante tocoferol consta na RDC nº 64/2008, sendo autorizado pelo Mercosul, como aditivo intencional, tendo limite máximo de 0,2 g/100 g, em relação ao teor de gordura presente no amendoim.

Segundo Justo et al. (2008), o extrato de alecrim possui atividades antimicrobiana, antibacteriana, antirreumática, antiinflamatória, anticarcinogênica e antimutagênica, antiangiogênica, hepatoprotetora, diurética, mucolítica, tendo ainda ação anticonvulsiva, estimulante, antitumoral e antioxidante, sendo, portanto, um potencial terapêutico. A atividade antioxidante é atribuída principalmente pela presença de compostos fenólicos, voláteis e não voláteis.

Segundo Mantilla et al. (2010), a atmosfera modificada (AM) é uma técnica que consiste na substituição do ar do interior da embalagem por outros gases como o dióxido de carbono ou o nitrogênio, desta forma a validade comercial aumenta, em função da redução ou remoção do oxigênio (O_2) do interior da embalagem, o que contribui na diminuição da proliferação de diversos micro-organismos que poderiam prejudicar a integridade do produto. Segundo a autora, vários gases podem ser utilizados para embalagem de alimentos como dióxido de carbono (CO_2), oxigênio (O_2), nitrogênio (N_2), óxido de etileno, mas para a conservação do amendoim é necessário à remoção do O_2 e a injeção de N_2 que previne a oxidação e rancificação de gorduras e óleos, já que o O_2 é o responsável pela oxidação das gorduras.

O objetivo da AM é de aumentar o prazo de validade do alimento, prevenindo dos efeitos indesejáveis que podem surgir, em virtude de alteração das características organolépticas, nutritivas e microbiológicas. O N₂ utilizado na indústria alimentícia é quimicamente inerte e menos predisposto a acidentes. Um gás de baixa solubilidade em água e gordura, por isso não sendo absorvido pelo alimento, prevenindo o colapso da embalagem (SOUZA, 2004; SANTOS e OLIVEIRA, 2009).

Segundo Mantilla (2010), recomenda-se que para o acondicionamento de amendoim seja usada uma embalagem que exerça maior proteção contra o O₂, como por exemplo, o policloreto de vinila (PVC), que se caracteriza como um filme termoformável e com boa capacidade de barreira contra gases.

Através dos estudos de índices de peróxidos e análise do amendoim tipo japonês na percepção sensorial, poderá fornecer informações técnicas para as indústrias na definição da validade desses produtos, porque é um produto muito variável, tornando o melhor desenvolvimento de técnicas para esses produtos.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de seis meses foram analisados, mensalmente, amostras de amendoim tipo japonês. Em todas as amostras de amendoim foram adicionadas 125 g de gordura vegetal hidrogenada, contendo antioxidantes artificiais, para cada 50 kg de produto. Amostras foram preparadas com e sem adição do antioxidante natural tocoferol, na concentração de 0,1 e 0,15%, acondicionadas em embalagem metalizada e transparente (polietileno). Aquelas preparadas sem adição de antioxidante natural foram mantidas apenas em embalagem metalizada. Outra amostra foi preparada com 0,1% de alecrim, a qual foi mantida em embalagem metalizada. Amostras em embalagem metalizada foram preparadas com a adição de nitrogênio e as amostras em embalagens transparentes sem adição de nitrogênio.

As análises foram de três tipos: índices de peróxidos, TBAR (ácido 2-tiobarbitúrico) e análise sensorial. Os índices de peróxidos e TBAR foram conduzidos através de reação química, onde os TBARs reagem com malonaldeído, produzindo coloração rosa, enquanto os índices de peróxidos produzem a coloração azul, indicando a rancidez. Análise sensorial foi realizada por uma equipe treinada, composta por 20 indivíduos, consumidores habituais do produto avaliado. A escala de 9 pontos foi usada, visando à identificação de diferenças, em termos de sabor, odor e textura, entre as amostras preparadas no mês vigente, comparativamente aquelas preparadas após 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses, considerando-se todas as variáveis citadas acima. Além da diferença, os analistas sensoriais expressaram a sua preferência, através de escala hedônica de preferência, também de 9 pontos.

A análise sensorial é um estudo multidisciplinar, sendo um método subjetivo utilizado para avaliar as características sensoriais de alimentos, bebidas e água. Considera as opiniões dos indivíduos na interpretação de efeitos do estímulo sensorial, simples ou múltiplos, segundo

as impressões percebidas pelos órgãos sensoriais. É realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações, que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos (FILHO et al, 2004).

O amendoim tipo japonês, inicialmente, foi selado sem a retirada da película, posteriormente sendo drageado; para tanto, foram intercaladas a solução de goma arábica e camadas de pó (farinha, amido e sal). Após drageado, teve a transferência para o forno horizontal, em temperatura de 150°C. Do forno foi transferido novamente para a drageadeira, onde recebeu a gordura vegetal, o glutamato monossódico e o molho de soja. O tocoferol foi adicionado conjuntamente com a gordura, na concentração de 0,1 e 0,15%, em relação à quantidade de gordura presente, o mesmo processo aconteceu com alecrim na concentração de 0,1%. O produto com tocoferol foi embalado em embalagem transparente e em embalagem metalizada, neste caso sem e com adição de nitrogênio e o produto com alecrim apenas foi embalado em embalagem metalizada com nitrogênio.

A análise do índice de peróxido nos amendoins foi realizado através da metodologia de PeroxySafe, aprovado pela AOAC, que mede níveis de peróxido lipídico, produtos oxidativos desenvolvidos na amostra e o valor encontrado foi comparado com a metodologia oficial AOCS. A metodologia foi aplicada pela extração do óleo do amendoim.

Os TBARs foram analisados pelo método Saftest que quantifica o malonaldeído (MDA), produto principal na reação com hidroperóxidos, no processo de oxidação lipídica, sendo uma reação química com leitura em UV a 530 nm. Esses aldeídos promovem alteração na cor e textura, conseqüentemente, o sabor e odor também são afetados.

As análises dos índices de peróxidos e TBARs foram realizadas pelo Laboratório de análises de alimento, vinculado à empresa Kemin South America.

Os amendoins foram codificados conforme identificação a seguir:

- Amostra 124: tocoferol 0,1%, embalagem transparente (tipo polietileno);
- Amostra 280: tocoferol 0,15%, embalagem transparente (tipo polietileno);
- Amostra 348: tocoferol 0,1 %, embalagem metalizada com nitrogênio;
- Amostra 465: tocoferol 0,15 %, embalagem metalizada com nitrogênio;
- Amostra 593: sem adição de antioxidante natural, fabricado nos meses das análises, em embalagem metalizada com nitrogênio;
- Amostra 631: sem adição de antioxidante natural, fabricado no início da pesquisa, em embalagem metalizada com nitrogênio;
- Amostra 766: alecrim 0,1%, embalagem metalizada com nitrogênio.
- A amostra 593 que foi preparada mensalmente apenas utilizou-se nas análises sensoriais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos índices de peróxidos e TBARs, durante os seis meses de duração do experimento constam na Tabela 1.

Tabela 1 – Índices de peróxidos e TBARs

Amostra	124	280	348	465	631	766
*IP (meq/kg)	29,12	28,56	26,34	28,86	22,73	9,92
TBARs (mg/kg)	0,032	0,036	0,038	0,036	0,055	0,056
*IP (meq/kg)	35,40	36,18	40,59	24,05	43,63	15,21
TBARs (mg/kg)	0,003	0,007	0,005	0,004	0,006	0,004
*IP (meq/kg)	55,71	24,19	27,50	22,09	25,16	24,15
TBARs (mg/kg)	0,033	0,031	0,027	0,050	0,041	0,055
*IP (meq/kg)	32,00	54,58	53,31	33,11	55,77	17,98
TBARs (mg/kg)	0,026	0,026	0,034	0,023	0,034	0,032
*IP (meq/kg)	74,64	77,01	27,83	26,53	23,41	51,32
TBARs (mg/kg)	0,132	0,140	0,152	0,081	0,049	0,113
*IP (meq/kg)	184,09	166,14	201,63	196,44	196,57	101,40
TBARs (mg/kg)	0,058	0,090	0,052	0,168	0,091	0,051

Fonte: Kemin South America

*IP → índices de peróxidos

Na tabela 2 são apresentados os parâmetros referenciais para os índices de peróxidos e TBARs.

Tabela 2 – Parâmetros de índices de peróxidos e TBARs

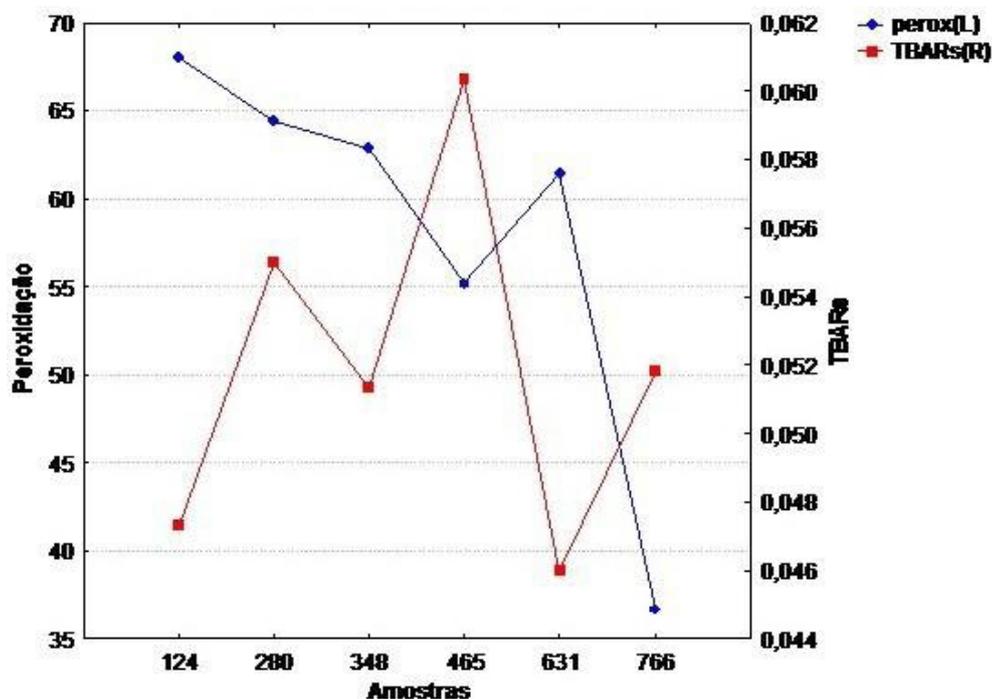
Análises	Parâmetros			
	Satisfatório	Limite aceitável	Insatisfatório	Inaceitável
Índice de peróxido (meq/kg de amostra)	<3	3-5	5-10	>10
TBARs (mg/kg)	<0,4	0,4-0,8	<0,8	>0,8

Fonte: manual do programa integrado de qualidade, 2009.

Todas as amostras tiveram os índices de peróxidos elevados desde o primeiro mês de análise, considerando-se os valores inaceitáveis, conforme consta na tabela 2.

Conforme pode ser observado na tabela 1, o índice de peróxido e TBARs não aumentaram de forma ordenada ao longo dos seis meses de análise. Conforme a figura 1, percebe-se, portanto, que as amostras mantidas em embalagem transparente foram as que obtiveram os índices de peróxidos mais elevados, entre as amostras acondicionadas em embalagens metalizadas aquela com a adição de tocoferol a 0,15% ficou com índice de peróxido menor que a amostra sem tocoferol ou amostra com 0,1% de tocoferol, porém a amostra com 0,1% de alecrim obteve índice de peróxido inferior às demais.

Figura 1 - Médias de peroxidação e TBARs



Os peróxidos formados são instáveis e degradam-se rapidamente, formando produtos de oxidação secundária, os TBARs. Os valores médios obtidos da análise de TBAR, apresentado na figura 1 indicam que amostra preparada sem antioxidante natural em embalagem metalizada ficou com valores médios de TBAR inferiores as demais amostras. No entanto, ao longo dos seis meses da análise os valores de TBAR ficaram $<0,4$ mg/kg, indicando que a catalisação secundária não aconteceu de forma relevante no período.

O índice de peróxido e TBAR como medida de monitoramento de rancidez, em amendoim tipo japonês, não demonstrou eficácia, em função das variações observadas durante o período de análise.

Em relação à percepção de odor de ranço as amostras não apresentaram diferenças significativas, quando avaliadas após os cinco primeiros meses, no entanto, no sexto mês da análise a amostra fabricada no mês apresentou odor de ranço significativamente inferior ($p < 0,05$) à amostra com 0,15% de tocoferol, em embalagem metalizada e a nível de 1% de significância das demais amostras, com exceção da amostra com alecrim da qual não apresentou diferença significativa. As demais amostras não apresentaram diferenças significativas entre si ($p < 0,05$). Na tabela 3 constam as notas médias de odor obtidas no período, calculados pelo teste de Tukey para comparações múltiplas das médias.

Tabela 3 – Análise mensal de odor

Mês	Média	Letras
1	2,764	BC
2	2,504	C
3	2,504	C
4	3,165	Abc
5	3,389	Ab
6	3,874	A

Letras iguais significam que as médias não diferem significativamente.
Letras diferentes significam que as médias diferem significativamente.

Conforme na tabela 3 (odor) e tabela 4 (sabor, crocância e preferência), observa-se que nos primeiros meses o odor e sabor de ranço foram pouco percebidos, tendo se intensificado a partir do quarto mês e o resultado mais alto foi aquele obtido no sexto mês. Inversamente, as amostras consideradas menos crocantes e as notas médias de preferência também diminuíram nos últimos meses.

Quanto ao sabor, a equipe de analistas sensoriais não percebeu diferenças significativas entre as amostras, nos quatro primeiros meses ($p < 0,01$), porém observou-se que no quinto mês o sabor de ranço foi percebido com menor intensidade na amostra preparada no mês, tendo esta diferido a 1 % de significância da amostra preparada com 0,1 % de tocoferol, acondicionado em embalagem transparente. No sexto mês da análise a amostra preparada no mês apresentou diferença significativa em relação às duas amostras acondicionadas em embalagens transparente ($p < 0,05$). As demais amostras não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 5).

No primeiro mês de análise as amostras não apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$), quanto a crocância. Já no segundo mês da análise percebe-se que uma das amostras, acondicionada em embalagem transparente foi considerada menos crocante que as demais. Este resultado manteve-se no terceiro mês. No quarto e quinto mês, a amostra com 0,1% de tocoferol em embalagem transparente manteve-se a menos crocante com diferença a nível 1 e 5% de significância. No sexto mês, a amostra produzida no mês foi a que apresentou melhor crocância, tendo diferido significativamente das duas amostras acondicionadas em embalagens transparente ($p < 0,01$) (Tabela 5). Porém, não apresentou diferença significativa em relação às demais amostras preparadas seis meses antes e acondicionadas em embalagens metalizadas ($p < 0,01$).

As amostras também foram avaliadas em escala hedônica de nove pontos quanto a preferência, tendo sido atribuído 1 para desgostei muitíssimo e 9 para gostei muitíssimo.

No terceiro mês, a amostra preparada com 0,1% de tocoferol, em embalagem transparente (amostra 124), foi considerada a pior, tendo diferido significativamente apenas da amostra 593, a qual foi fabricada no mês da análise ($p < 0,01$), que por sua vez foi considerada melhor, não tendo diferido significativamente das demais. Estes resultados confirmaram-se no quarto

e quinto mês, sendo que a amostra 124 se diferiu da amostra preparada no mês vigente, respectivamente, a nível de 1 e 5%. A amostra preparada no mês mostrou-se significativamente melhor que as duas amostras acondicionadas em embalagem transparente no final do experimento, ou seja, quando o produto completou seis meses de fabricação. É possível concluir que a textura das amostras mantidas em embalagens transparentes são mais prejudicadas.

Quanto à preferência os resultados médios foram elevados nos primeiros meses, demonstrando que os degustadores apreciaram as amostras. No entanto, os valores caíram ao longo dos meses seguintes, acentuando-se a partir do quarto mês, quando também a percepção de ranço e menor crocância foi observada.

Tabela 4 – Diferenças mensais do sabor, crocância e preferência.

Sabor			Crocância			Preferência		
Mês	Media	Letras	Mês	Media	Letras	Mês	Media	Letras
1	2,600	c	1	6,600	a	1	6,829	a
2	2,402	c	2	6,782	a	2	6,857	a
3	2,545	c	3	6,436	ab	3	6,376	ab
4	2,992	bc	4	6,015	bc	4	6,192	b
5	3,365	ab	5	5,730	cd	5	6,127	b
6	3,849	a	6	5,370	d	6	5,790	b

Letras iguais significam que as médias não diferem significativamente.

Letras diferentes significam que as médias diferem significativamente.

Na Tabela 5, os valores foram calculados pelo teste de Tukey para comparações múltiplas médias sobre diferença significativa entre as amostras.

Tabela 5 – Diferença significativa entre as amostras quanto ao sabor, crocância e preferência

Sabor			Crocância			Preferência		
Amostra	Media	Letras	Amostra	Media	Letras	Amostra	Media	Letras
124	3,42	a	124	5,268	c	124	5,571	c
280	3,214	ab	280	6,143	b	280	6,138	bc
348	6,429	ab	348	6,429	ab	348	6,509	ab
465	2,768	ab	465	6,357	ab	465	6,652	ab
593	2,402	b	593	6,830	a	593	7,004	a
631	3,214	ab	631	6,179	b	631	6,223	bc
766	2,848	ab	766	6,036	b	766	6,549	ab

Letras iguais significam que as médias não diferem significativamente.

Letras diferentes significam que as médias diferem significativamente.

CONCLUSÕES

O índice de peróxido das amostras variou de forma desordenada, ao longo dos seis meses de duração do experimento, no entanto, se considerarmos a média, a amostra com 0,1% de alecrim obteve o menor índices de peróxidos. Constatou-se, ainda, que as amostras acondicionadas em embalagem transparente, tanto quando adicionadas de 0,1%, quanto de 0,15% de tocoferol, obtiveram os maiores valores médios de peróxidos, por outro lado, a amostra com 0,1% de alecrim, a qual foi acondicionada em embalagem metalizada, ficou com o índice de peróxidos 46,5% menor que amostra com 0,1% de tocoferol, mantida em embalagem transparente.

TBAR de todas as amostras, durante o período de realização das análises, esteve abaixo de 0,4 mg/Kg, indicando que não houve formação de produtos de oxidação secundária. Os resultados das análises permitem concluir que o índice de peróxidos e TBAR, como medidas de monitoramento de rancidez oxidativa, de amendoim tipo Japonês não demonstra-se efetivo, em função das variações observadas.

O odor de ranço foi percebido com maior intensidade a partir do quarto mês, no entanto as diferenças entre as amostras foram observadas, de forma significativa apenas no sexto mês ($p < 0,05$ e $p < 0,01$), quando amostra recém preparada, apresentou menor percepção de odor de ranço, seguida da amostra preparada com alecrim, da qual não diferiu significativamente.

O gosto de ranço foi percebido de forma mais evidente no quinto e sexto mês, após o preparo das amostras, sendo que no sexto mês, aquelas acondicionadas em embalagem transparente, foram as que apresentaram sabor de ranço mais saliente, com diferença a nível de 5% de significância em relação à amostra preparada no mês vigente.

A textura é outro parâmetro importante, apesar de não estar relacionado à rancidez oxidativa, é desejável que o produto seja crocante. Ambas as amostras acondicionadas em embalagem transparente foram as que tiveram maior perda de crocância, tendo apresentado diferença significativa ($p < 0,01$), em relação a amostra preparada no sexto mês do experimento. Os valores das notas médias de crocância indicaram que, ao longo de 6 meses, houve redução na percepção de crocância das amostras, porém se compararmos todas as amostras acondicionadas em embalagem metalizada, constata-se que estas não apresentaram diferenças significativas entre si, mesmo comparando-se amostra preparada no mês com as demais, preparadas seis meses antes.

As amostras foram avaliadas quanto à preferência, nesta avaliação percebeu-se que aquelas acondicionadas em embalagem transparente foram consideradas piores, tendo diferido significativamente, especialmente, da amostra preparada no mês. Amostra acondicionada em embalagem transparente, mesmo tendo adição de antioxidante natural tocoferol, na concentração de 0,1% e 0,15%, após 6 meses, teve o sabor de ranço considerado mais evidente, estas amostras também foram consideradas menos crocantes, o que influenciou na opinião

da equipe de avaliação sensorial, que também considerou estas amostras significativamente piores, quando comparadas com aquela preparada no mês ($p < 0,01$).

Em relação às amostras acondicionadas em embalagem metalizada, no final do experimento, constatou-se que amostra produzida com antioxidante tocoferol, na concentração de 0,1% e 0,15%, bem como amostra que foi adicionada de 0,1% de alecrim não foram consideradas significativamente melhores que as amostras sem antioxidantes naturais, tanto aquela preparada no início quando no último mês das análises. Contudo, novos experimentos sugerem-se sobre o uso e as concentrações usuais dos antioxidantes naturais tocoferol e alecrim.

REFERÊNCIAS

ATAÍDE, Glauciana da Mata; FLORES, Andressa Vasconcelos; BORGES, Eduardo Euclides de Lima e. **Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de durante o envelhecimento artificial *Pterogyne nitens* Tull.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, GO, v. 42, n. 1, p. 71-76, jan./mar. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/16497/10439>> Acesso em: 20 abril 2012.

BOLIVAR, Fabricio Medina et al. **Production and secretion of resveratrol in hairy root cultures of peanut.** Phytochemical Society oh North America, v. 68, p. 1992-2003, jul/2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942207002828>> Acesso em 9 jun. 2012.

CAMPOS, Flávia Milagres, et al.. **Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: Uma revisão.** Alimentos e Nutrição, Brazilian Journal of Food and Nutrition, v. 19, nº 4, p. 481-490, Araraquara, SP, out/dez. 2008. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfa.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/659/555>> Acesso em: 20 maio 2012

CASTRO, Renata Saad Diniz; SÁ, Marco Eustáquio de; DAIUTO, Érica Regina; CASTRO, Gustavo Rocha de. **Avaliação sensorial dos grãos de três cultivares de amendoim torrado armazenados por um período de doze meses.** Global Science and Technology, v. 04, nº 3, p. 11-20, set/dez 2011. Disponível em: <<http://www.rioverde.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/343/265>> Acesso em: 5 maio 2012.

DEGÁSPARI, Cláudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina. **Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos.** Visão Acadêmica, Curitiba, v. 5, nº 1, p. 33-40, Jan./ Jun., 2004. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/academica/article/download/540/453>> Acesso em: 10 jun. 2012

Dossiê dos Antioxidantes. Foods Ingredients Brasil v. 6, p. 16-30, Editora Insumo, São Paulo, SP. Dez/2008 e jan. 2009. Disponível em: <<http://www.revistafi.com/materias/83.pdf>> Acesso em: 21 maio 2012.

FILHO, Men de Sá Souza et al.. **O QFD e a análise sensorial no desenvolvimento do produto na indústria de alimentos: Perspectivas para futuras pesquisas.** XI SIMPEP - Bauru, SP, nov/ 2004. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_11/copiar.php?arquivo=souzafilho_oqfdeanalisesenso.pdf> Acesso em: 8 jun 2012.

JUSTO, Oselys Rodriguez, et al. **Avaliação do potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico.** Revista Química Nova, vol. 31, nº 7. São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n7/v31n7a19.pdf>> Acesso em: 22 nov. 2012.

LIMA, Émerson Silva; ABDALLA, Dulcineia Saes Parra. **Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, vol. 37, n. 3, set./

dez., 2001. Disponível em: <<http://www.rbcf.usp.br/edicoes/Volumes/V37N3/PDF/v37n3p293-303.pdf>> Acesso em: 10 maio 2012.

MANTILLA, Samira Pirola Santos; MANO, Sérgio Borges; VITAL, Hélio de Carvalho; FRANCO, Robson Maia. **Atmosfera modificada na conservação de alimentos. Modified atmosphere in food preservation.** Revista Acadêmica Ciências Agrárias Ambientais. Curitiba, PR, v. 8, nº 4, p. 437-448, out./dez. 2010. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/ACADEMICA?dd1=4515&dd99=pdf>> Acesso em: 2 jun 2012.

Manual do programa integrado de qualidade PET. Ed. Anfal pet, 2ª ed., 2009.

O amendoim e seus benefícios. Revista Aditivos & Ingredientes. Editora Insumo, nº 71, p. 31, São Paulo, SP, jul/2010. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/197.pdf> Acesso em: 8 jun 2012.

OLIVEIRA, Alane Cabral de; VALENTIM, Iara Barros; GOULART, Marília Oliveira Fonseca. **Fontes vegetais naturais de antioxidantes.** Química Nova, Vol. XY, nº. 00, p. 1-14, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422009000300013&script=sci_arttext> Acesso em: 12 jun 2012.

RAMALHO, Valéria Cristina; JORGE, Neuza. **Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos.** Química Nova v. 29 nº 4, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422006000400023> Acesso em: 21 maio 2012.

Resolução-RDC nº 64 de 16 de setembro de 2008. Disponível em: ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpessp/bibliote/informe_eletronico/2008/iels.set.08/iels176/U_RS-MS-ANVISA-RDC-64_160908.pdf Acesso em: 17 agos 2012.

SANTOS, Joana Silva; OLIVEIRA, Maria Beatriz Prior Pinto. **Revisão: Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada.** Brazilian Journal Food Technology, Campinas, v. 15, n. 1, p. 1-14, jan./mar. 2012. Disponível em: <<http://bjft.ital.sp.gov.br/artigos/html/busca/PDF/v15n1479a.pdf>> Acesso em: 11 jun 2012.

SILVA, Francisco A. M.; BORGES M. Fernanda M.; FERREIRA, Margarida A.. **Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante.** Química Nova, v. 22 nº 1, p. 94-103, fev/1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n1/1143.pdf>> Acesso em: 3 jun 2012.

SOARES, Sergio Eduardo. Ácidos fenólicos como antioxidantes. Revista Nutrição, 15(1) p. 71-81, Campinas, SP; jan./abr., 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v15n1/a08v15n1.pdf>> Acesso em: 21 maio 2012.

SOUZA, Wagner Guedes de. **Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de lombo de atum (*Thunnus albacares*).** Mestrado (Monografia) – Universidade Federal Fluminense, Centro de Saúde Médicas – Faculdade de Veterinária. Niterói, RJ, 2004. Disponível em: <http://www.uff.br/higiene_veterinaria/teses/wagner_souza_completa_mestrado.pdf> Acesso em: 2 jun 2012.

STALKER, H.T. **Peanut (*Arachis hypogaea* L.)** Field Crops Research, Volume 53, p. 205-217. Jul/ 1997. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0378429097000324/1-s2.0S0378429097000324main.pdf?_tid=7f4f81dcc6faf0166e042b06a5a3241a&acdnat=1340749349_ee7dc689012b766c9ff6038b0fe1da78> Acesso em: 14 maio 2012.

AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE DE β - GALACTOSIDASE LIVRE NA REDUÇÃO DO POTENCIAL POLUIDOR DO PERMEADO DE QUEIJO

Guilherme Prates Escobar¹, Adriano Gennari, Angélica Vincenzi, Julio Bald, Daniel Neutzling Lehn, Cláucia Fernanda Volken de Souza

Abstract

*The milk production of "Vale do Taquari" reaches 7.5% of the total produced by Rio Grande do Sul, which comes to 3.8 billion liters of milk each year. The high milk production in this region motivating the manufacture of dairy products. In the production of these derivatives are large volumes of waste generated. To reduce the organic residue such enzymatic treatment is used. In this work we evaluated the commercial enzyme β - Galactosidase obtained free of *Kluyveromyces lactis* in reducing the lactose content of the cheese whey permeate. The treatments occurred in different conditions of pH and enzyme concentration, at 35 °C in 6 hours. The results obtained indicate a reduction of the lactose content in the conditions applied to the enzyme.*

Resumo

No Vale do Taquari a produção de leite chega a 7,5% do total produzido pelo RS que é de 3,8 bilhões de litro de leite ao ano. Esta elevada produção de leite motiva a fabricação de produtos derivados do leite, onde são gerados grandes volumes de resíduos. Para reduzir a carga orgânica dos resíduos pode ser utilizado o tratamento enzimático. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso da enzima comercial β -Galactosidase livre obtida de *Kluyveromyces lactis* na redução do teor de lactose do permeado de soro de queijo. As variáveis do estudo foram: concentração de enzima e pH à 35° C no tempo de reação de 6 horas. Os resultados obtidos indicam uma redução do teor de lactose nas diferentes condições aplicadas à enzima.

1. Introdução

O leite apresenta-se como o primeiro e mais importante alimento humano e contém diversas substâncias fundamentais para alimentação. O leite é rico em nutrientes que participam do desenvolvimento e manutenção de ossos e dentes, além de possuir em sua composição fosfato de cálcio, gorduras, proteínas, carboidratos e vitaminas [Sgarbieri e Pacheco, 1999].

No leite encontra-se o carboidrato lactose e este é um dissacarídeo composto por uma molécula de D- glicose e uma molécula de D-galactose (monossacarídeos). Sua concentração no leite bovino varia em média de 4,7 a 5,2%. No Brasil a produção de leite é crescente, com produtividade de mais de 30 milhões de litros de leite por dia [Leite et al., 2006].

O grande volume de produção de leite justifica a produção de seus derivados, e um dos principais é o queijo. Estudos indicam que o queijo surgiu a milhares de anos e na antiga civilização era conhecido como um dos principais alimentos. É obtido através da coagulação

¹ Curso de Farmácia – Centro Universitário UNIVATES – Lajeado – RS – Brasil – guibesc@hotmail.com

da caseína (juntamente com a gordura), que é separada do soro, rico em lactose e sais minerais. O queijo possui alto valor nutricional e em sua composição encontram-se diversas substâncias como aminoácidos, vitaminas e sais minerais. No processo de fabricação do queijo observa-se que em etapas específicas ocorre liberação de soro, que muitas vezes é encarado como um subproduto ou mesmo como um resíduo nas grandes indústrias. Devido a grande produção de soro de queijo este é conseqüentemente destacado como um poluente quando descartado irregularmente no meio ambiente. A Demanda Química de Oxigênio deste resíduo, cerca de 150.000 mg/L O₂ explicita seu potencial poluidor [Walstra et al., 1999].

O volume de soro contém representa aproximadamente 85-95% do volume total do leite empregado na fabricação do queijo. Atualmente biotecnologias buscam um melhor aproveitamento e alternativas para melhorar a utilização do soro, visto que o volume de geração é expressivo [Freitas et al., 2011].

Um dos processos para o aproveitamento do soro de queijo é a filtração por membrana. A Ultrafiltração é utilizada na fabricação do Concentrado de Proteína de Soro, que consiste no produto obtido da secagem do retentado da filtração de soro. Desta etapa ainda é liberado um líquido denominado permeado, rico em lactose e sais minerais [Baldasso et al., 2011].

Outro processo que pode ser aplicado no soro de queijo é a degradação enzimática. Estudos demonstram que enzimas tem uma grande capacidade de catalisar processos químicos complexos e as definem como uma ferramenta fundamental na indústria, aumentando ainda mais o potencial econômico das indústrias que fabricam enzimas, e diversas são utilizadas mundialmente na fabricação de muitos alimentos [Giroto et al., 2001].

A enzima β – galactosidase é extraída do fungo *Kluyveromyces lactis* e é altamente específica para a hidrólise de lactose, fazendo parte de diversos processos industriais. A lactase, como também é denominada, possui pH ótimo de atuação na faixa de 6,5 a 7,5 e temperatura ideal de reação em 35° C [Bon et al., 2008].

Com a utilização da β – galactosidase na hidrólise da lactose, o permeado do soro de queijo pode ser utilizado na produção de diversos produtos lácteos, porém a utilização de enzimas em processo industriais é confrontada com um elevado custo de produção [Bansal S. et al., 2008]. Uma vez que a utilização de uma solução enzimática tem um tempo de meia vida curto, perdendo as propriedades funcionais com sua reutilização praticamente impossível, estudos buscam métodos que facilitem a reutilização das enzimas. Métodos de imobilização de enzimas são estudados na literatura, definindo técnicas de encapsulamento em suportes, sendo estes constituídos de diferentes substâncias [Freitas et al., 2011].

Portanto, o objetivo desse trabalho é avaliar o uso da enzima comercial β – Galactosidase obtida de *Kluyveromyces lactis* para redução do teor de lactose do permeado de soro de queijo em diferentes condições de pH e concentrações de enzima livre, na temperatura de 35 °C.

2. Materiais e Métodos

O trabalho foi realizado utilizando a β -Galactosidase de *Kluyveromyces lactis*, enzima comercial fabricada pela Global Food. Como origem de lactose foi utilizado permeado desidratado, disponibilizado pela BRF alimentos, Teutônia, Rio Grande do Sul, Brasil.

O experimento ocorreu com enzima livre em permeado de soro de queijo reconstituído a 5% de lactose. Foram testadas as concentrações de enzima 0,05%, 0,075% e 0,1% (v/v) em relação ao permeado reconstituído. A enzima foi submetida a reatores que continham 100 mL de permeado com concentração de lactose a 5%. Os valores de pH dos experimentos foram de 6,0, 7,0 e 8,0.

Amostras de 0,2 mL foram retiradas em intervalos definidos de tempo com um total de nove pontos de coleta. A reação ocorreu em um tempo total de 6 horas. Após, cada amostra foi submetida a um banho-maria de 100 °C para inativação da enzima e logo congelada para posterior análise de glicose.

Todos os ensaios foram realizados em triplicata. Foi determinada a concentração de glicose durante todo o processo com a enzima livre. Nas amostras que foram retiradas nos intervalos de tempo determinados, foram avaliadas as concentrações de glicose pelo método enzimático colorimétrico. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro de feixe simples em filtro de 505 nm. A conversão para a concentração de glicose foi conforme o protocolo do Kit de bancada de glicose Liquiform Labtest, através das seguintes considerações:

Conc. do Padrão = 100 mg/dL

ABS Padrão = 0,330

Como exemplo, ilustra-se o cálculo para uma amostra com absorvância de 0,191:

$$\text{conc. Amostra} = \frac{\text{ABS Amostra}}{\text{ABS Padrão}} \times \text{Conc. padrão}$$

$$\text{conc. Amostra} = \frac{0,191}{0,330} \times 100$$

Conc. de glicose na amostra = 57,87 mg/dL

Como cada molécula de Lactose compreende a uma molécula de Glicose e uma de Galactose, com peso molecular praticamente igual, o valor que corresponde a concentração de lactose convertida é o dobro do valor da concentração de glicose, ou seja, pelo cálculo de conversão observa-se:

$$1 \text{ P.M. de Lactose} = 2 \text{ P.M. de glicose}$$

Então, para o exemplo citado a concentração de lactose convertida em glicose e galactose do meio é de 115,74 mg/dL. Assim pode-se calcular o Teor de Conversão da lactose em glicose e galactose pela equação que segue:

$$\text{Teor de Conversão}(\%) = \frac{\text{Lactose Inicial} - \text{Lactose final}}{\text{Lactose Inicial}} \times 100 - 100$$

Para o exemplo citado o cálculo do teor de conversão é mostrado a seguir:

$$\text{Teor de Conversão}(\%) = \frac{5000\text{mg/dL} - 115,74\text{mg/dL}}{5000\text{mg/dL}} \times 100\% - 100$$

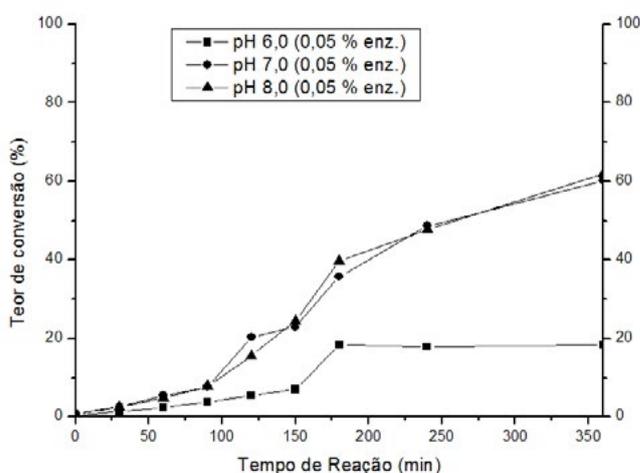
$$\text{Teor de Conversão} = 2,3\% \text{ de conversão de lactose}$$

3. Resultados e Discussões

Foi verificada a conversão da lactose do permeado, utilizando o método enzimático empregando enzima livre em diferentes concentrações e variação de pH, na temperatura de 35° C

As Figuras 1, 2 e 3 ilustram o comportamento da conversão de lactose pelo tratamento enzimático ao longo das 6 horas de reação nas diferentes condições de estudo.

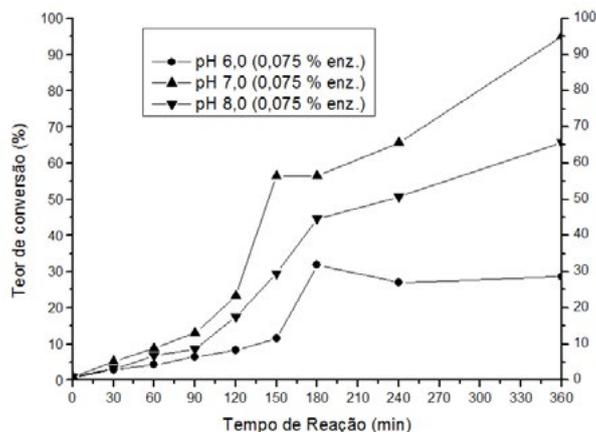
Figura 1. Teores de conversão da lactose em 35°C, com 0,05% de enzima e diferentes pHs



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 1 é possível observar o comportamento da conversão de lactose com enzima na concentração de 0,05% de enzima à temperatura fixa de 35°C. O maior teor de conversão (60 %) se verificou em pH 7,0. A condição ideal para a melhor atividade da enzima é citada na literatura como 35 ° C de temperatura e pH neutro, justificando o comportamento observado, embora no experimento tenha se verificado um bom teor de conversão também em pH 8,0. Para a condição de pH 6,0, a enzima não se verificou eficiente no permeado reconstituído.

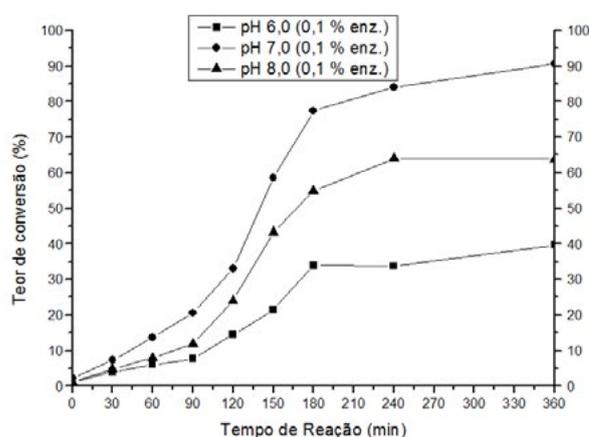
Figura 2. Teores de conversão da lactose em 35°C, com 0,075% de enzima e diferentes pHs



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 2, observa-se a conversão de lactose na concentração de enzima em 0,075 % e 35°C. Da mesma forma que na concentração de 0,05 %, foi observado que o pH 6,0 não é favorável para a reação enzimática, resultando em baixos teores de conversão, em comparação à outras condições. Pode-se observar que em pH 7,0 a conversão em 360 minutos atingiu um alto valor. Comparando com a concentração de 0,05 % em pH 7,0 o teor de conversão de 60 % foi obtido na metade do tempo em relação à concentração de enzima a 0,05% (aproximadamente em 180 minutos), indicando melhor eficiência da atuação da enzima na concentração de 0,075 %.

Figura 3. Teores de conversão da lactose em 35°C, com 0,1% de enzima e diferentes pHs



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 3 são apresentados os resultados obtidos com enzima na concentração de 0,1% e temperatura fixa em 35°C. É possível observar uma grande conversão de teor de lactose, também observado na concentração de 0,075%, onde ambas as concentrações obtiveram um teor de conversão muito semelhante. Na concentração de 0,1 % o pH 7,0, assim como nas

demais concentrações de enzima, foi muito favorável na reação atingindo uma ótima conversão da lactose. De uma maneira geral, a enzima em pH 6,0 apresentou uma baixa atividade na conversão da lactose.

Com estes resultados, pode-se atribuir as diferenças de eficiência de atuação da enzima a particularidades do meio, onde a lactose é abundante, facilitando a atuação da enzima.

4. Conclusões

A partir deste trabalho, concluiu-se que a utilização de processos enzimáticos para a redução de lactose do permeado e possível redução da carga orgânica é eficaz, já que foi constatado nos resultados obtidos o aumento da concentração de glicose, resultado da ação da enzima empregada sobre a lactose. Porém a enzima em diferentes condições de pH e concentração enzimática, proporcionou uma variação na eficiência do processo onde, na concentração de enzima em 0,05 % o teor de conversão da lactose atingiu somente 60% em tempo de reação de 360 minutos, enquanto nas concentrações de 0,075% e 0,1% de enzima a conversão de 60% ocorreu em 120 minutos, e no tempo total de reação (6 horas) quase 100%. Já a enzima em condições de pH 6,0 não apresentou atividade expressiva. Com o experimento foi possível concluir também que o teor de conversão em concentração de enzima 0,075% foi muito semelhante à conversão de lactose com enzima na concentração de 0,1% indicando que os teores de conversão com enzima em concentrações acima dessa aplicada, não resultará em uma conversão tão mais eficiente. Sugere-se um estudo com variação de temperatura e com imobilização da enzima por encapsulamento com alginato de sódio.

5. Referências

- SGARBIERI, V.C. e Pacheco, M.T.B. (1999) Alimentos funcionais fisiológicos. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.2, p.7-19.
- WALSTRA, Pieter; JAN T. M.; WOUTERS, T.J Geurts (1999) *Dairy Science and Technology* 2. ed. Taylor & Francis Group.
- GIROTO, J.M. E PAWLOWSKI, U. (2001) O soro de leite e as alternativas para o seu beneficiamento. *Brasil Alimentos*, n.10, p.43-46.
- BALDASSO C., BARROS T.C., TESSARO I.C.(2011) Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration. *Desalination*; 278 381–386.
- BANSAL S., Oberoi H. S., DHILLON G. S., Patil R. T. (2008) Production of b-galactosidase by *Kluyveromyces marxianus* MTCC 1388 using whey and effect of four different methods of enzyme extraction on β - galactosidase activity, *Indian J. Microbiol.* 48:337–341.
- LEITE, Z.T.C.; VAITSMAN, D.S.; DUTRA, P.B. (2006) Leite e seus derivados – da antiguidade. *Química Nova*, v. 29 n. 4, p. 876-880.
- FREITAS, F. F. *et al.*, (2011) A comparison of the kinetic properties of free and immobilized *Aspergillus oryzae* β -galactosidase *Biochemical Engineering Journal* 58– 59.
- BON, Elba P. S., FERRARA, M. A., CORVO, M. L. (2008) *Enzimas em Biotecnologia: Produção, Aplicações e Mercado*, RJ, Editora Interciência.

AValiação de Tecnologias para Codificação de Vídeo H.264 via GPU

Marco A. Gobbi¹, Ronaldo Husemann²

Abstract

The advancement of computing power of graphics cards and integrated video has allowed the development of applications with increasing performance and energy efficiency. In this context, one can cite the video encoders which require a high computational load, once that deal with large volumes of data. This article presents an overview of the topic, analyzing the technical and practical way, the main technologies of GPU (Graphics Processing Unit) geared for video encoding according to the H.264 standard.

Resumo

O avanço da capacidade computacional das placas de vídeo e vídeos integrados tem permitido o desenvolvimento de aplicações com cada vez mais desempenho e eficiência energética. Neste âmbito, podem-se citar os codificadores de vídeo, que exigem uma elevada carga de processamento, uma vez que lidam com grandes volumes de dados. Este artigo apresenta uma revisão do tema, analisando de forma técnica e prática, as principais tecnologias de GPU (Graphics Processing Unit) voltadas para codificação de vídeo segundo o padrão H.264.

1 Introdução

Nos últimos anos, o uso de vídeos digitais vem aumentando devido ao surgimento de diferentes equipamentos com demandas por recursos multimídia, como *smartphones*, *tablets*, câmeras digitais, televisões, além do acesso cada vez maior a vídeos na internet [Dufaux et al. 2009].

Nesta área, os codificadores de vídeo são importantes para comprimir as informações de vídeo, reduzindo suas demandas por espaço. Sua função é fundamental para permitir a implantação de aplicações multimídia sobre bandas de comunicação restrita. No entanto, algoritmos de codificação de vídeo possuem elevada complexidade computacional, tornando necessárias técnicas computacionais sofisticadas [Richardson 2003].

Codificar vídeos em HD (*High Definition*) por meio de software pode ser um processo complexo e demorado, dependendo dos processadores (CPUs – *Central Processing Unit*) escolhidos. Uma estratégia para atender a estas altas demandas computacionais, propõe o uso de processadores gráficos (GPUs – *Graphics Processing Unit*) de alto desempenho como os presentes nas modernas placas de vídeo [Husemann et al. 2012].

¹ CETEC – Univates. marcogobbi@universo.univates.br.

² DELET – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Prof. Dr. na Univates. rhusemann@inf.ufrgs.br

Modernas GPUs possuem uma arquitetura altamente paralela, compostas por centenas de núcleos operacionais, que permitem executar em um mesmo ciclo de operação um grande número de procedimentos simultâneos [Dinh 2008].

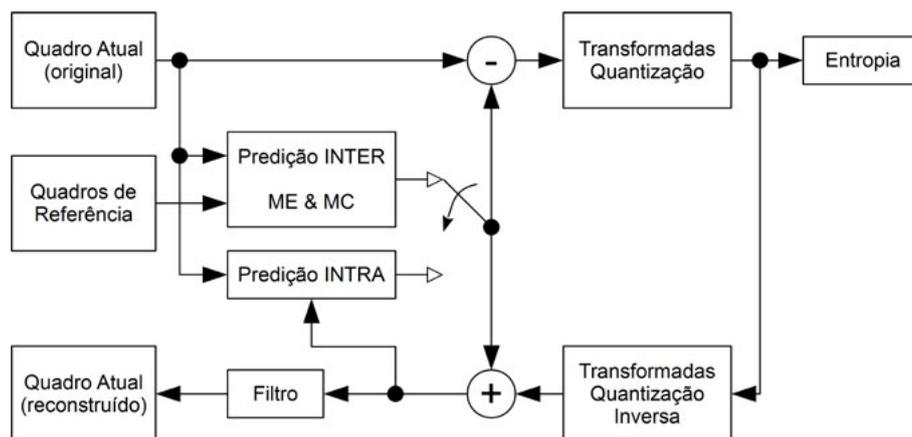
Com o intuito de tornar os codificadores de vídeo ainda mais eficientes, as principais empresas de tecnologia introduziram um hardware dedicado para codificação de vídeo em suas mais recentes GPUs. Este artigo tem como objetivo analisar e comparar, através de testes práticos, o desempenho de diferentes tecnologias de aceleração de hardware para codificação de vídeo no padrão H.264, considerando as soluções atuais de GPUs das empresas Intel, AMD e NVIDIA, com atenção especial voltada as tecnologias Intel Quick Sync e NVIDIA NVENC.

Codificador de Vídeo H. 264

A norma H.264 representa um padrão de codificação de vídeo, atualmente muito utilizado em aplicações de alta definição, como TV Digital, Blu-Ray, câmeras digitais, internet em geral. Isso se deve principalmente pela alta eficiência de compressão deste codificador. Neste quesito, o H.264 é um dos padrões mais eficientes atualmente, ou seja, proporciona uma mesma qualidade de imagem com uma taxa de bits menor. Mas isso só é possível às custa de um aumento da complexidade do codificador, exigindo mais processamento que outros padrões como MPEG-2 e H.263 [Richardson 2003].

Basicamente, um codificador H.264 genérico segue o digrama de blocos funcional apresentado na Figura 1.

Figura 1: Codificador H.264



Fonte: O Autor

Observando-se a figura, percebe-se que os principais processos envolvidos na codificação H. 264, são:

- Predição (Intra ou Inter)
- Transformadas (DCT e Hadamard)

- Quantização
- Codificação de Entropia (CAVLC e CABAC)

Os módulos de predição procuram explorar a redundância temporal existente entre imagens de um mesmo vídeo. A pesquisa por movimentação ocorre no nível de blocos de pixels, e é feita em uma janela de busca de tamanho fixo em diferentes imagens de referência. Pode ser do tipo Intra, quando a referência utilizada é o próprio quadro sob codificação ou Inter, que utiliza quadros já codificados como referência, sendo, de forma geral, composta pelos módulos de estimativa de movimento, ME (*Motion Estimation*) e de reconstrução, MC (*Motion Compensation*) [Richardson 2003].

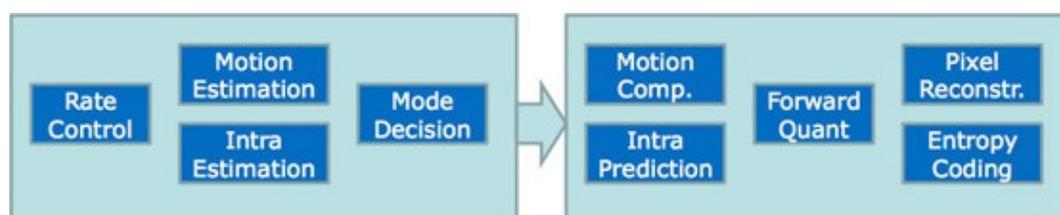
As transformadas são responsáveis por converter a imagem ou dados residuais em domínio da frequência. O codificador H. 264 adota dois tipos de transformadas, a DCT (*Discrete Cosine Transform*) e a Hadamard [Richardson 2003]. A quantização do codificador H. 264 é usado para reduzir a resolução dos valores de saída. Na prática é feito um procedimento baseado em multiplicação e deslocamento de bits de acordo com o parâmetro QP (*Quantization Parameter*) [Chang, Chen and Chen 2009].

Na codificação de entropia, é realizada uma compressão sem perdas dos dados, utilizando o algoritmo *Context-Adaptive Arithmetic Coding* (CABAC) ou *Context-Adaptive Variable-Length Coding* (CAVLC), dependendo da configuração. Ao final deste processo, os dados estão prontos para transmissão ou armazenamento [Shi and Sun 2000].

Tecnologia GPU Intel Quick Sync Video

Em 2011, a Intel introduziu um hardware dedicado para codificar vídeo, o Quick Sync Video, que foi disponibilizado na GPU dos processadores Sandy Bridge. A Figura 2 mostra o fluxograma de codificação desta tecnologia [Shimpi 2011].

Figura 2: Fluxograma do Intel Quick Sync Video



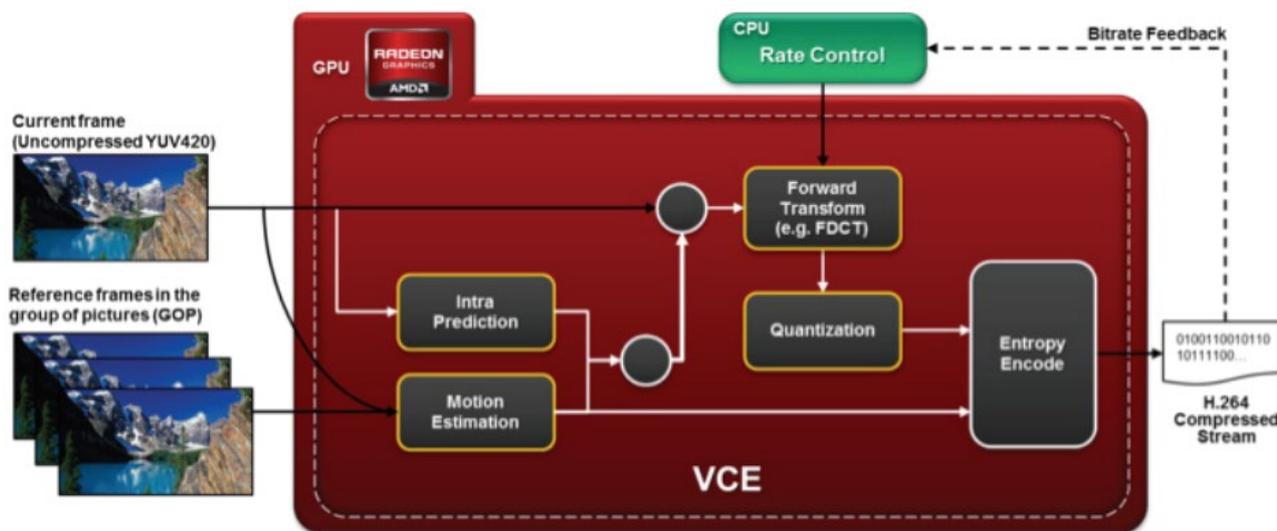
Fonte: Shimpi 2011

O Quick Sync permite a criação e conversão de vídeos mais rápida que as CPUs. Pode-se criar DVDs ou Blu-ray discos, criar e editar vídeos em 3D, converter arquivos de vídeo 2D em 3D, e converter o vídeo para dispositivos multimídia portátil ou para fazer upload em rede social [Jiang 2011].

Tecnologia GPU AMD VCE

Também em 2011, a empresa AMD lançou as placas de vídeo com arquitetura *Graphics Core Next* (GCN), séries Radeon HD 7900, 7800 e 7700, que inclui um novo hardware dedicado chamado de *Video Codec Engine* (VCE) para acelerar a codificação de vídeo HD. O diagrama do VCE ilustrado na Figura 3 segue o mesmo princípio apresentado na Figura 1 [AMD 2012].

Figura 3: Diagrama de blocos do AMD Video Codec Engine (VCE)



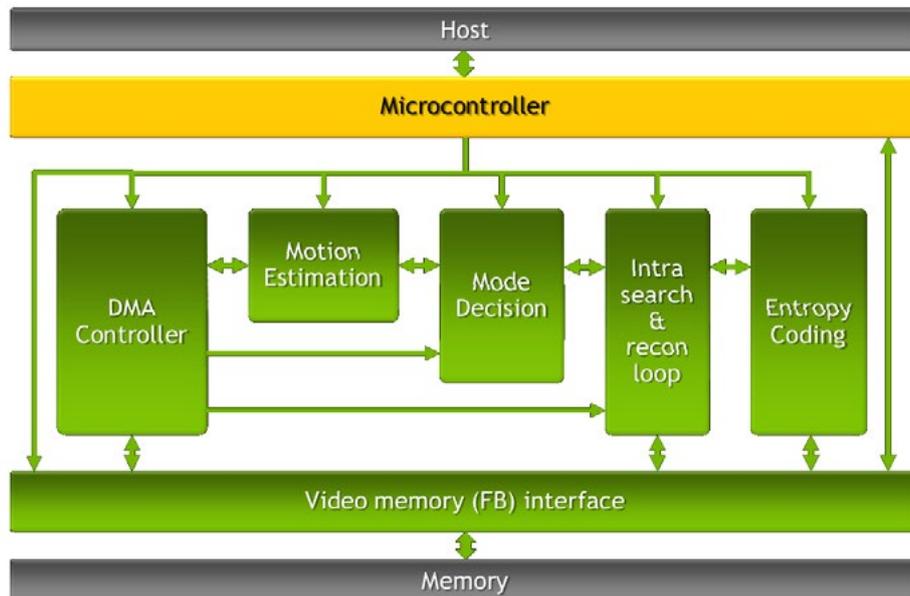
Fonte: AMD 2012

Conforme informações do fabricante, a tecnologia VCE é energeticamente eficiente e permite codificar vídeos com resolução de 1080p a uma velocidade de 60 FPS (*frames per seconds*). Também inclui otimizações para mudanças de cena e taxa de bit de compressão variável para uma qualidade visual melhorada do vídeo codificado [AMD 2012].

Tecnologia GPU NVIDIA NVENC

A NVIDIA introduziu em todas suas placas de vídeo da linha Kepler, séries GeForce 600 lançadas em 2012, o NVENC, novo codificador de vídeo compatível com o padrão H. 264. A estrutura desta tecnologia é mostrada na Figura 4 [Patait and Mohapatra 2013].

Figura 4: Diagrama de blocos do NVIDIA NVENC



Fonte: Patatit and Mohapatra 2013

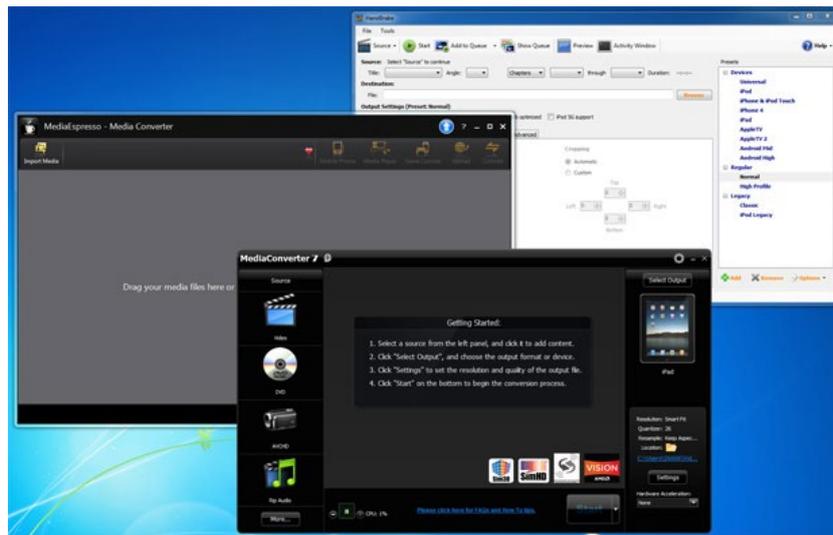
Antes de lançar o NVENC, a NVIDIA disponibilizava o NVCUVENC como alternativa para codificação de vídeo [NVIDIA 2010]. Baseado na plataforma de computação paralela CUDA, o codificador NVCUVENC explora a capacidade computacional dos núcleos de processamento (CUDA Cores) presente nas GPUs da NVIDIA [Huang, Shen and Wu 2009].

Usando um circuito especializado para a codificação H.264, o NVENC é quase quatro vezes mais veloz que o codificador NVCUVENC, além de consumir consideravelmente menos energia, segundo dados do fabricante. Com o NVENC é possível codificar vídeos em *full* HD (1080p) com velocidade até oito vezes maior que o necessário para garantir tempo real. Por exemplo, em modo de alta performance, codificar um vídeo de 16 minutos em 1080p a 30 FPS leva aproximadamente dois minutos. A tecnologia NVENC possibilita a transmissão de conteúdo para telas com conexão *wireless* (sem fio) e vídeo conferência em HD [NVIDIA 2012].

Softwares compatíveis

Alguns exemplos de softwares que fazem uso da aceleração de hardware das GPUs para codificação de vídeo, são os conversores de mídia CyberLink MediaEspresso, ArcSoft MediaConverter e HandBrake. Com estes softwares, é possível converter arquivos de vídeos, áudio e fotos em diferentes formatos.

Figura 5: MediaEspresso (Esquerda), MediaConverter (Baixo) e HandBrake (Cima)



Fonte: Kowaliski 2012

O CyberLink MediaEspresso suporta as tecnologias Quick Sync, VCE e NVENC. Enquanto que o ArcSoft MediaConverter ainda não tem suporte ao NVENC, mas utiliza os CUDA Cores presentes nas GPUs da NVIDIA para acelerar a conversão. Já o HandBrake possui apenas uma versão beta para a tecnologia Quick Sync.

Além destes softwares, a Intel, AMD e NVIDIA disponibilizam um SDK (*Software Development Kit*) para permitir uso de suas respectivas tecnologias. Entretanto, o SDK disponível para o uso do NVENC, é restrito às placas profissionais Quadro, GRID e Tesla [Patait and Mohapatra 2003].

Análise de Desempenho

No artigo [Kowaliski 2012], é feita uma comparação bastante interessante das tecnologias Quick Sync, VCE e NVENC. Foram realizados testes de conversão de vídeo utilizando o MediaEspresso e o MediaConverter. Um vídeo de 177 MB em resolução de 1080p, foi convertido para 720p no formato H.264 a uma taxa de 4 Mbps e 24 FPS.

O hardware testado foi:

- CPU Intel Core i7-3770K, que possui uma GPU integrada HD Graphics 4000 com Quick Sync;
- Placa de vídeo AMD Radeon HD 7750, com VCE;
- Placa de vídeo NVIDIA GeForce GT 640, com NVENC;

Foram medidos os tempos de conversão, o consumo em estado ocioso e o pico de consumo, tamanho e taxa de bits do arquivo resultante. Veja os resultados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – MediaEspresso: Conversão de vídeo 1080p para H.264 720p 4Mbps

	Core i7-3770K (CPU)	Core i7-3770K (Quick Sync)	Radeon HD 7750 (VCE)	GeForce GT 640 (NVENC)
Tempo (s)	40	19	37	24
Consumo (Ocioso)	37 W	37 W	43 W	46 W
Consumo (Pico)	86 W	78 W	86 W	95 W
Arquivo (MB)	75,8	72,6	75,4	74,0
Taxa de bits (kbps)	4001	3828	3980	3904

Fonte: Kowaliski 2012 p3.

Tabela 2 – MediaConverter: Conversão de vídeo 1080p para H.264 720p 4Mbps

	Core i7-3770K (CPU)	Core i7-3770K (Quick Sync)	Radeon HD 7750 (VCE)	GeForce GT 640 (NVCUVENC)
Tempo (s)	34	24	39	43
Consumo (Ocioso)	37 W	37 W	43 W	46 W
Consumo (Pico)	83 W	81 W	89 W	91 W
Arquivo (MB)	79,6	72,3	75,9	77,3
Taxa de bits (kbps)	4177	3776	3977	4051

Fonte: Kowaliski 2012 p4.

Com base nos dados de desempenho apresentados na Tabela 1, as tecnologias Quick Sync e NVENC demonstram serem mais rápidas em comparação a uma CPU recente. Na Tabela 2 o Quick Sync mantém a vantagem.

A tecnologia VCE apresentou um desempenho satisfatório no caso MediaEspresso, com tempos de conversão abaixo da CPU testada sem elevar o consumo de energia. Porém no MediaConverter, o VCE só ficou à frente do NVCUVENC que obteve os piores resultados de velocidade e consumo.

O destaque fica por conta do Quick Sync, que além de mais rápida, é a solução que menos consumiu energia. Este fato evidencia a eficiência energética superior desta tecnologia.

Resultados Experimentais

A fim de avaliar o desempenho experimental das tecnologias Quick Sync e NVENC, foram realizados testes práticos com o software MediaEspresso. O vídeo de alta definição (1080p) Pedestrian Area, com um total de 375 *frames*, foi usado para testes sendo codificado a uma taxa de 10 Mbps e 25 FPS.

Neste caso, o hardware testado foi:

- CPU Intel i7-3770K, que possui uma GPU integrada HD Graphics 4000 com Quick Sync;
- Placa de vídeo NVIDIA GeForce GTX 680, com NVENC;

Foram medidos os tempos de codificação, uso aproximado de uma CPU, índice de qualidade PSNR da componente de luminância (Y), além do tamanho e da taxa de bits do arquivo resultante. A Tabela 3 apresenta os resultados.

Tabela 3 – MediaEspresso: Codificação de vídeo 1080p para H.264 10Mbps

	Core i7-3770K (CPU)	Core i7-3770K (Quick Sync)	GeForce GTX 680 (NVENC)
Tempo (s)	11	5	6
Uso aprox. do CPU (%)	100	30	50
PSNR-Y (dB)	41,1334	41,3166	40,8111
Arquivo (MB)	18,989	18,839	18,769
Taxa de bits (kbps)	10122	10069	10005

Os mesmos testes também foram feitos no x264, que é um software de código livre (*open source*) muito utilizado para codificar vídeos no formato H.264 [Merritt et al. 2006], em conjunto com o SDK disponível para a tecnologia Quick Sync, e com o SDK da biblioteca NVCUVENC, baseada em CUDA Cores. A Tabela 4 traz os resultados obtidos.

Tabela 4 – x264 e SDKs: Codificação de vídeo 1080p para H.264 10Mbps

	Core i7-3770K (x264 superfast)	Core i7-3770K (Quick Sync SDK)	GeForce GTX 680 (NVCUVENC)
Tempo (s)	3,57	1,59	2,34
Uso aprox. do CPU (%)	100	30	32
PSNR-Y (dB)	41,4345	42,0011	41,0486
Arquivo (MB)	18,749	19,158	18,760
Taxa de bits (kbps)	9999	10217	10158

Observa-se que nos resultados apresentados, todas as tecnologias alternativas à CPU apresentam redução significativa no tempo de codificação, atingindo-se, por exemplo, redução de mais de 2 vezes no caso do Quick Sync. Também registram menor uso da CPU, demonstrando que uma parte maior do processo de codificação está sendo executada pela GPU, liberando recursos do CPU para outras aplicações.

Outra informação importante é o índice de qualidade, que serve para demonstrar a eficiência dos codificadores. O Quick Sync mostrou ser o mais eficiente, ao contrário das tecnologias da NVIDIA que registram os piores índices de qualidade. Nos testes da Tabela 3, a diferença entre Quick Sync e NVENC chegou a 0,5 dB. Já na comparação entre Quick Sync e NVCUVENC da Tabela 4, esta diferença chegou a quase 1 dB.

Com relação ao tamanho e taxa de bits dos arquivos, os resultados ficaram próximos do esperado para a taxa de 10 Mbps configurada, com variação menor que 2,2%.

Conclusões

Até pouco tempo atrás, o uso das GPUs eram direcionadas quase que exclusivamente a jogos. Hoje, percebe-se uma atenção maior voltada a este processador gráfico, para outras aplicações que demandem elevada capacidade computacional. O recente surgimento das tecnologias de aceleração de hardware para codificação de vídeo comprova esta tendência.

O desempenho da tecnologia Quick Sync registrado nos testes, indica elevado potencial desta tecnologia para codificar vídeo. Esta foi a solução que mais se destacou, superando a CPU

em termos de velocidade, consumo de energia e qualidade de imagem. As tecnologias NVENC e NVCUVENC atingiram bons resultados nos tempos codificação, mas registraram os piores índices de qualidade das soluções testadas. Nos testes de conversão, o VCE conseguiu ser um pouco mais rápido que a CPU sem aumento do consumo de energia.

Um ponto negativo do NVENC, é que seu uso ainda é restrito apenas para softwares proprietários, como o MediaEspresso e MediaConverter. Conforme Patait e Mohapatra (2013), o SDK disponível pela NVIDIA só é liberado para placas Quadro, GRID e Tesla, que são mais caras que as GeForce [Lindholm et al. 2008]. Isso impossibilitou que fossem realizados testes comparativos com este SDK. Já os SDKs da Intel e da AMD, estão liberados para qualquer GPU compatível, o que permite que os desenvolvedores disponibilizem suporte às tecnologias Quick Sync e VCE em seu softwares, como é caso do HandBrake (versão beta com suporte ao Quick Sync) que é gratuito e de código aberto.

Referências

- AMD, “AMD Unified Video Decoder (UVD)”, 2012. <http://www.amd.com/de/Documents/UVD3_whitepaper.pdf>
- ArcSoft, “MediaConverter 8.0”. <<http://www.arcsoft.com/mediaconverter/>>
- Chang Y.-W., Chen T.-C. and Chen H.-Y., “Physical Design for System-On-a Chip”, In: Essential Issues in SOC Design (Y.-L Lin, Editor), Springer, 2009.
- CyberLink, “MediaEspresso 6.5”. <http://www.cyberlink.com/products/mediaespresso/overview_en_US.html>
- Dinh M. T., “GPUs - Graphics Processing Units”, Institute of Computer Science, University of Innsbruck, 2008.
- Dufaux F. et al., “Distributed Video Coding: Trends and Perspectives”, In: EURASIP Journal on Image and Video Processing, 2009.
- HandBrake, “HandBrake: The open source video transcoder”. <<http://handbrake.fr/>>
- Huang Y.-L., Shen Y.-C., Wu J.-L., “Scalable computation for spatially scalable video coding using NVIDIA CUDA and multi-core CPU”, In: MM.09, China, 2009.
- Husemann R. et al, “Exploration of Motion Estimation Algorithms in Graphic Processing Environments”, In: Webmedia’12, São Paulo, 2012.
- Jiang H, “The Intel Quick Sync Video Technology in the 2nd-Generation Intel Core Processor Family”, In: Hot Chips 23, Palo Alto, CA, 2011. <http://www.hotchips.org/wp-content/uploads/hc_archives/hc23/Hc23.19.8-Video/Hc23.19.820-QuickSync-Jiang-Intel_08012011b.pdf>
- Kowaliski C, “A look at hardware video transcoding on the PC: Performance and image quality with black boxes and OpenCL”, The Tech Report, 2012. <<http://techreport.com/review/23324/a-look-at-hardware-video-transcoding-on-the-pc/>>
- Lindholm E. et al, “NVIDIA Tesla: A Unified Graphics and Computing Architecture”, California, 2008.
- Merritt L. et al., “x264: A High Performance H.264/AVC Encoder”, 2006.

NVIDIA, "CUDA Video Encoder", 2010. <http://docs.nvidia.com/cuda/samples/3_Imaging/cudaEncode/doc/nvcuvenc.pdf>

NVIDIA, "NVIDIA GeForce GTX 680: The fastest, most efficient GPU ever built", 2012. <http://www.nvidia.pl/content/PDF/product-specifications/GeForce_GTX_680_Whitepaper_FINAL.pdf>

Patait A. and Mohapatra S., "High Performance Video Encoding Using NVIDIA GPUs", In: GPU Technology Conference (GTC), San Jose, California, 2013. <<http://on-demand.gputechconf.com/gtc/2013/presentations/S3379-High-Performance-GPU-Video-Encoding.pdf>>

Richardson I. E. G., "H.264 and MPEG-4 Video Compression", England, Ed Wiley, 2003.

Shi, Y. and Sun, H., "Image and video compression for multimedia engineering: fundamentals, algorithms, and standards", Boca Raton, FL: CRC Press, 2000.

Shimpi A. L., "The Sandy Bridge Review: Intel Core i7-2600K, i5-2500K and Core i3-2100 Tested", AnandTech, 2011. <<http://www.anandtech.com/show/4083/the-sandy-bridge-review-intel-core-i7-2600k-i5-2500k-core-i3-2100-tested/>>

Smith R., "AMD Radeon HD 7970 Review: 28nm And Graphics Core Next, Together As One", AnandTech, 2011. <<http://www.anandtech.com/show/5261/amd-radeon-hd-7970-review/>>

Smith R., "NVIDIA GeForce GTX 680 Review: Retaking The Performance Crown", AnandTech, 2012. <<http://www.anandtech.com/show/5699/nvidia-geforce-gtx-680-review/>>

IMPLANTAÇÃO DE SCRUM EM UMA EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Pablo Dall'Oglio¹, Rômulo Henrique Leidemer²

Abstract

The current labor market requires the companies that develop software have speed and efficiency in the delivery of projects. In this way, it's necessary for companies to develop a rapid response to changes that may occur throughout the project, forcing them to adopt innovative ways to deal with these changes. The Scrum agile methodology supports the management of projects in the scenario of constant change, which enables the delivery of products faster and with higher quality. This article aims to present the implementation of Scrum in a small software development company and describe the deployment process, presenting the main improvements obtained by describing scenarios and compare the procedures of management of scope, time and quality conducted before deployment and post-deployment of Scrum.

Resumo

O atual mercado de trabalho exige que as empresas de desenvolvimento de software tenham rapidez e eficácia na entrega dos projetos. Dessa forma, é necessário que as empresas desenvolvam uma resposta rápida às mudanças que possam vir a ocorrer ao longo de um projeto, forçando-as a adotar meios inovadores para lidar com tais mudanças. A metodologia ágil Scrum apoia a gestão de projetos no cenário de mudanças constantes, que possibilita a entrega de produtos com maior rapidez e com maior qualidade. Este artigo busca apresentar a implantação da metodologia Scrum em uma pequena empresa de desenvolvimento de software, descrever o processo de implantação, apresentar as principais melhorias obtidas por meio de descrição de cenários e comparar os procedimentos de gerência de escopo, tempo e qualidade realizados antes e após a implantação do Scrum.

1. Introdução

O mercado exige que as empresas de desenvolvimento de software tenham rapidez e eficácia na entrega dos projetos. Dessa forma, é necessário que as empresas desenvolvam uma resposta rápida às mudanças que possam vir a ocorrer ao longo de um projeto, forçando-as a adotar meios inovadores para lidar com tais mudanças. Segundo Valle, Soares, Finocchio e Silva (2007), as empresas estão vulneráveis às forças de mudanças por questões de mercado, cultura, tecnologia, dentre outras, sendo necessária sua rápida adaptação para permanecerem competitivas.

Com o intuito de organizar os processos e fornecer uma estrutura para a construção de software de alta qualidade é que a Engenharia de Software foi criada [Sommerville 2011].

Durante muito tempo, tentou-se adotar modelos tradicionais de Engenharia de Software, baseados na previsibilidade dos requisitos, ou seja, a ideia de que os requisitos de um software

1 Docente no Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC). Univates. Lajeado – RS – Brasil. – pablo.dalloglio

2 Docente no Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC). Univates. Lajeado – RS – Brasil. – romuloleidemer}@gmail.com

pudessem ser todos levantados antes da construção do mesmo [Dall’oglio 2006]. Estas metodologias tradicionais são geralmente referenciadas como modelo Cascata. Este modelo utiliza uma abordagem sequencial, ou seja, para que o software possa ser construído, será necessário que sejam levantados todos os requisitos e a documentação, para assim iniciar o processo de construção do software.

Segundo Pressman (2006), poucos projetos reais seguem o que foi documentado. Tratando-se de um modelo linear, qualquer modificação que venha a ocorrer, após o início do desenvolvimento, irá causar problemas no cronograma. Desta forma, é sabido que normalmente o cliente não consegue estabelecer explicitamente todos os requisitos no início de um projeto, tornando o desenvolvimento de software, para empresas de menor porte, muito burocrático e demorado.

Com a necessidade de acomodar uma série de mudanças ao longo do projeto é possível utilizar modelos iterativos de desenvolvimento de software para amenizar os impactos negativos que estas mudanças possam trazer. Modelos iterativos são caracterizados por pequenos ciclos de desenvolvimento que mesclam diversas atividades de análise, projeto, desenvolvimento e implantação em um pequeno período de tempo chamado de iteração.

Processos iterativos são a base e a origem para os princípios de desenvolvimento ágil de software. Segundo Sbrocco e Macedo (2012), os conceitos do desenvolvimento ágil foram motivados por uma reação adversa contra os “métodos pesados” de desenvolvimento de software, os quais possuíam um formalismo muito grande na documentação e regulamentações. Com base nesta reflexão, os novos *frameworks* para processos de desenvolvimento de software que começaram a surgir, foram nomeados inicialmente “métodos leves”.

Em 2001, dezessete profissionais de software com reconhecimento na comunidade de Engenharia de Software se reuniram e chegaram a um consenso quanto aos princípios básicos utilizados para que um projeto seja bem sucedido. Com base na experiência de todos os membros presentes redigiram um documento chamado de “manifesto ágil”, o qual descreve os princípios acordados na reunião [Sbrocco e Macedo 2012].

O manifesto ágil trata-se de um documento que encoraja o uso dos melhores métodos de desenvolvimento de software e a valorização dos itens a seguir [Agile Manifesto 2013]:

- Indivíduos e interações mais que processos e ferramentas;
- Software em funcionamento mais que documentação abrangente;
- Colaboração com o cliente mais que negociação de contratos;
- Responder a mudanças mais que seguir um plano.

Muitas empresas de desenvolvimento de software vêm tentando se tornar mais ágeis, devido à necessidade de se manterem a frente dos concorrentes, serem mais suscetíveis a mudanças e também para atender as necessidades dos clientes de uma forma rápida e precisa.

Segundo Cohn (2011), com o uso de metodologias ágeis as empresas de software estão conseguindo agilizar seus processos e apresentar ao mercado produtos com maior qualidade.

O presente artigo tem como objetivo apresentar a implantação da metodologia Scrum em uma empresa de pequeno porte de desenvolvimento de software, composta por uma equipe de aproximadamente nove pessoas, com objetivo de comparar os processos antes e depois da implantação.

2. Motivação

Processos de desenvolvimento incrementais e iterativos como Scrum e *Extreme Programming* (XP) vem ganhando espaço, pois visam que a equipe complete a cada iteração uma parte funcional do projeto. Cada iteração deve ser pensada para ser curta e com data para entrega definida. O foco é mantido em entregas de código funcionando em um curto espaço de tempo e as equipes não tem tempo para um processo de análise maçante. Isso ocorre, pois estas equipes estão focadas em ter partes funcionais do projeto prontas a cada iteração, aceitando que possam ocorrer erros ao longo do caminho e compreendendo que a melhor forma para identificá-los venha a ser construindo o produto [Kniberg 2007].

Como se pode ver, existem muitos benefícios na utilização de metodologias ágeis em projetos de desenvolvimento de software, principalmente para empresas que necessitem de rapidez para entregar soluções aos seus clientes e também para as que não possuem um processo de desenvolvimento definido ou organizado.

O fato de não possuir um processo de desenvolvimento organizado e bem definido, faz com que as empresas trabalhem de forma desordenada e percam produtividade. Assim, acabam ocorrendo desgastes internos, principalmente com as pessoas envolvidas diretamente com estes processos. Podem ser citados os seguintes problemas:

- Novas funcionalidades incluídas no produto sem o conhecimento do suporte;
- Data prevista de entrega de *release* inferior a que a equipe de desenvolvimento poderia realmente produzir;
- Falta de *feedback* dos clientes referentes a novas funcionalidades.

A implantação da metodologia Scrum busca resolver grande parte destes problemas, principalmente valorizando as pessoas que são a parte mais importante do processo. Isto se deve ao fato do Scrum se focar na melhoria contínua, o qual se utiliza de ciclos de desenvolvimento buscando sempre melhorar o processo.

Por mais que o processo seja benéfico, existem diferentes maneiras de implantá-lo em empresas de desenvolvimento de software. Cada uma possui um contexto diferente e necessidades específicas. Assim, conhecer o processo de implantação, suas atividades, dificuldades, e principais benefícios é muito importante. Dessa forma, o presente artigo apresentará um estudo de caso sobre a implantação da metodologia Scrum em uma pequena empresa de desenvolvimento de software, bem como apresentará as etapas da implantação, seus benefícios e principais dificuldades.

A empresa, foco do estudo do presente trabalho, atua na área de Saúde e Segurança do trabalho, há mais de seis anos no mercado. Possui nove colaboradores, destes quatro na área de desenvolvimento de software. Seu principal problema é a necessidade de adaptação às frequentes mudanças de escopo, juntamente com novas funcionalidades sugeridas diariamente pelos clientes, pois a área de software abrange atende a uma legislação que é frequentemente atualizada. As sugestões podem demorar cerca de seis meses para serem lançadas devido à falta de organização e rastreabilidade de mudanças no sistema.

Outro fator negativo é a falta de comunicação entre os setores de suporte e desenvolvimento, pois muitas vezes são desenvolvidas novas funcionalidades e as mesmas não são divulgadas a todos da equipe.

3. Scrum

O Scrum é uma metodologia de desenvolvimento ágil desenvolvida por Jeff Sutherland e equipe em 1990 [Pressman 2006]. Como muitas das metodologias consideradas ágeis, o Scrum foi fortemente influenciado pela cultura japonesa e suas boas práticas, em especial pelos princípios da manufatura enxuta utilizada pelas companhias Honda e Toyota. Em 1986, Takeuchi e Nonaka escreveram um famoso artigo intitulado “*The new product game*” e descreveram que projetos que usam equipes pequenas e multidisciplinares produzem melhores resultados [Sbrocco e Macedo 2012].

Segundo Schwaber (2004), o Scrum combinado com o XP possui práticas de melhoria contínua que aumentam consideravelmente a produtividade da equipe. Um aprendizado que os membros da equipe adquirem com o Scrum é o comprometimento, pois a partir do momento que a equipe decide o que será feito ela fará de tudo para concluir o processo. Promove também a união da equipe, pois fará com que os membros se ajudem para alcançar o objetivo comum.

De acordo com Pressman (2006), os princípios dos Scrum são utilizados com a finalidade de guiar as atividades de desenvolvimento. Cada atividade para desenvolver um requisito ocorre dentro de um padrão chamado de *Sprint*. A complexidade do requisito irá interferir na quantidade de *Sprints* necessários para desenvolver a solução. A equipe tem o princípio básico de que o cliente pode mudar de ideia no decorrer do ciclo de vida do projeto, desta forma e equipe deverá ser flexível para incorporar estas mudanças.

3.1 Papéis

O Scrum se divide em três papéis principais, sendo eles o *Product Owner*, o *Scrum Master* e o *Team*. Juntos, estes três papéis formam o *The Scrum Team* [Sutherland 2012]. Ainda, segundo Sbrocco e Macedo (2012), é considerado prudente por alguns incluir também a figura do cliente nos papéis do Scrum, pois ele possui um papel importante no processo de desenvolvimento. A equipe Scrum é composta por:

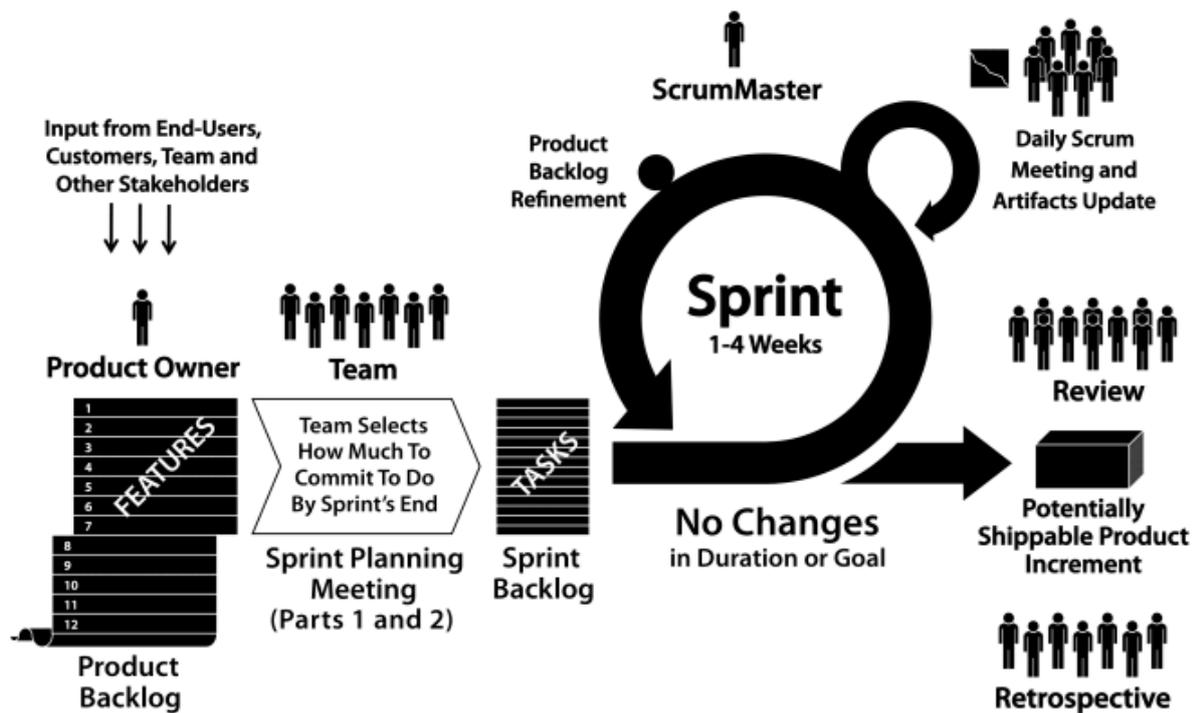
- *Product Owner*. É a única pessoa da equipe responsável pelo gerenciamento do *Product Backlog* e por garantir o valor do trabalho realizado pelo *Team* [Sutherland 2012].
- *Scrum Master*. É a pessoa responsável por aplicar e ensinar o Scrum ao *Team* e assegurar que os membros respeitem e sigam os valores e as práticas do Scrum [Sutherland 2012].
- *Team*. É o grupo responsável por construir o produto [Sutherland 2012].
- Cliente. Parte interessada do projeto [Sbrocco e Macedo 2012].

3.2 Ciclo de desenvolvimento

Sutherland (2012) define o Scrum como um *framework* iterativo e incremental tendo sua estrutura de desenvolvimento baseada em ciclos de trabalho, denominado *Sprint*, e em reuniões que ocorrem ao decorrer do projeto. O ciclo de desenvolvimento tem como início a criação do *Product Backlog* pelo *Product Owner*, o qual transcreve as necessidades do cliente e as prioriza para o processo do Scrum. Também são levantados os custos do projeto, assim como os seus riscos, e é definido quem será o *Scrum Master*. Após as definições iniciais o próximo passo é a elaboração do *Sprint Backlog*. Este processo é realizado no *Sprint Planning Meeting*, que é dividido em duas partes, na quais são definidos os itens que irão compor o *Sprint Backlog*, dando origem ao *Sprint*.

Cada iteração não tem mais de um mês e após o término outra se inicia sem pausa e são denominadas de *Sprint*. No início de cada *Sprint* a equipe e o cliente se reúnem, escolhem os itens com prioridade a serem desenvolvidos e definem um prazo para entrega. Estes itens não poderão ser alterados durante o *Sprint*. Diariamente é analisado o progresso do trabalho e é realizada uma pequena reunião para verificar o andamento do projeto denominado *Daily Scrum*. No final do *Sprint* a equipe se reúne com o cliente e demonstra o que foi desenvolvido, sendo realizado o *Sprint Review* e por fim o *Sprint Retrospective*. Com o *Sprint* finalizado o ciclo é iniciado novamente [Sutherland 2012]. O fluxo descrito pode ser verificado na Figura 1.

Figura 1 . Fluxo do processo Scrum



Fonte: SUTHERLAND (2012, p.26)

Ainda segundo Sutherland (2012), o principal foco do Scrum é ter o produto pronto no final do *Sprint*, no caso de *software* significa ter o código integrado, totalmente testado e passível de entrega. O Scrum tem como tema principal a inspeção e adaptação. Dado que desenvolvimento de software inevitavelmente envolve o processo de aprendizado, a inovação e as surpresas. O Scrum frisa a curta etapa de desenvolvimento, inspecionando tanto o produto resultante como as práticas utilizadas para chegar ao objetivo, para então adaptar os objetivos do produto e os processos praticados. O processo é repetido até o cliente estar satisfeito com a entrega.

4. Processo de desenvolvimento antes da implantação

Antes do processo de implantação, a empresa não possuía um processo de desenvolvimento definido, centralizando todas as atividades no analista. Em suma, o analista recebe as solicitações dos clientes, verifica a viabilidade, levanta os requisitos, aloca os recursos para desenvolvimento, acompanha o desenvolvimento e por fim, testa a implementação. Estando correta, o analista entra em contato com o cliente informando que sua implementação foi desenvolvida.

Os processos da gestão de escopo, gestão de tempo e gestão de qualidade serão descritos nas próximas subseções deste capítulo.

4.1. Gestão de Escopo

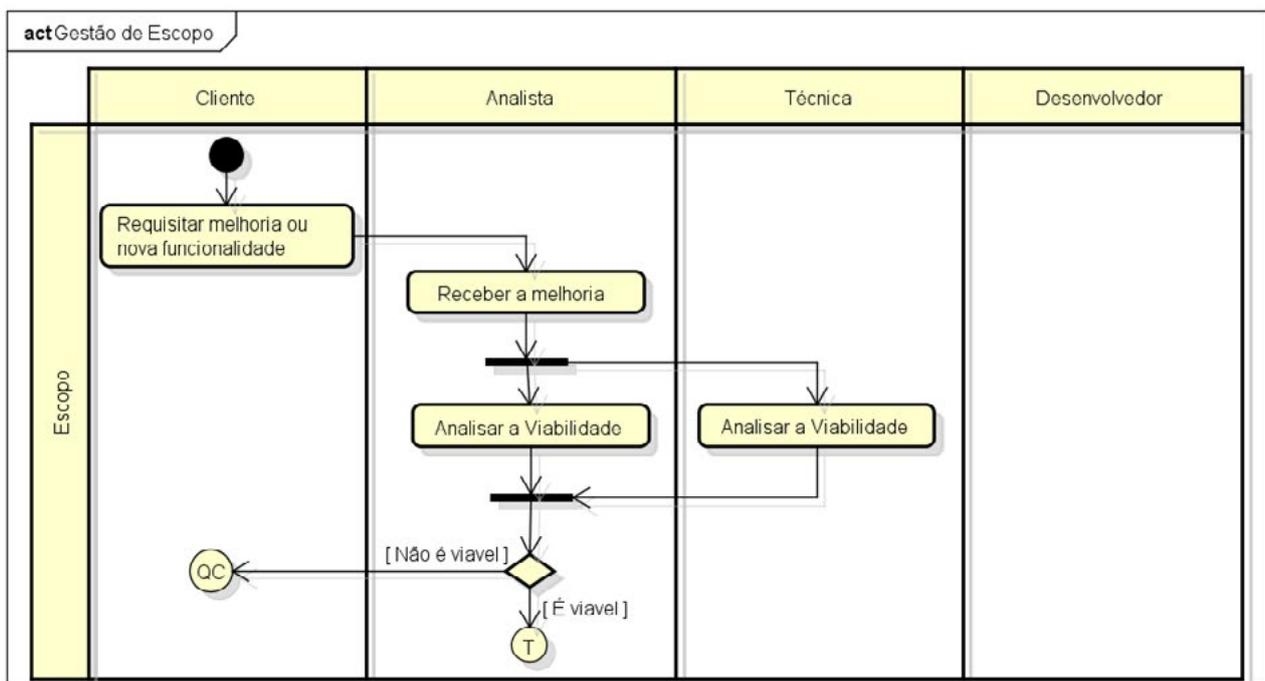
A gestão de escopo tem participação do Cliente, Analista e da Equipe técnica. Inicialmente o analista recebe as requisições de melhorias ou novas funcionalidades, que são encaminhadas pelos clientes, ou membro da equipe, através de e-mail, telefone ou contato com o suporte técnico. O analista recebe a melhoria e elicita os requisitos de cada uma.

Cada funcionalidade tem sua viabilidade analisada pelo analista e equipe técnica, que decidem quais tarefas serão desenvolvidas. Sendo aprovadas, as tarefas são adicionadas a lista de desenvolvimento. Caso negadas, o analista entra em contato com o cliente e o mesmo é avisado do motivo.

Antes da implantação do Scrum, as tarefas não eram descompostas, eram trabalhadas em sua totalidade. O gerenciamento e documentação eram realizados com a ferramenta dotProject³.

O processo de gestão de escopo pode ser verificado na imagem Figura .

Figura 2. Diagrama de atividade da Gestão de Escopo



powered by Astah

Fonte: O Autor.

4.2. Gestão de Tempo

Na gestão de tempo o analista elicita os requisitos das tarefas e atualiza os registros no dotProject. Caso necessite de maiores informações, o analista entra em contato com o cliente para levantar as informações necessárias. Neste processo também são definidas as atividades a serem implementadas.

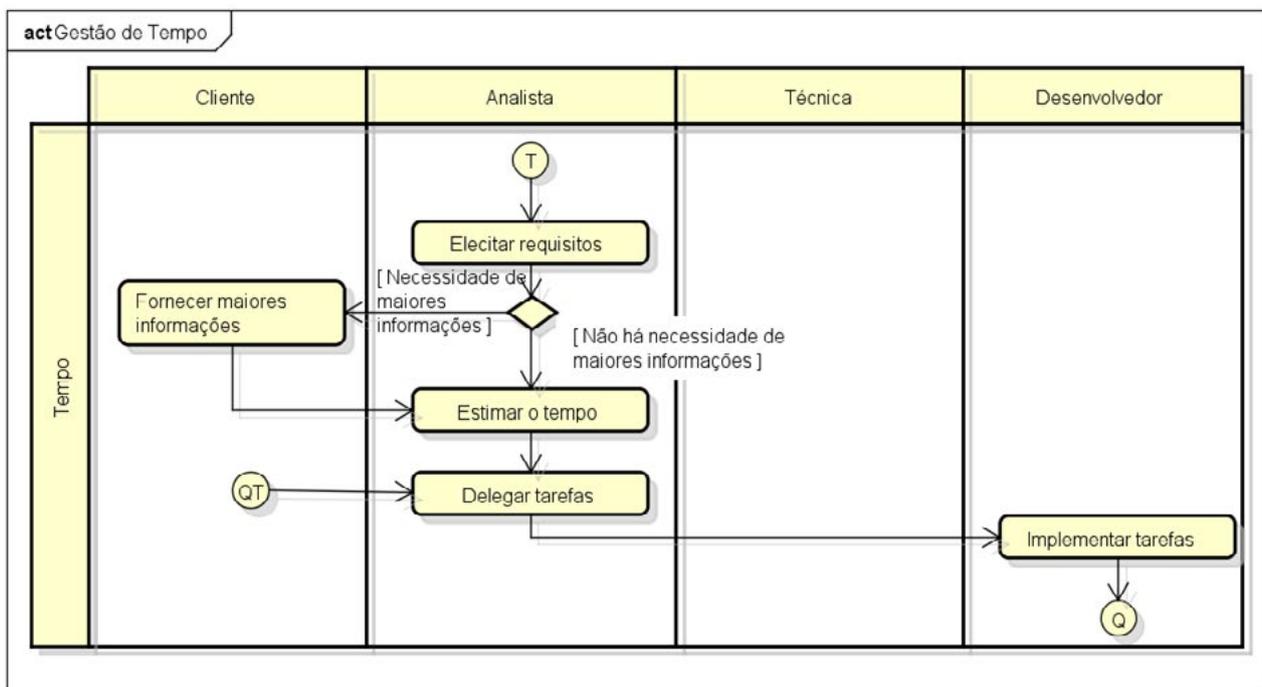
³ Sistema de gerência de projetos. Site oficial <http://www.dotproject.net/>.

O analista define uma séria de atividades que deverão ser entregues ao final de seis meses, quando o ciclo é renovado. O sequenciamento das atividades é realizado juntamente com a criação do novo ciclo.

Cada desenvolvedor recebe uma tarefa do analista. Assim que finalizada, ele deverá entrar em contato com o analista e requisitar uma nova tarefa. Toda vez que o analista delega a tarefa, ele explica como a mesma deve ser implementada e o desenvolvedor fica encarregado implementar as atividades. Desta forma, o analista tem total controle do desenvolvimento, pois para que uma nova implementação inicie, o mesmo deve ser contatado.

O processo de gestão de tempo pode ser verificado na imagem Figura 3.

Figura 3. Diagrama de atividade da Gestão de Tempo



powered by Astah

Fonte: O Autor.

4.3. Gestão de Qualidade

Na gestão de qualidade o analista realiza os testes de verificação do produto, o qual verifica se os requisitos foram implementados com sucesso. Estes testes são realizados pelo analista após o programador finalizar o desenvolvimento da tarefa. O analista testa as funcionalidades desenvolvidas pelo programador para identificar se foram implementadas com sucesso. Caso haja alguma inconsistência na implementação, o programador é avisado para realizar a correção.

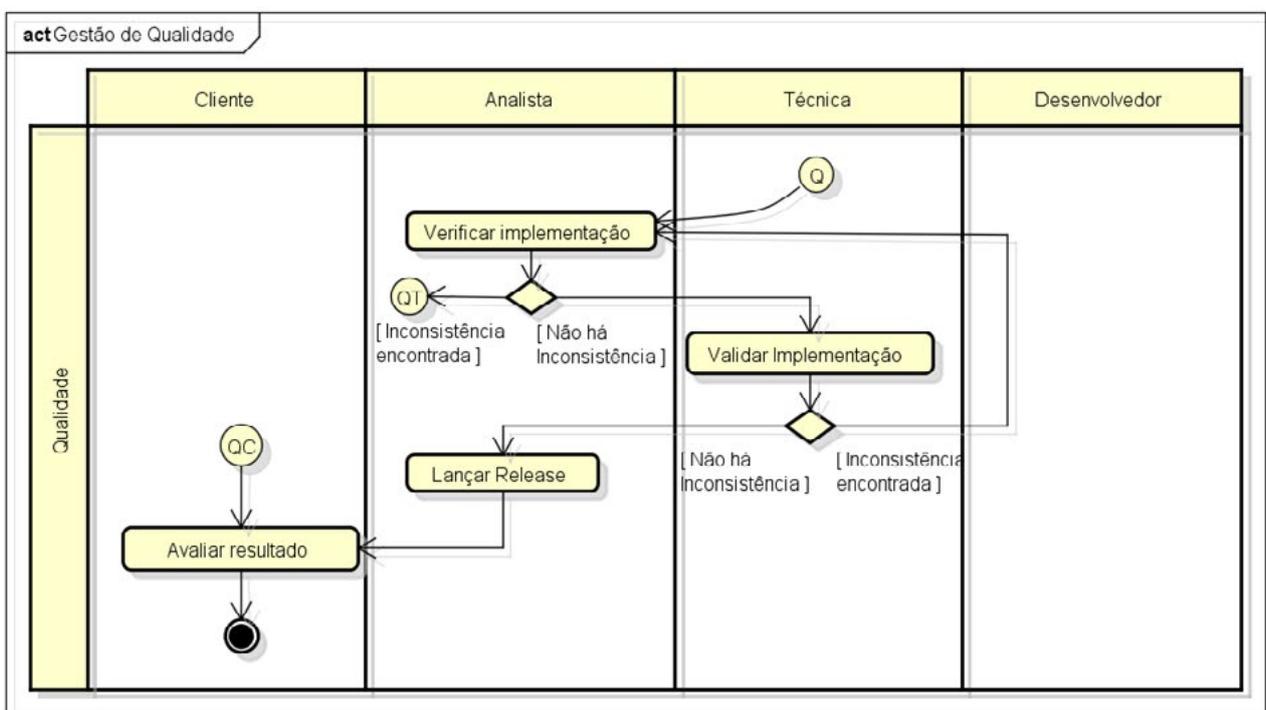
As inspeções no código fonte do programador apenas são realizadas nos primeiros meses de trabalho, com a finalidade de identificar se o mesmo vem seguindo os padrões de desenvolvimento do projeto. Após o analista identificar que o programador se adaptou ao padrão não são mais realizados estes testes.

Um mês antes do lançamento do *Release* são realizados os testes exploratórios pelas funcionalidades do software para verificar se as atividades desenvolvidas no escopo estão corretas e assim validá-las. Neste período também são corrigidos as falhas encontradas para preparar o software para o lançamento.

Todos os processos na gestão de qualidade são feitos de forma manual, sem nenhum software de auxílio para fazer os testes ou realizar o *Build* da versão. Por fim, a nova versão é lançada, os clientes são avisados e o ciclo é iniciado novamente.

O processo de gestão de qualidade pode ser verificado na imagem Figura 4.

Figura 4. Diagrama de atividade da Gestão de Qualidade



powered by Astah

Fonte: O Autor.

5. Processo de desenvolvimento após a implantação

O Processo após implantação foi concebido com intuito de agilizar o lançamento de *releases* com implementações importantes para os clientes. Este processo somente é possível com a delegação de tarefas. Desta forma, o analista, não passa a ter total controle sobre o projeto e sim a equipe. Além de prover uma qualidade para o software através da realização de testes.

Na tabela 1 são listados os papéis criados com a implantação do Scrum.

Tabela 1. Papéis e responsabilidades após a implantação do Scrum

Papel	Responsabilidades
<i>Project Owner</i>	Elicitar de requisitos, realizar reunião com clientes, priorizar e gerenciar o <i>Product Backlog</i> .
<i>Scrum Master</i>	Assegurar que a equipe respeite e siga os valores e as práticas do Scrum. Evitar que problemas externos afetem a produtividade. Evitar que a equipe se comprometa com mais do que possa realizar no Sprint.
<i>Team</i>	Conhecer a linguagem JAVA, base de dados Oracle, SQLServer e Firebird. Conhecer os Frameworks Hibernate, Spring e Richfaces.
Suporte Técnico	Conhecer informática, instalação de sistemas, configuração de rede, compartilhamento de arquivos e comunicativo
Qualidade	Conhecer técnicas para teste de software. Conhecer o sistema.

Os processos da gestão de configuração, gestão de escopo, gestão de tempo e gestão de qualidade serão descritos nas próximas subseções deste capítulo.

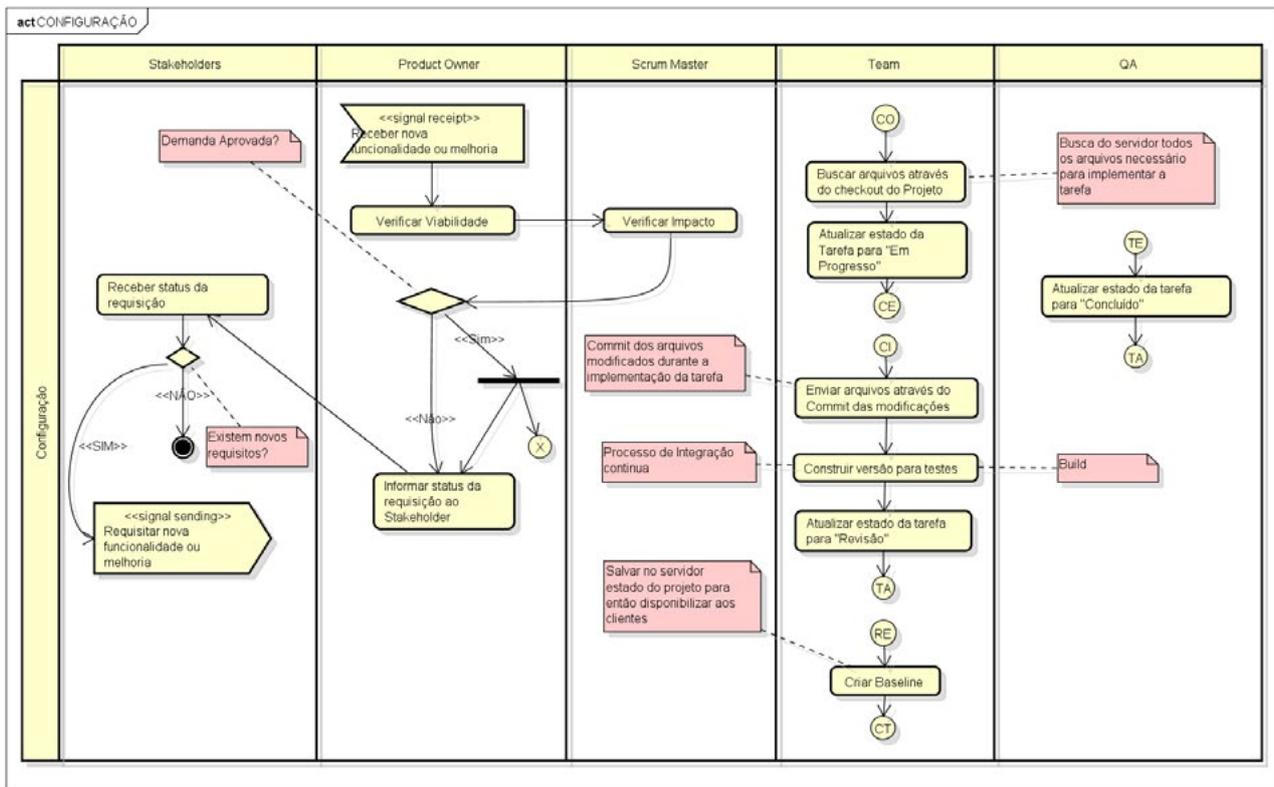
5.1. Gestão de Configuração

Embora o Scrum não necessite da gestão de configuração para funcionar corretamente, é imprescindível que atualmente as equipes ágeis façam uso de tais ferramentas devido a sua necessidade de agilizar os processos.

Atualmente, grande parte das equipes que fazem uso de metodologias ágeis utilizam alguma ferramenta para gestão de mudanças. Podemos citar o controle de mudanças, o controle de versão e a integração contínua como sendo as principais ferramentas de gestão de mudanças utilizadas pela empresa do estudo.

O processo tem início com o *Product Owner* recebendo a requisição de nova funcionalidade ou correção de um cliente. Esta requisição tem sua viabilidade analisada, após o *Scrum Master* identifica o impacto que a mesma terá no Projeto. Caso não seja aprovada, o cliente é comunicado e poderá solicitar novas funcionalidades. Sendo aprovada ela será encaminhada para a gestão de escopo. Neste processo inicial é realizado uma espécie de triagem. O processo pode ser verificado na Figura 5.

Figura 5. Diagrama de atividade da Gestão de Configuração



Fonte: O Autor.

Para o controle de mudanças, a ferramenta escolhida foi o JIRA⁴. O JIRA possui um addon para gerenciamento de Projetos Ágeis chamado JIRA Agile⁵. O JIRA Agile é utilizado pelo *Product Owner* para gerenciar o *Product Backlog* e para a equipe gerenciar e criar o *Sprint Backlog*, centralizando todas as demandas em um único lugar. Ele possui integração com a IDE Eclipse, ou seja, os membros do *Team*, podem realizar o controle dos status das tarefas e o tempo de desenvolvimento através da IDE e ao término atualizar no JIRA, mantendo toda a equipe atualizada. Os status utilizados pela equipe no *Sprint Backlog* para acompanhamento das tarefas são “A fazer” (To Do), “Em execução” (DOING), “Validação” (TEST) e “Feito” (DONE). Permitindo que todos visualizem o andamento do projeto através do quadro.

O controle de versão é realizado pelo SVN. O membro do *Team* antes de começar o desenvolvimento de uma tarefa realiza o *Checkout* do projeto e inicia os trabalhos. Ao final da implementação da tarefa, ele deve realizar o processo de *Commit* e identificá-lo com o código da tarefa JIRA implementada. A criação do *baseline* é realizada quando a versão está pronta para ser entregue ao cliente.

⁴ É um programa de gestão de projetos e acompanhamento de projetos, demandas e erros. Site oficial <https://www.atlassian.com/>.
⁵ É um addon para o JIRA, que possibilita o gerenciamento de projetos ágeis. Site oficial <https://www.atlassian.com/software/jira-agile/overview>.

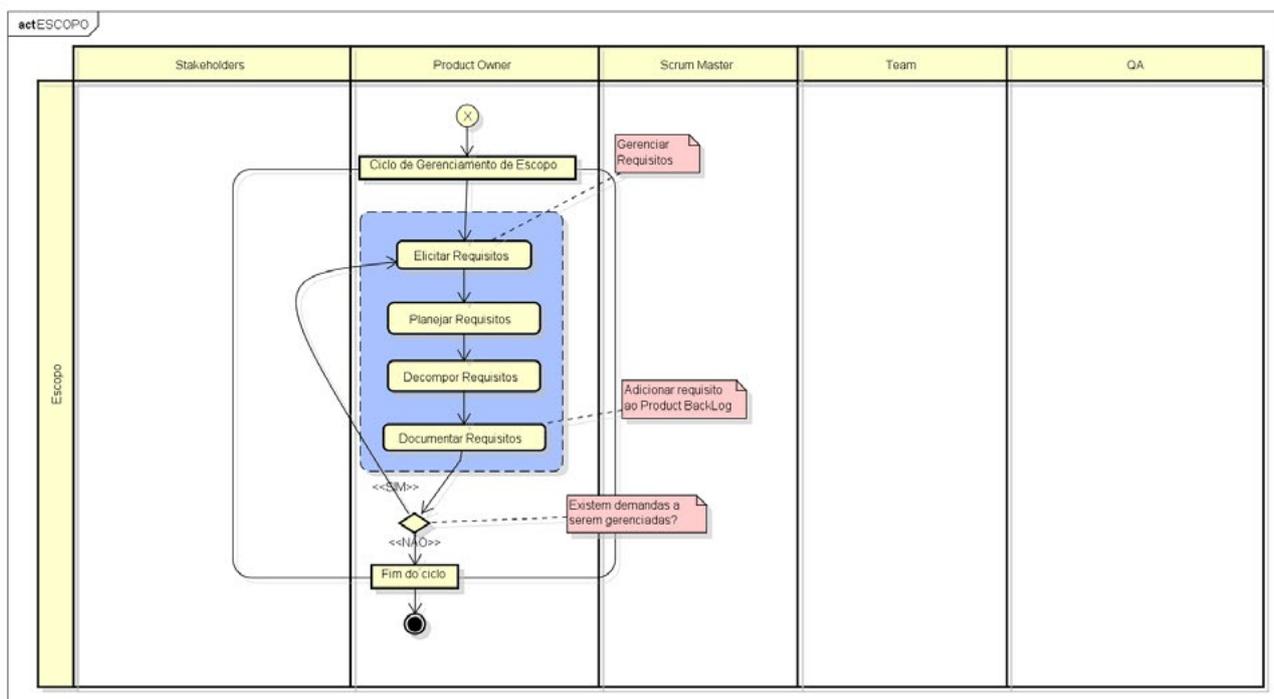
A integração contínua é realizada pelo software Bamboo⁶. A cada *Commit* realizado pelos membros do *Team*, ele irá construir a versão do software. Cada integração é verificada por um build automatizado, que pode detectar erros de integração logo após o envio do código para o servidor. Se algum *Commit* não compilar ou quebrar qualquer um dos testes, a equipe toma conhecimento instantaneamente através de avisos configuráveis pela ferramenta.

5.2. Gestão de Escopo

O processo de gestão de escopo após a implantação do Scrum, passou a ser realizado apenas pelo *Product Owner*. As requisições aprovadas na gerência de configuração são recebidas pelo *Product Owner*, que inicialmente levanta todos os requisitos necessários juntamente com o cliente. Então estas demandas são priorizadas de acordo com o *Return of Investment (ROI)* e são decompostas.

A decomposição ocorre da seguinte maneira: se a demanda se estender por mais de um *Sprint*, o PO deverá criá-la como um EPIC⁷ e decompor em *User Stories*⁸ como apresentado na Figura 6. Nesse processo inicial de decomposição desenvolvido pelo PO, as demandas são apresentadas em alto nível. O EPIC irá apresentar uma síntese do grupo e as *User Stories*, que compõem este EPIC, irão apresentar as demandas na linguagem do usuário. Por fim, as demandas são registradas no sistema de manutenção onde ficam registradas para os próximos *Sprints*.

Figura 6. Diagrama de atividade da Gestão de Escopo



Fonte: O Autor.

⁶ Integração Contínua e Gestão de Releases. Site oficial <https://www.atlassian.com/software/bamboo>.

⁷ Uma user story muito grande, normalmente envolvendo mais de um Sprint.

⁸ Uma descrição da funcionalidade desejada, pelo ponto de vista do Stakeholder.

5.3. Gestão de Tempo

Na gestão de tempo são definidos os *Sprints*. O *Product Owner*, com o *Product Backlog* definido anteriormente, mostra ao *Scrum Master* e *Team* a sua visão do produto e apresenta as demandas de maior importância na primeira parte da reunião de *Sprint Planning*, registrando a importância destas demandas no JIRA.

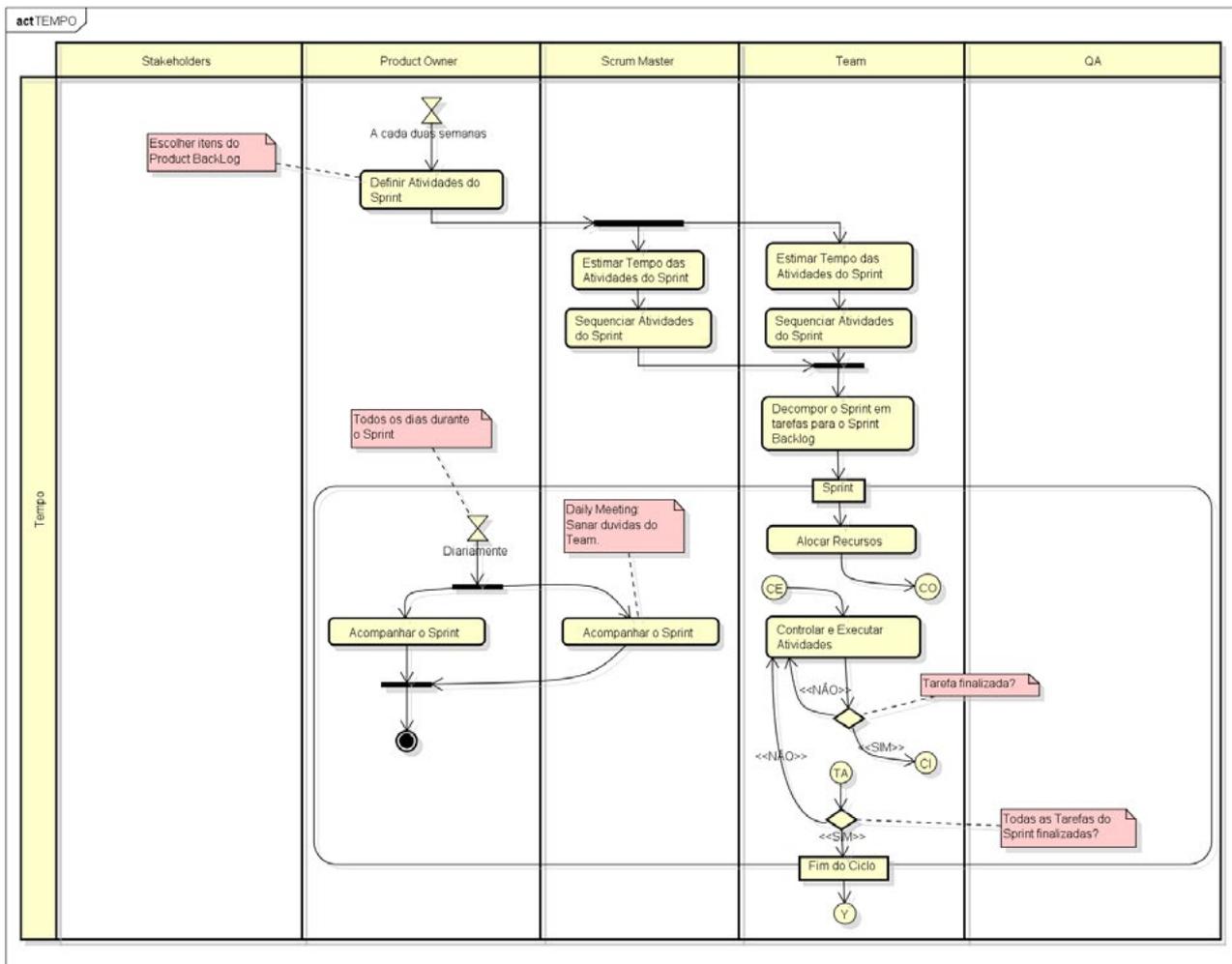
A segunda parte da reunião pode ser realizada sem a presença do PO, porém o mesmo deve continuar disponível. O *Team* e *Scrum Master* discutem o que será implementado no *Sprint*. Cada demanda é analisada, os tempos para cada demanda são estimados e desta forma são identificadas as demandas que poderão ser entregues em um *Sprint* de duas semanas. Com base nesta reunião, as demandas são decompostas pelo *Team* e tanto as tarefas como o *Sprint* são criados no JIRA.

Com as demandas selecionadas o *Sprint* está completo. O ciclo do *Sprint* consiste em reuniões diárias conhecidas como *Daily Meeting* e pela atualização do *Sprint Board*. Todo o dia pela manhã é realizada uma rápida reunião de acompanhamento entre *Team* e *Scrum Master* com intuito de alinhar o progresso. Todos os membros do *Team* devem saber o que realizaram no dia anterior e o que deverão implementar no restante do dia, e ao mesmo tempo informar aos demais membros.

Cada tarefa concluída deve ter seu status atualizado no *Sprint Board*. Quando um membro do *Team* iniciar a implementação de uma tarefa, esta deve ter seu status atualizado no *Sprint Board* de “Em aberto” para “Em andamento”. Caso a tarefa tenha sido implementada e testada, ela deve ter seu status atualizada para “Revisão”. Tarefas em revisão são de responsabilidade dos membros da QA, que deverão realizar uma bateria de testes para assegurar que a mesma foi implementada de forma correta. Após os testes da QA esta tarefa deve ser atualizada para “Concluída”.

O processo de gestão de tempo pode ser verificado na Figura 7.

Figura 7. Diagrama de atividade da Gestão de Tempo



Fonte: O Autor.

5.4. Gestão de Qualidade

Na gestão de qualidade, a implementação inicialmente é testada pelo próprio desenvolvedor, que após esgotar as possibilidades de teste, alterará o status da demanda para “Validação” e realizará o *commit* das alterações. Desta forma, a QA é avisada. Todos os testes necessários são realizados, caso alguma inconsistência seja identificada o membro da QA abre uma nova tarefa identificando os problemas detectados no teste e fica no aguardo de uma nova tarefa para ser validada. Caso não seja encontrado problema, o status é alterado para “Feito”.

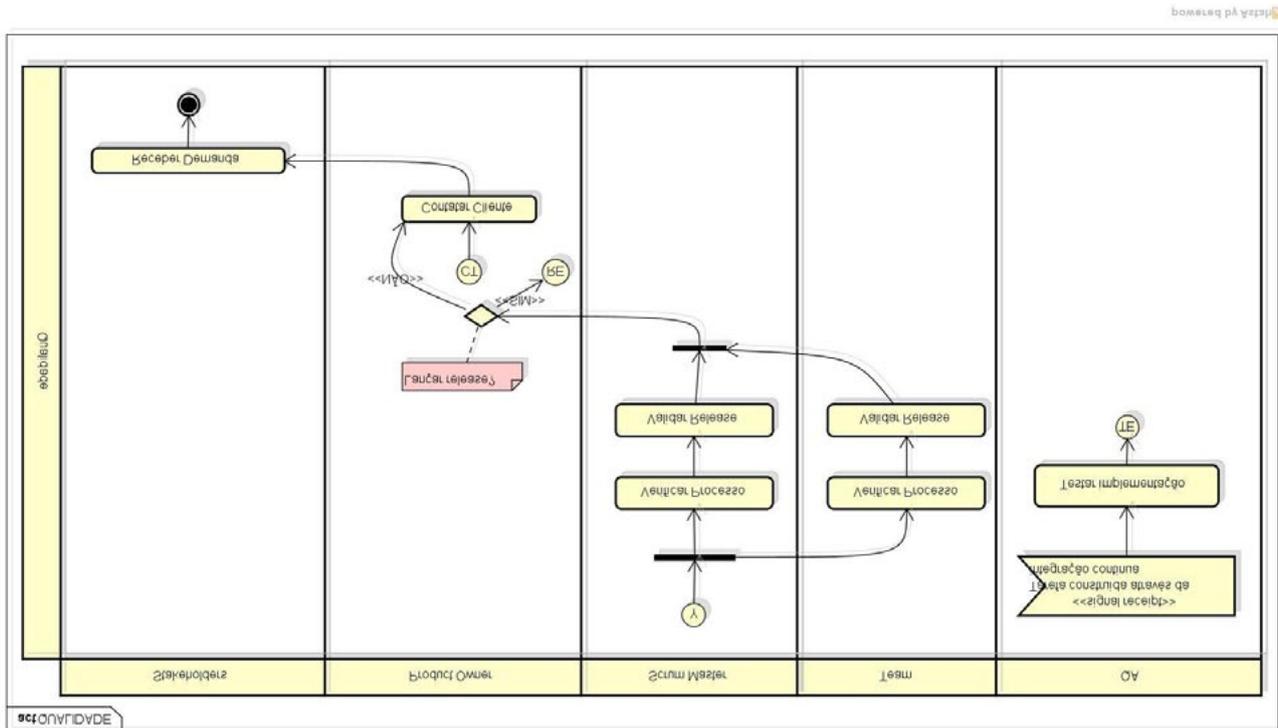
Finalizado o *Sprint* é realizado o *Sprint Retrospective*, com todos os membros a fim de melhor o processo. Esta é uma reunião informal, onde todos os membros podem sugerir melhorias ao processo utilizado.

Se o *Product Owner* decidir realizar o lançamento de uma versão. É realizada um teste completo em todas as funcionalidades que farão parte do *release* para assegurar que não haverá nenhum problema e então é criada a *base line* do software. Por fim, a *release* é disponibilizada aos clientes e os mesmos são comunicados.

Todos os testes realizados são de forma manual. No atual padrão utilizado pela empresa não é feito uso de testes unitários ou automatizados. É realizado um acompanhamento por parte da QA, onde são mensuradas as quantidades de erros encontradas em cada *Sprint*. Estes dados são encaminhados para o *Scrum Master*, que fica responsável por identificar a causa e juntamente com o *Team* resolver a situação.

O processo de gestão de qualidade pode ser verificado na Figura 8.

Figura 8. Diagrama de atividade da Gestão de Qualidade



Fonte: O Autor.

6. Implantação

O procedimento de implantação se deu inicialmente com a apresentação da metodologia para o diretor da empresa. Foram apresentadas todas as melhorias que o processo poderia trazer e os problemas que o mesmo poderia ocasionar.

Foi definido inicialmente que a implantação da metodologia iria ocorrer por partes para evitar um choque, pois seriam muitas mudanças em comparação com o método antigo.

O primeiro passo foi a implantação do controle de versões SVN. O mesmo foi apresentado a equipe e gradativamente todos os projetos foram migrados para o controle de versões. O próximo passo foi a implantação de um sistema de gerenciamento de projetos em substituição ao antigo dotProject. Foram realizados testes com o RedMine, BugZilla e JIRA. Sendo o JIRA escolhido devido ao seu *plugin* para gerenciamento de projetos Agile.

Com a implantação do sistema de Gerenciamento de Projetos e equipe passou a utilizá-lo, então foi realizada a integração entre o JIRA e a IDE Eclipse para controle do tempo de desenvolvimento para cada tarefa.

Em seguida foi realizada a implantação do Bamboo, o qual contribuiu para a realização dos testes, através da geração de *builds* automáticos a cada *commit* que um membro da equipe realizava.

Com o cenário constituído e favorável a implantação da metodologia, foi realizada uma apresentação, sobre o processo Scrum, aos membros da equipe que se comprometeram com o novo método de trabalho.

Por se tratar de uma equipe nova e sem nenhum contato anterior com a metodologia Scrum o processo de adaptação torna-se mais lento. Pois a equipe de desenvolvimento está acostumada a implementar o que o analista havia planejado. O que não acontece no Scrum, já que a metodologia traz a autonomia para a equipe de desenvolvimento.

Nos primeiros *Sprints* a equipe sentiu dificuldades em tomar decisões, principalmente da forma como as demandas deveriam ser implementadas, por este motivo, nos primeiros dois *Sprints* o *Scrum Master* indicou como as demandas deveriam ser realizadas e a partir do terceiro apenas acompanhou o processo, sanando dúvidas que eventualmente pudessem aparecer.

Outro ponto de adaptação foram os testes realizados no software. Por não possuir uma equipe específica, os testes inicialmente foram realizados por um membro do suporte. Porém, devido a falta de tempo disponível para testar o software, o *Scrum Master* também realiza o teste das tarefas juntamente com o membro do suporte. Sendo assim, para não comprometer os *Sprints* pela falta de testes, será criado um setor exclusivo e contratada uma pessoa dedicada apenas para esta função.

As *Daily Meetings* têm sido realizadas com frequência durante quinze minutos antes do início dos trabalhos. A reunião de planejamento de *Sprint* é realizada de forma informal, o *Product Owner* apresenta as demandas com maior ROI e os membros do *Team* identificam quais poderão ser implementadas e realizam a decomposição. A reunião tem demorado menos de duas horas e o processo foi adaptado para necessitar de apenas uma reunião, e não duas como normalmente leva no Scrum.

7. Consideração final

O processo de implantação de uma nova metodologia de desenvolvimento apresentou diversos obstáculos a serem ultrapassados. O cenário utilizado para estudo é uma empresa de desenvolvimento de software, há mais de dez anos nesse ramo de atividade, que já possuía uma metodologia definida e pessoas que estavam acostumadas a utilizá-la.

O impacto foi minimizado devido a implantação de todas as melhorias em partes. Desta forma a equipe conseguiu absorver todas as melhorias implantadas uma a uma. Ou seja, o processo não foi um choque e todos puderam identificar o que cada melhoria que estava sendo implantada trazia benefícios para todos.

As melhorias que foram visualizadas com a implantação foram a de uma equipe de desenvolvimento autônoma, que consegue resolver problemas ou desenvolver novas funcionalidades sem que necessite de uma pessoa explicando detalhadamente como fazê-las. As

principais tarefas foram delegadas a mais membros, não mais centralizadas apenas no Analista. E a *feedback* constante da equipe de testes, que devido a integração contínua pode realizar testes assim que a demanda estiver implementada.

Sendo o principal ponto positivo da implantação da metodologia a entrega de *releases* de forma rápida e eficaz. O que antigamente levava aproximadamente seis meses para ser entregue, hoje é possível entregar, aos poucos, versões a cada duas semanas.

Os benefícios já podem ser sentidos pelos clientes. A implantação do Scrum coincidiu com a implantação do software em uma grande empresa, para a qual foi necessário realizar uma série de alterações no produto.

Estas alterações não haviam sido previstas inicialmente, e as entregas das funcionalidades foram realizadas a cada duas semanas de acordo com a prioridade do cliente. Foi observada também uma maior comunicação entre os membros da equipe de desenvolvimento. Antes da implantação raramente conversavam a respeito das tarefas e após o processo sempre mantém comunicação.

Outro ponto verificado foi o fato da implementação do programador ser testada logo após seu desenvolvimento. A taxa de erros caiu consideravelmente em comparação ao método antigo, já que antes os testes da implementação poderiam se dar meses após o desenvolvimento. E desta forma, o programador e o encarregado dos testes, acabava não lembrando do que se travava a implementação.

Referências

- Agile Manifesto. Manifesto for Agile Software Development. Disponível em: <<http://www.agilemanifesto.org>>. Acesso em Fevereiro de 2013.
- Cohn, Mike. Desenvolvimento de software com scrum: Aplicando métodos ágeis com sucesso. 1ªed. Porto Alegre: Bookan, 2011.
- Dall'oglio, Pablo. Uma Ferramenta para Gerenciamento de Requisitos em Projetos Baseados em Extreme Programming. 2006.
- Highsmith, J.; Cockburn, A. Agile Software Development: The Business of Innovation. IEEE Computer. 2001.
- Kniberg, Henrik. Scrum e XP direto das Trincheiras – Como Fazemos Scrum. Publisher C4Media editor of InfoQ.com, 2007.
- Pressman, Roger S. Engenharia de Software. 6ª Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- Sbrocco, José Henrique Teixeira de Carvalho; Macedo, Paulo Cesar. Metodologias ágeis: engenharia de software sob medida. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2012.
- Schwaber, Ken. Agile Project Management with Scrum. Redmond, Washington: Microsoft Press, 2004.
- Sommerville, Ian. Software engineering. 9ª ed. São Paulo: Pearson Education - BR, 2011.
- Sutherland, Jeff. The Scrum Papers: Nut, Bolts, and Origins of an Agile Framework. Version 1.1, Scrum, Inc., Cambridge, 2012. Disponível em: <<http://jeffsutherland.com/scrumpapers.pdf>>. Acesso em abril 2013.
- Valle, André Bittencourt do; Soares, Carlos Alberto Pereira; Finocchio Jr., José; Silva, Lincoln de Souza Firmino da. Fundamentos do Gerenciamento de Projetos. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

MODELAGEM DE FERRAMENTA PARA AUTOMATIZAR A CUSTOMIZAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS

William Scatola¹, Pablo Dall'Oglio²

Abstract

The current management information systems are developed targeting mainly the automation and integration of business processes of the company. But even in situations where the information system meets the business processes of an organization, some level of customization is needed. Within this context, the aim of this paper is to present the proposal for development of a system that allows to automate the customization of management information systems by defining rules and creating triggers actions in order to add a new behavior to the existing application without, however, modifying the behavior of that original.

Resumo

Os atuais sistemas de informações gerenciais são desenvolvidos visando principalmente a automatização e integração dos processos de negócios da empresa. Porém, mesmo nas situações em que o sistema de informação atende aos processos de negócios de uma organização, algum nível de customização se faz necessário. Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho é apresentar a proposta de desenvolvimento de um sistema que possibilite automatizar a customização de sistemas de informações gerenciais por meio da definição de regras e a criação de gatilhos de ações, de maneira a adicionar um novo comportamento à aplicação existente, sem, no entanto, modificar o comportamento original desta.

1. Introdução

A informação possui atualmente um valor altamente significativo nas empresas, visto que integra, quando devidamente estruturada, suas diversas unidades organizacionais. Esta integração permite que a informação esteja presente em todas as atividades, seja envolvendo pessoas, sistemas, recursos financeiros, processos ou tecnologias [REZENDE, ABREU, 2003]

Para Freitas, Becker e Kladis (1997) a importância da informação nas organizações aumenta de mesmo modo que a complexidade da sociedade. Além disso, a informação é um recurso fundamental em todos os níveis organizacionais (operacional, tático e estratégico), e a maneira com a qual é trabalhada precisa ser observada para que seja transmitida sem ruídos ao usuário em determinado processo decisório ou operacional.

Neste contexto organizacional, o processo de gestão da informação contempla processos que não se baseiam somente na administração da infraestrutura de Tecnologia da Informação (TI) e de sistemas de informação, mas que também incluam a administração do comportamento informacional da organização, da cultura organizacional e da equipe organizacional [BEAL, 2004].

¹ Aluno do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC). Univates, Lajeado-RS. william.scatola@gmail.com

² Docente do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC). Univates, Lajeado-RS. pablodalloglio@univates.br

Atualmente os altos gastos em tecnologia da informação (mais de um trilhão de dólares anuais) não condizem com o desempenho financeiro das empresas. A alegação dos gestores é de que a informação que dispõem hoje é pouco melhor da que possuíam anteriormente. Segundo economistas, a provável causa deste problema é a negligência dos programas de TI quanto ao aspecto humano no processo de equacionamento da informação. Estes altos gastos em TI indicam sinais de obsessão pela tecnologia, tanto que nos Estados Unidos, por exemplo, metade dos investimentos empresariais são em TI. Os departamentos de sistemas de informação nas corporações dedicam-se quase que exclusivamente à aquisição e manutenção dos computadores, softwares, computadores e redes de comunicação. A filosofia que predomina é a de “se desenvolvermos a TI, o resto virá” [DAVENPORT, DICKSON, BELLINI, 2004].

Neste sentido, para que haja um correto gerenciamento da informação na organização, sobretudo para a execução da estratégica desta, é importante um alinhamento com a TI. Segundo Beuren (2000), o alinhamento da TI com a estratégia global da empresa não acontece por acaso. É um processo que requer um envolvimento completo de grande parte dos níveis da empresa. É, ainda, um esforço contínuo que exige capacidades e conhecimentos, além de poder permitir a ocorrência de riscos (mas com uma gestão adequada dos mesmos).

Para apoiar os gestores no processo de transformação da informação, ou seja, transformar os dados em algo útil para a organização e, assim, prover o alinhamento da TI com os processos de negócio e operações, tomadas de decisão e estratégias competitivas, pode ser implantado um sistema que gere ou manipule dados. Estes sistemas são genericamente chamados de sistemas de informação, e podem contribuir de forma significativa para a solução de diversos problemas empresariais. Segundo Rezende e Abreu (2003), os esforços das empresas tendem a concentrar-se nos níveis superiores dos sistemas de informação empresariais: os Sistemas de Informação Gerenciais (SIG).

Visando à integração dos dados entre as diversas áreas da organização, o SIG é composto por variados subsistemas, também chamados de módulos (financeiro, contabilidade, gestão de pessoal, estoque e custos). Um dos desafios dos administradores é aumentar a eficiência global do SIG através do aperfeiçoamento da integração entre estes subsistemas, sem perder a visão do todo, que é a empresa [REZENDE, ABREU, 2003].

Todavia, mesmo nos casos em que o sistema de informação gerencial atende aos processos de negócios da empresa, pode ser necessário a utilização de uma ferramenta de apoio para automatizar a customização destes processos. Esta constatação é verificada principalmente quando há uma análise dos processos de negócio da empresa, por meio de uma ferramenta de mapeamento de processos [PAIM, CARDOSO, CAULLIRAUX, 2009].

A demanda de customização de processos surge, principalmente, pelo fato dos sistemas de informações gerenciais serem softwares genéricos, ou seja, no momento de sua aquisição e posterior implantação, estes vêm com as mesmas funcionalidades para qualquer empresa que o adquirir (também chamadas de rotinas padrões do sistema). Na etapa de implantação do SIG, a

empresa define, então, a partir do seus processos de negócio, quais módulos utilizará para que o sistema seja parametrizado de acordo com as necessidades verificadas. Mesmo assim, nem sempre as mais variadas configurações das rotinas padrões do sistema acabam contemplando todos os processos de negócio da empresa. Posteriormente, a utilização constante das rotinas do sistema de informação gerencial irá agregar conhecimento ao participantes do processo e, invariavelmente, será verificado que algum ponto do processo precisa de melhoria. Dessa forma, pode ser detectado que em algum ponto do processo de negócio há alguma deficiência no produto (software), sendo então necessária a customização de software [RABISER et. al., 2009].

Rabiser et. al. (2009) afirma, ainda, que a customização é o ato de transformar, personalizar, determinado sistema aos parâmetros estabelecidos pela empresa. Seja alterando cálculos, formulas ou metodologia. É o ato de modificar o processo de negócio. Este tipo de software é desenvolvido sob medida para as necessidades da empresa, levando em consideração o ramo de negócios, metodologias de trabalho, rotina de cada departamento e preferências do usuário final. Através de uma customização, pode ser gerado um nível maior de identificação e adesão entre os futuros usuários, já que este software levará em consideração particularidades da rotina de trabalho desses profissionais. Pode, ainda, integrar-se à rotina ao oferecer soluções alinhadas às necessidades da empresa, elevando o nível de produtividade e atuando como um poderoso aliado da equipe no cumprimento da rotina.

De uma maneira geral, a customização pode ser considerada como um procedimento que proporciona aos processos de negócio uma maior aderência à organização, reduzindo custos de operação e, através de um alinhamento com a TI, prover suporte a estratégia, automatizando os processos de negócios e garantindo que os investimentos de TI são priorizados de forma adequada, de acordo com as necessidades do negócio.

2. Motivação

Os usuários finais dos atuais sistemas de informações gerenciais geralmente necessitam de um grande esforço para entender suas funcionalidades oferecidas por padrão, ou seja, as funcionalidades contidas no pacote de instalação. Tipicamente, os usuários precisam somente de uma pequena fração das rotinas disponibilizadas, mas são sobrecarregados de funcionalidades desnecessárias em seus processos diários.

Segundo Rabiser et. al. (2009), os Sistemas de Informações Gerenciais precisam possuir características comuns a todas as áreas de negócio, além das especificidades de cada área. O resultado final desta necessidade comum é uma miscelânea de funcionalidades presentes no software que ora não são usadas, ora são deficientes para uma necessidade peculiar da organização. Toda e qualquer organização possui o seu conjunto de processos de negócio que a torna única, e que por diversas vezes transformam-se em diferenciais competitivos. A

finalidade, portanto, de um Sistema de Informações Gerenciais, é atender a estes processos de negócio da organização.

Todavia, raramente um sistema como esse atende a totalidade destes processos, uma vez que são produtos genéricos, e precisam ser adaptados a realidade de cada organização através de um rigoroso processo de implantação.

Mesmo nas situações em que o sistema de informação atende aos processos de negócios de uma organização, algum grau de customização se faz necessário. Geralmente o procedimento de customização de sistema envolvem custos elevados e “engessam” o sistema, pois após customizada uma rotina, esta não é mais atualizada nas atualizações das funcionalidades padrão do sistema e, de alguma forma, precisarão passar por algum tipo de manutenção no futuro.

Percebe-se que apesar de existirem grandes empresas desenvolvedoras de sistemas, mesmo que há décadas em atuação no mercado, pode ser verificado a necessidade de alguma customização do sistema para contemplar alguma demanda particular do negócio da empresa, sem descaracterizar o software original.

Uma das principais fontes de renda para as empresas fornecedoras de software são justamente as customizações de software, que por vezes são realizadas sem um correto processo de implantação. Dessa forma, muitas customizações levam mais tempo que o necessário para sua implementação e em alguns casos são totalmente desnecessárias.

Neste sentido, existe uma demanda por soluções que permitam que as customizações de software sejam realizadas sem a descaracterização do produto original. Além disso, existe a necessidade de que as customizações possam ser adicionadas e removidas da aplicação original de forma transparente, sem influenciar o funcionamento básico do software.

Dessa maneira, o presente trabalho visa responder a questão: Como permitir a customização de um software, acrescentando-o novas características, sem a alteração do produto original, de maneira a aumentar a aderência do mesmo aos processos de negócio, contribuindo com as estratégias organizacionais?

3. Referencial Teórico

Esta seção tem por objetivo analisar as referências bibliográficas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho. Cada item da seção é importante, pois apresenta uma breve discussão teórica do problema, na perspectiva de fundamentá-lo. Será buscada a identificação do significado de cada conceito chave para a pesquisa, e de como estão relacionados entre si.

3.1. Sistemas de Informações Gerenciais

Os sistemas de informações gerenciais, também chamados de sistemas de apoio à gestão empresarial, surgiram a partir de uma necessidade comum entre as organizações: transformar

os dados de operações desta organização para agrupá-los e, desta forma, facilitar a tomada de decisões pelo corpo gestor ou gerencial das unidades departamentais, em conjunto com as demais unidades. A característica principal dos sistemas de informações gerenciais é a apresentação dos dados agrupados, seja em totais, percentuais ou acumuladores.

Segundo Rezende, Abreu (2003), enquadram-se nessa classificação, como exemplo, os grupos de informações de sistemas de:

- Planejamento e controle de produção (PCP): total da quantidade produzida;
- Faturamento: valor do faturamento de um dia, ou valor acumulado do mês;
- Contas a pagar ou receber: títulos a pagar do dia, número de inadimplentes;
- Estoque: percentuais de estoque distribuído por grupo de materiais;
- Contabilidade fiscal: acumulados de impostos a recolher por mês e ano;
- Folha de pagamento: valores acumulados de salários e de encargos sociais;

Esta característica de agrupamento é fundamental para que os administradores adquiram um melhor conhecimento das operações da organização, podendo, assim, obter reflexos positivos no processo de planejamento e controle do negócio (BEAL, 2004).

Para Oliveira (2004), quando os administradores consideram o SIG, precisam ter em mente que o mesmo aborda apenas uma parcela das informações globais da empresa. Precisam, ainda, lembrar-se que o SIG é um sistema para proporcionar ao referido administrador informações seguras para a tomada de decisões sólidas que resultem na concretização dos objetivos previamente estabelecidos. O SIG, portanto, precisa ser visualizado como uma ferramenta administrativa de significativo auxílio para os executivos das empresas.

Um dos papéis dos administradores é aumentar a eficiência global do SIG através do aperfeiçoamento da integração dos diversos subsistemas (também conhecido por módulos) sem perder a visão do todo, que é a empresa. As relações entre estes subsistemas estão contempladas no processo chamado de Tratamento Integrado de Informações [OLIVEIRA, 2004].

3.2. Gestão por Processos

A partir da evolução dos mercados de consumo e o implemento das tecnologias de produção, principalmente no período pós Segunda Guerra Mundial, verificou-se um crescimento acirrado das organizações, constituindo os gigantescos conglomerados industriais.

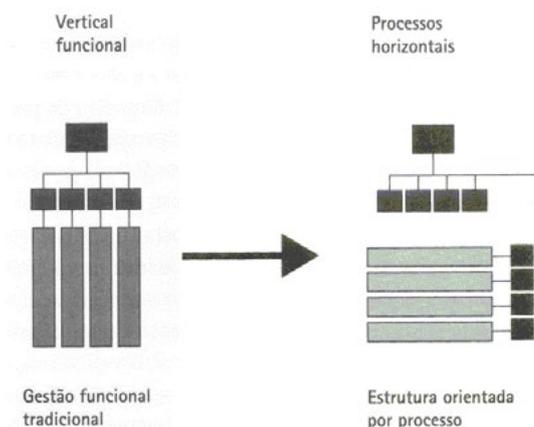
Estes conglomerados eram estruturados verticalmente, ou seja, consistiam de uma estrutura organizacional dividida em setores (também chamada de visão funcional). Esta verticalização provocou a proliferação das estruturas organizacionais, sendo que a especialização ocasionou a divisão do trabalho em funções (DE SORDI, 2009). A divisão em funções criou dutos verticais de gestão, culminando com o distanciamento das empresas dos seus objetivos de negócio.

Outra característica da visão vertical é o rompimento das vias de comunicação entre os setores, isolando, assim, áreas que atuam em processos semelhantes, criando as chamadas barreiras funcionais. Esta visão vertical também estimula a criação de barreiras hierárquicas, sobretudo pela proliferação dos níveis hierárquicos, em que supervisores só falam com supervisores e gerentes com gerentes e diretores. Estas constatações materializam o processo de obstrução da comunicação que se instaura em uma estrutura organizacional deste tipo. Por estas razões, a abordagem administrativa funcional é considerada um típico exemplo de abordagem científica reducionista.

Houve, então, a necessidade de um movimento de reengenharia de processos. A abordagem sistêmica para gestão das organizações passou a ser denominada no início da década de 1990, sendo também conhecida como abordagem administrativa de gestão por processos (ou, ainda, visão horizontal).

Com a adoção da visão horizontal, a estrutura da organização continua similar, com cada setor executando as suas funções. A diferença está na autonomia que os responsáveis por cada atividade possuem. Uma atividade passará de um nível setorial para processual, sendo que todos os envolvidos saberão que estão fazendo parte de um processo e não apenas de uma atividade, e entenderão mais amplamente os motivos da atividade estar sendo efetuada, assim como os caminhos pelos quais esse processo percorre (DE SORDI, 2009). Segue Figura 1, demonstrando a modificação na estrutura organizacional com o advento da estrutura orientada por processo.

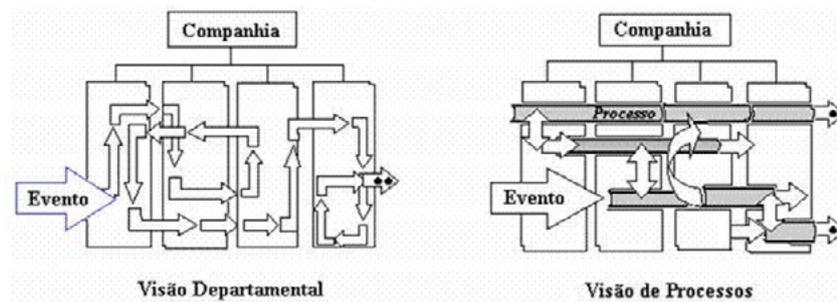
Figura 1. Exemplo de estrutura organizacional (Vertical e Horizontal)



Fonte: De Sordi, 2009

Para uma melhor compreensão das duas visões (Departamental e por Processos), segue a Figura 2, a qual ilustra um comparativo entre elas, no fluxo de um evento qualquer.

Figura 2. Visão Departamental e Visão de Processos



Fonte: De Sordi, 2009

Algumas vantagens que podem ser apresentadas a colaboradores para aderirem a esta nova visão, de acordo com (DE SORDI, 2009):

- Facilidade para treinamento de colaboradores novos;
- Facilidade de entendimento do processo;
- Facilidade para encontrar responsáveis por atividades;
- Facilidade para encontrar informações sobre as atividades e processos;
- Facilidade para localizar o ponto em que um processo encontra-se parado.

3.3 Mapeamento de Processos

O mapeamento de processos é uma ferramenta utilizada em organizações que desejam migrar da visão funcional para a visão por processos.

É na etapa de mapeamento de processos que os analistas vão adquirir visibilidade e conhecimento sobre determinadas tarefas, definindo, assim, missão e objetivos, responsabilidades, entradas e saídas, fornecedores e clientes [PAIM, CARDOSO, CAULLIRAUX, 2009].

A realização de uma análise crítica poderá responder a diversas perguntas, tais como:

- Este processo é realmente necessário? Agrega valor?
- Qual é o impacto do processo para a organização?
- Como está seu desempenho? Como medir a performance?
- Pode ser melhorado? Atende aos objetivos definidos?

Com o mapeamento de processos tem-se, como resultado, uma visão atual, consegue-se efetuar melhorias, sempre com o intuito de simplificar as tarefas.

Foi verificado, a partir das leituras realizadas nas diversas bibliografias, que esta ferramenta é de suma importância para a presente proposta, visto que a partir do mapeamento dos processos de negócio de uma empresa é possível detectar *gaps* no processo, como

problemas de comunicação, falhas de segurança, trabalhos repetitivos sem necessidade, erros de operação (pela ausência de um controle de erros ou de transação), entre outros [PAIM, CARDOSO, CAULLIRAUX, 2009].

3.4. Gaps

As diversas definições para *gaps* não se apresentam tão claras e confundem-se na literatura, não permitindo uma definição singular. Dessa forma, a seguir, será apresentada a definição de gap, segundo o dicionário Michaelis.

Michaelis (2013) define gap, como: **1** Abertura, fenda, brecha, fissura, intervalo. **2** parte ou espaço vazio, vácuo, branco, lacuna. **3** diferença grande de opinião ou de caráter, disparidade.

De acordo com a definição acima, pode ser constatado que *gap* significa uma falha, algo que está faltando. Uma brecha no processo.

Um dos principais motivos para o acontecimento de *gaps* em processos, segundo Paim (2002), é a falha na modelagem dos processos. Uma boa modelagem de processos deve refletir as características dos processos com o nível ideal de detalhamento desejado. Este nível ideal desejado está estritamente relacionado com as motivações da organização interessada na modelagem de processos e precisa estar apoiada pela estratégia global desta. Dependendo da motivação, como a de redução de falhas na integração de sistemas de informática, por exemplo, os processos devem estar bem detalhados de forma que ofereça informações suficientes para os envolvidos. Em contrapartida, motivações relacionadas à otimização da tomada de decisão operacional não necessitam de um profundo detalhamento, tendo em vista que uma visão macro dos processos é suficiente.

3.5. Customização

A implementação de SIG implica em grandes desafios para as organizações. Segundo (ROTHENBERGER, SRITE, 2009), as empresas que implantam softwares deste tipo geralmente falham nos estágios iniciais deste processo, ou excedem substancialmente o custo do projeto de implantação. Através de estudos realizados nesta área, vários fatores são apresentados como causadores deste insucesso, como o suporte técnico aos gestores, performance do time do projeto, o processo de implantação em si, educação e treinamento e uma customização mínima realizada.

Rothenberger e Srite (2009) ainda constata que em todas as instalações de SIG, algum grau de customização se faz necessário. Mesmo que os pacotes da aplicação sejam desenhados para trabalhar em diferentes organizações, uma grande parte deles não proporcionam todas as funcionalidades necessárias para uma área específica de negócio. Não obstante, customizações que envolvem adições de funcionalidades ao sistema, ou modificações no código fonte deste, podem comprometer o sucesso do projeto de implantação, visto que muitas customizações elevam os custos de projeto e estendem os limites de manutenção do software.

4. Trabalho Proposto

O presente trabalho visa propor um modelo de ferramenta para auxiliar na automatização de processos de negócio. O fato de ser uma ferramenta auxiliar, implica que a organização onde a presente proposta poderá ser implantada obrigatoriamente deverá ter em produção algum sistema de informação gerencial.

4.1. Visão Geral

O papel principal desta ferramenta auxiliar é adicionar novas funcionalidades a um sistema de informação gerencial em utilização dentro de uma organização.

Para que estas novas funcionalidades tornem-se operacionais, a ferramenta deve possibilitar a definição de regras para execução de ações personalizadas. Estas regras baseiam-se em expressões lógicas que, quando atendidas, podem disparar a ação. Além de disparar uma ação, há a possibilidade de gerar uma notificação para o usuário quando tal regra é atendida, por e-mail.

As regras podem ser de dois tipos: Regra de Banco de Dados e Regra de *Web Service*.

As ações podem ser de três tipos: Ação de Banco de Dados, Ação de *Web Service* e Ação de E-mail.

Não foi necessário criar uma Regra de E-mail, visto que as informações obtidas para verificação das Regras serão somente via Banco de Dados ou *Web Service*.

O nome da ferramenta será CustomEasy. Custom, de customizar; Easy, que significa “fácil”, em Inglês. O próprio soar da palavra lembra a palavra “customize”, em Português.

Paralelamente à etapa de definição do escopo da ferramenta, foi pesquisado na documentação de softwares de gestão conhecidos em escala mundial, como o ERP Microsiga Protheus 11, da empresa brasileira TOTVS, e o ERP SAP AG, da Empresa Alemã SAP AG, e foi verificado que as funcionalidades do sistema proposto não estão presentes em qualquer um dos softwares pesquisados.

Foi também realizado pesquisas na internet para identificar sistemas com funcionalidades semelhantes às do projeto proposto. Foi identificado que existem diversos sistemas que emitem notificações por padrão, porém estes não tomam ações. Sua função nestes softwares, portanto, é somente notificar o usuário, diferentemente do sistema CustomEasy, que além de notificar, tomará ações de diferentes tipos e terá diversos cadastros e regras para administrar estas ações e as notificações em si.

4.2 Levantamento de requisitos do sistema

A modelagem dos diversos diagramas do sistema proposto baseou-se nas necessidades levantadas na etapa de levantamento de requisitos de software.

Foram as descrições dos serviços e as restrições estabelecidas pelos usuários que definiram as propriedades do sistema. Estes requisitos refletiram a necessidade dos usuários frente aos sistema proposto, seguindo as restrições da organização onde o estudo de caso será aplicado.

Como o sistema terá uma característica de um software do tipo “configurador”, ou seja, o sistema se tornará operacional a partir de diversas configurações a serem realizadas pelo usuário administrador do sistema, a etapa de levantamento de requisitos baseou-se basicamente em observações dos processos dos setores administrativos da instituição, a fim de verificar seus processos de negócio diários.

Os requisitos foram divididos em requisitos de funcionais e não funcionais. Os requisitos funcionais (RF), que descrevem as funcionalidades que se espera que o software forneça quando estiver pronto, como entradas, saídas, exceções, entre outros, são os seguintes:

- RF001: Possibilitar a definição de regras com condições lógicas para execução de ações personalizadas.
- RF002: Possibilitar a notificação dos usuários quando tal regra é atendida.
- RF003: Possibilitar a conexão com outros sistemas quando uma condição for atendida (WS).
- RF004: Permitir o cadastro de múltiplos servidores, de qualquer tipo.
- RF005: Possibilitar a emissão de relatórios através de *log* de registros.

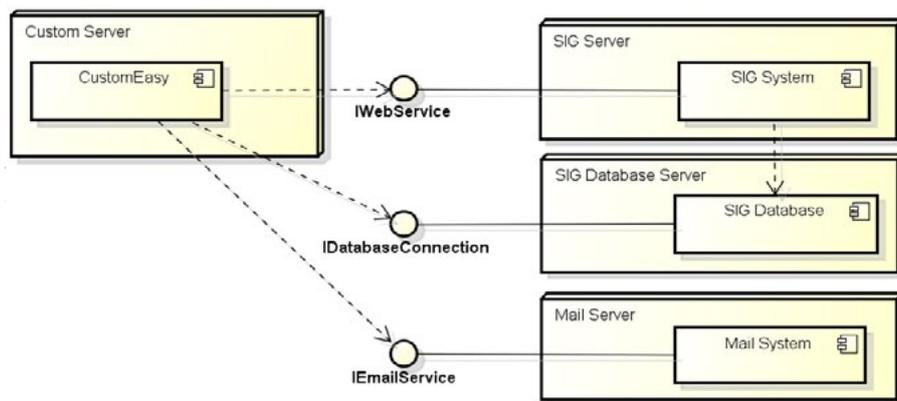
Os requisitos não funcionais (RNF) são as restrições ao *software* de uma maneira geral. Não são, portanto, relativos diretamente às funções desempenhadas pelo produto. São estes:

- RNF001: Software será desenvolvido na linguagem de programação Java.
- RNF002: Banco de dados *Postgres*.
- RNF003: Metodologia de desenvolvimento orientada à objetos.
- RNF004: Implementar teclas de atalho para as principais funções do sistema.
- RNF005: Gravar na base de dados (tabela de *log*) todas as ações executadas.
- RNF006: Backup diário automático da base da dados.

4.3 Diagrama de Componentes

O diagrama de componentes apresentado na Figura 3 demonstra a arquitetura do sistema CustomEasy:

Figura 3. Arquitetura do Customeasy (Diagrama de Componentes)



Fonte: Elaborado pelo Autor

Pode ser verificado no diagrama que a ferramenta modelada encontra-se em um servidor dedicado (*Custom Server*), porém este detalhe não é obrigatório. Pode ser feita a instalação da ferramenta em qualquer um dos outros três servidores, embora não seja o recomendável, pois poderá disputar recursos com estes, diminuindo o desempenho.

A arquitetura baseia-se em conexão direta aos outros servidores sempre que houver a necessidade de execução de uma ação. O tipo de ação vinculada é que vai definir qual servidor será acessado.

4.4 Diagrama de Casos de Uso

Após a etapa de levantamento de requisitos, foram definidos os papéis e responsabilidades dos atores envolvidos nos casos de uso. Para auxiliar este processo, será utilizado um diagrama de casos de uso, conforme Figura 4.

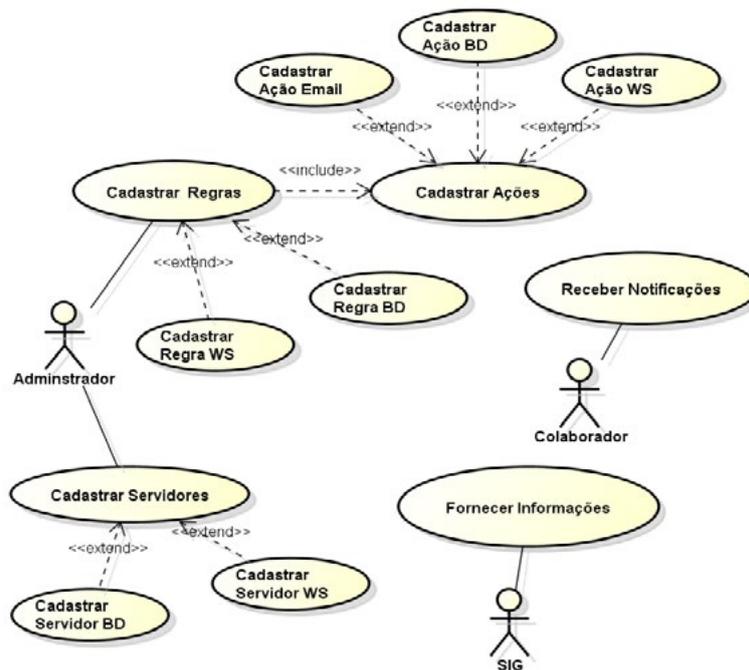
Pode ser verificado nesta Figura que existem três atores envolvidos, sendo: o Colaborador, o Administrador do Sistema e o SIG (Sistema de Informações Gerenciais) utilizado pela organização.

O ator Administrador do sistema é o responsável por toda a configuração (realizar os cadastros) do sistema. As rotinas de cadastro serão disponibilizadas somente para o Administrador, e este, somente este, poderá cadastrar as regras, servidores, e ações intrínsecas à necessidade levantada.

O ator SIG desempenha o papel de disponibilizar as informações para a ferramenta, seja por meio de acesso à sua base de dados ou execução de um *Web Service* que possa executar alguma função específica.

Já o ator Colaborador recebe as notificações geradas pelo Customeasy e utiliza-se destas para algum fim.

Figura 4. Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Elaborado pelo Autor

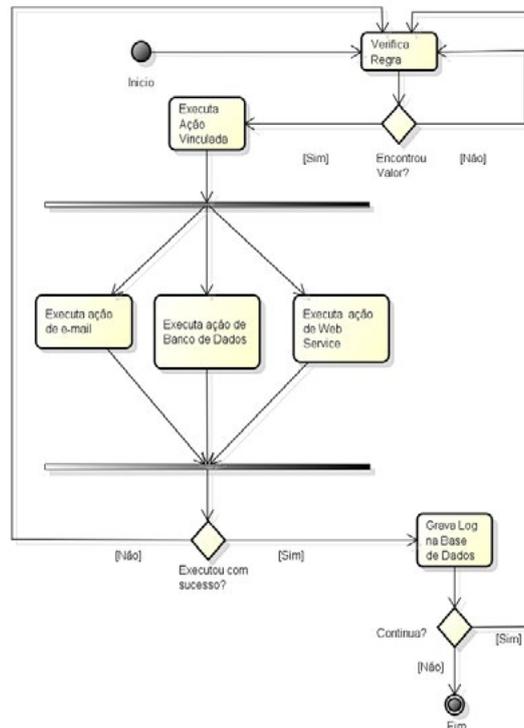
4.5 Diagrama de Atividades

Na Figura 5 é apresentado o diagrama de atividades do CustomEasy. O objetivo deste diagrama é demonstrar a sequência de eventos internos do sistema. Isto quer dizer que os eventos ilustrados no diagrama não são perceptíveis ao usuário do sistema. O sistema poderá estar executando alguma ação interna sem que o usuário perceba.

Conforme demonstrado na Figura, a ferramenta inicialmente fará uma “varredura” em todas as regras cadastradas a fim de verificar se alguma delas foi atendida. A frequência em que esta “varredura” será executada deve ser programada pelo Administrador do sistema através de um campo específico no cadastro da Regra.

No momento que o valor encontrado no cadastro da regra for encontrado, a ação (ou as ações) vinculada a esta regra será executada. Se for executada com sucesso, esta ação ficará gravada em um *log* para possíveis auditorias, e o sistema continuará a verificação de novas Regras.

Figura 5. Diagrama de Atividades

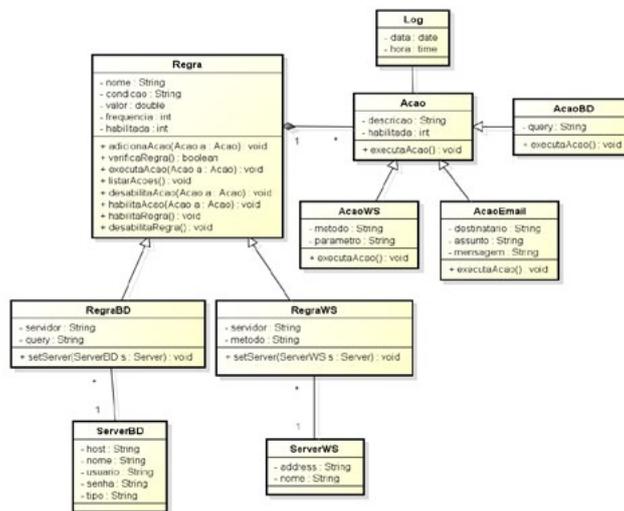


Fonte: Elaborado pelo Autor

4.6 Diagrama de Classes

O modelo de classes, ilustrado na Figura 6, representa os conceitos envolvidos. Cada classe é uma “caixa” que possui, de cima pra baixo: o nome desta classe, seus atributos, e, por fim, os métodos implementados. Os atributos de cada classe foram definidos de acordo com o Modelo ER, o qual pode ser visto no item 4.7 deste documento.

Figura 6.

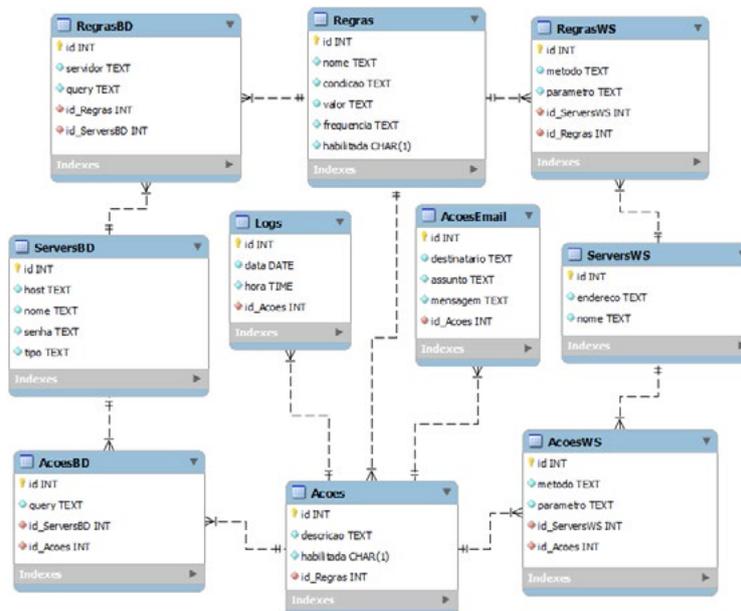


Fonte: Elaborado pelo Autor

4.7 Modelo Relacional

A modelagem do diagrama E.R. (Entidade Relacionamento) representa como será modelada a base de dados da ferramenta Customeasy. O diagrama demonstra todas as tabelas da base de dados e suas respectivas dependências

Figura 7. Diagrama Entidade Relacionamento



Fonte: Elaborado pelo Autor

5 Considerações Finais

O estudo realizado a partir das referências bibliográficas do presente documento auxiliou o autor da proposta quanto à elaboração dos conceitos envolvidos. Desta forma, após o aprofundamento teórico, a construção da proposta contida neste documento foi facilitada.

O referencial teórico também evidenciou as necessidades de melhoria em processos de negócio nas empresas, mesmo que estas já utilizam algum sistema de informações gerenciais para tal. Percebe-se ainda que os atuais sistemas de informações gerenciais podem passar por algum grau de customização sem descaracterização do software original, agregando funcionalidades inexistentes ou melhorando as existentes.

Na visão do autor da proposta, a metodologia adotada para o desenvolvimento do sistema proposto é capaz de atender os requisitos levantados. Após o desenvolvimento, a solução será implantada na instituição onde o estudo de caso está sendo aplicado, e os resultados deverão ser analisados para verificar se a solução proposta irá cumprir com os objetivos descritos no presente documento.

Referências

- ADELMAN, C. et. al. Re-thinking case study: notes from second Cambridge Conference. Cambridge Journal of Education, 6, 3, 1976.
- BEAL, A. Gestão estratégica da informação: como transformar a informação e a tecnologia da informação em fatores de crescimento e de alto desempenho nas organizações. São Paulo: Atlas, 2004-2008.
- BEUREN, I. M. Gerenciamento da informação: um recurso estratégico no processo de gestão empresarial. São Paulo: Atlas, 2000.
- BEZERRA, E. Princípios de análise e projeto de sistemas com UML. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- DAVENPORT, T. H.; DICKSON, T.; BELLINI, C. G. P. Dominando a gestão da informação. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- DE SORDI, J. O. Gestão por processos: uma abordagem da moderna administração. São Paulo: Saraiva, 2009.
- FREITAS, H.; BECKER, J. L.; KLADIS, C. M. Informação e decisão: sistemas de apoio e seu impacto. Porto Alegre: Ortiz, 1997.
- GUEDES, G. T. A. UML 2: uma abordagem prática. São Paulo: Novatec, 2009.
- MICHAELIS. <http://michaelis.uol.com.br> . Acessado em 16 de setembro de 2013.
- OLIVEIRA, D. P. R. de. Sistemas de informações gerenciais: estratégicas, táticas, operacionais. São Paulo: Atlas, 2004.
- PAIM, R. Engenharia de Processos: análise do referencial teórico-conceitual, instrumentos, aplicações e casos. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.
- PAIM, R.; CARDOSO, V.; CAULLIRAUX, H. Gestão de processos: pensar, agir e aprender. São Paulo: Bookman, 2009.
- RABISER, R. et. al. Three-level Customization of Software Products Using a Product Line Approach. In: 42nd Hawaii International Conference On System Sciences, Hawaii, 2009, 10p.
- REZENDE, D. A.; ABREU, A. F. de. Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais: o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas. São Paulo: Atlas, 2003.
- ROTHENBERGER, M. A.; SRITE, M. An Investigation of Customization in ERP System Implementations. IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT, VOL. 56, NO. 4, 2009, p 663-767.

CONTROLE DE TEMPERATURA PARA PRENSAS TÉRMICAS UTILIZANDO ATMEGA328

Eduardo Augusto Lieberknecht, Eric Augusto Ruebenich de Quadros, Luan Araujo dos Santos, Rafael de Moraes Cantú, Rodrigo Wolff Porto ¹

RESUMO

O processo de fabricação de placas de circuito impresso (PCI) por transferência térmica necessita que as variáveis temperatura e tempo sejam controladas. Com o objetivo de automatizar este processo e possibilitar o controle destas variáveis, foi desenvolvido um sistema de controle de temperatura para prensas térmicas, utilizando o microcontrolador ATMEGA328 com o Ambiente Integrado de Desenvolvimento (IDE) do Arduino. O sistema proposto monitora a temperatura através de um sensor termoresistivo do tipo Pt100, e a ação de controle é realizada pelo algoritmo Proporcional-Integral-Derivativo (PID) implementado no microcontrolador. A atuação no processo é dada por um relé de estado sólido e uma interface homem-máquina (IHM) foi desenvolvida para permitir a interação com o sistema através de um teclado e um display LCD.

ABSTRACT

The manufacturing process of printed circuit boards (PCB) by thermal transfer requires that time and temperature variables are controlled. With the objective of automating this process and enable the control of these variables, a temperature control system was developed for thermal presses, using the Atmega328 microcontroller with the Integrated Development Environment (IDE) of the Arduino. The proposed system monitors the temperature using a PT100 resistance thermometer and the control action is performed by the Proportional-Integral-Derivative (PID) algorithm implemented in the microcontroller. The performance of the process is given by a solid state relay and a human machine interface (HMI) was developed to allow interaction with the system trough a keyboard and LCD display.

INTRODUÇÃO

A utilização do método de transferência tipo *silk screen* tem sido considerada ideal para a fabricação de pequenas quantidades de placas de circuito impresso, por permitir que o padrão seja repetido várias vezes, ao contrário do que acontece quando o layout é desenhado manualmente com uma caneta [1]. Este método pode ser aplicado de várias maneiras, como por exemplo, transferência por meio de papel carbono, utilizando o lado contrário, por meio fotográfico, utilizando técnicas de revelação de fotos, por meio de tela de silkscreen, utilizando uma matriz e tintas especiais, ou por meio de transferência térmica, imprimindo o layout em um papel especial e utilizando o calor para transferir a imagem do circuito para a placa de circuito impresso [2].

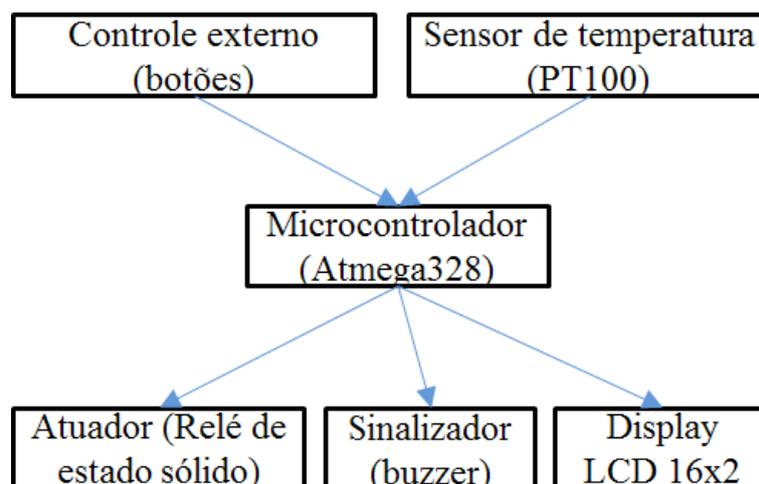
¹ Discentes do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC). Univates, Lajeado-RS.

Neste último método citado, a temperatura envolvida no processo de transferência do layout necessita ser controlada, porque tanto placas de fibra de vidro quanto placas de fenolite possuem como temperaturas máximas 130 °C, conforme especificações de fornecedores de placas [3][4][5][6].

Conforme Smith [7] é possível encontrar várias soluções no mercado para controlar a temperatura, mas as mais comuns são controles *On-off*, Proporcional e Proporcional-Integral-Derivativo (PID). Destes três, o mais simples é o *On-off*, pois ele liga a resistência quando a temperatura está abaixo da desejada e desliga quando ela é alcançada não levando em consideração a inércia térmica dos materiais, isto faz com que a temperatura fique variando entre um intervalos acima e abaixo da temperatura desejada. Já o controlador proporcional e o PID analisam a tendência da curva de crescimento da temperatura para definir a potência da resistência de aquecimento. O proporcional somente analisa o quanto falta para atingir a temperatura desejada e aciona a resistência proporcionalmente e o PID, além disso, leva em consideração os erros do sistema e a velocidade que a temperatura varia, permitindo que a temperatura estabilize mais rapidamente e se mantenha no limiar desejado.

O sistema proposto para controlar a temperatura da prensa térmica utilizada no processo de fabricação de placas de circuito impresso nos Laboratórios de Automação da Univates é baseado no microcontrolador Atmega328, que recebe o sinal do sensor de temperatura e dos botões de controle externo, exibe informações no display LCD 16 colunas e 2 linhas, faz o cálculo do PID, atua no relé de estado sólido, o qual aciona a resistência, e sinaliza para o usuário informações do sistema através de um *buzzer*.

Figura 1. Fluxograma da solução proposta



Fonte: O Autor.

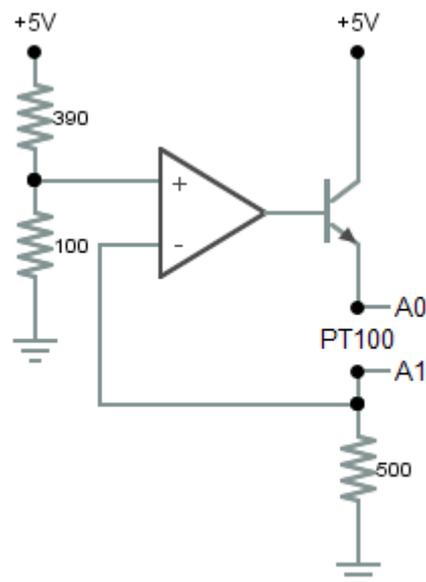
MÉTODO

Por se tratar de um sistema em que a interação com o usuário é algo necessário, foi utilizado um sistema microprocessado. Para tanto foi utilizado o microcontrolador Atmega328,

da Atmel, devido ao fato de ele executar a maioria das operações em um único ciclo de *clock*, possuir conversores de sinais analógicos para digitais com resolução de 10 bits, ter a possibilidade de ser gravado conectado ao circuito, por meio de gravadores para Atmegas ou Arduinos, e também devido à disponibilidade de informações na internet, pois o mesmo é utilizado na plataforma de desenvolvimento livre Arduino UNO, que é amplamente divulgada e utilizada por vários desenvolvedores e *hobbyistas* [8][9].

Para monitorar a temperatura foi escolhido o sensor termoresistivo PT100 devido à facilidade de condicionamento do seu sinal, facilidade de linearização, estabilidade e atende aos limites de temperatura da prensa térmica [10]. O condicionamento do sinal do PT100 foi feito utilizando o circuito da figura 1, que consiste em um amplificador operacional na configuração de seguidor de corrente, que mantém estável a corrente elétrica sobre o sensor, enquanto que o microcontrolador recebe a tensão antes e depois do PT100, assim é possível calcular a corrente elétrica, a queda de tensão do sensor e, por consequência, a resistência do sensor. A linearização foi feita através de aproximações feitas no gráfico da Novus que relaciona a resistência do sensor com a temperatura medida, a partir das quais foi possível descobrir as fórmulas para que o microcontrolador consiga calcular a temperatura medida tendo a resistência.

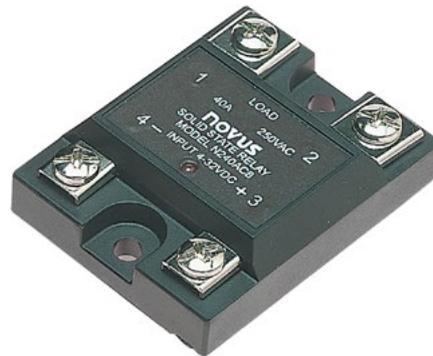
Figura 2. Condicionamento do sinal do PT100



Fonte: O Autor.

O acionamento da resistência de aquecimento da prensa térmica pelo microcontrolador foi feito com o relé de estado sólido SSR-4825 da NOVUS, pois o sem um componente intermediário não seria possível fornecer os 1250 W da resistência [11].

Optou-se por relé de estado sólido pois ele permite a ativação através de PWM (*Pulse Width Modulation*), é isolado fisicamente (optoisolação), não gera ruídos elétricos e faiscamentos e possui maior vida útil, devido ao fato de não possuir partes mecânicas.

Figura 3. Relé de estado sólido SSR-4825 da NOVUS

Fonte: editado de <http://www.novus.com.br/downloads/Arquivos/ssr%2001.jpg>

O sensor PT100 foi colocado junto da resistência da prensa térmica, o relé de estado sólido foi colocado perto do botão de liga/desliga dela e o restante foi colocado em placas de circuito impresso que foram acomodadas dentro de uma caixa plástica da marca Patola, modelo DIN FUNDO 110 [12].

Figura 4. Caixa Patola DIN FUNDO 110

Fonte: http://www.patola.com.br/index.php?route=product/product&product_id=31&search=110

A interface de interação com o usuário foi feita com quatro botões com as funcionalidades confirmar, cancelar, aumentar e diminuir parâmetros, um *display* LCD com 16 colunas e 2 linhas, que exibe as telas de interação para que o usuário possa escolher a temperatura, a temporização e visualizar o retorno das variáveis do sistema, e um *buzzer* para avisos sonoros.

Figura 5. Interface de interação com o usuário

Fonte: O Autor.

O software de controle do projeto foi desenvolvido utilizando o ambiente de desenvolvimento para Arduino e uma interação entre as linguagens C e *Processing*. Ele inicia com uma *splash screen* informando o local onde foi desenvolvido e seus desenvolvedores. Na tela seguinte o usuário tem à disposição a interface para alterar a temperatura e a temporização de prensagem. Após a confirmação dos parâmetros inseridos a interface solicitará ao usuário o fechamento da prensa para seu aquecimento. Ao atingir a temperatura escolhida, o *buzzer* emitirá um sinal sonoro e a tela informará a necessidade da abertura da prensa para a inserção da placa de circuito impresso. Quando a prensa for novamente fechada, iniciará uma contagem regressiva a partir da temporização previamente definida. Após a contagem terminar, soará novamente o aviso sonoro e solicitará ao usuário para retirar a placa e se o mesmo deseja repetir o processo com os mesmos parâmetros.

Para controlar a temperatura foi utilizado o método de controle PID paralelo que faz o cálculo das partes proporcional, integral e derivativa em um mesmo momento. Nas três partes, como base do cálculo, foi utilizado o valor da diferença entre a temperatura desejada e a temperatura atual, este valor foi chamado de erro de temperatura.

O cálculo do PID foi programado para ocorrer a cada segundo. A primeira parte é resultado da multiplicação da constante proporcional multiplicado pelo último erro de temperatura. A segunda parte é resultado da constante integral multiplicado pela soma dos erros de temperatura durante dez segundos. E o cálculo da terceira parte consiste na constante derivativa multiplicado pela diferença entre o último erro e o penúltimo erro de temperatura.

As constantes foram calculadas através de ensaios realizados com a prensa. Inicialmente as partes proporcionais e derivativas foram ignoradas, somente a parte integral foi levada em consideração, para ver como a resposta da prensa. Após o primeiro ensaio, as constantes proporcionais e derivativas foram sendo aumentadas até que a resposta obtida tornou-se satisfatória. A constante proporcional ficou sendo 2.08, a integral 4.16 e a derivativa 20. Para evitar que a inércia térmica seja mais rápida do que o PID quando a prensa já atingiu a temperatura desejada e necessita somente manter ela, foi estipulado um valor de *offset* no cálculo do PID.

$$\text{PID} = \text{offset} + \text{erros}[0] * 2.08 + \text{somaerros} * 4.16 + (\text{erros}[0] - \text{erros}[1]) * 20;$$

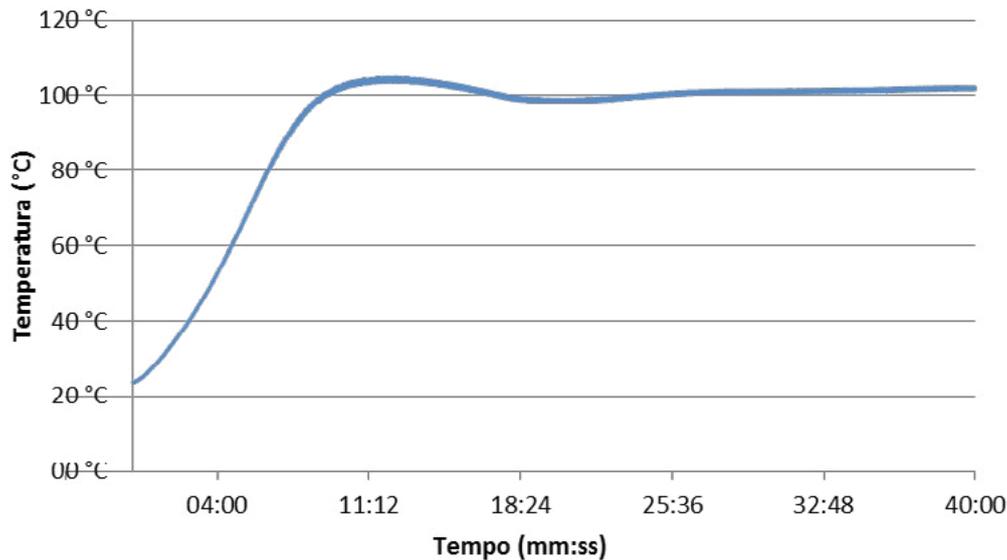
Equação 1. Cálculo do PID

O PID começa a atuar quando a prensa chega a 60% da temperatura desejada, deixa de atuar quando ela é alcançada e volta a atuar quando fica abaixo novamente. A frequência de atuação dele é de 0,24 Hz. E a limitação de temperatura da prensa foi limitada em 220 °C devido à máxima temperatura de trabalho dos fios utilizados.

RESULTADOS

Para testar o sistema de controle, foi utilizado o dispositivo MyPCLab, da Novus, para gerar um gráfico de temperatura da prensa, então programou-se o sistema para manter a prensa em 110 °C e registrou-se o comportamento da prensa durante 40 minutos.

Figura 6. Comportamento da prensa durante 40 minutos



Fonte: O Autor.

Ao programar-se a temperatura de 110 °C a prensa estabilizou em 100 °C devido ao fato de o sensor do microcontrolador estar próximo à resistência e o sensor do MyPCLab estar no meio da prensa.

DISCUSSÃO

As melhorias propostas são:

- Utilização de um LED vermelho que será acionado quando a prensa estiver aquecendo;
- Aplicação de um adesivo identificando os botões de interação do usuário;
- Adição de capacitores na placa de circuito impresso, na entrada da alimentação, para evitar que o microcontrolador se perda devido à quedas momentâneas de tensão;
- Ativação do *watch-dog* do Atmega328, fazendo com que ele se reinicie quando trancar;
- Implementação da função de silenciar quando a prensa atingiu a temperatura desejada e o usuário não acabou de preparar a placa para ser prensada.

CONCLUSÃO

O desempenho do sistema de controle atende aos requisitos do processo de fabricação de PCIs. O sistema desenvolvido mantém a monitoração e controle da temperatura, independente do tempo que ela fique ligada, assim não há riscos de acidentes caso alguém esqueça ela ligada,

e não necessita que o usuário fique sempre perto da prensa enquanto ela está funcionando, pois sempre que uma etapa é finalizada, o *buzzer* sinaliza para o usuário até o momento que ele interaja novamente no processo.

Com a possibilidade de escolher a temperatura e a temporização, foi possível estabelecer um padrão para a confecção de placas de circuito impresso e sempre repeti-lo para que a qualidade do produto final não mude.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, Newton C. "Curso de Eletrônica – Parte 7". **Instituto Newton C. Braga**. Disponível em: <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/eletronica-basica/2729-cbe007>. Acesso em 07/09/2013.
- BRAGA, Newton C. "Técnicas de montagem - lição 2". **Instituto Newton C. Braga**. Disponível em: <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/tecnicas-de-montagem/4358-ctec002>. Acesso em 07/09/2013.
- Dados técnicos de placas de fenolite. **Fenotech Indústria e Comércio de Plásticos LTDA**. Disponível em: http://www.fenotech.com.br/dados_tecnicos/fenolite.pdf. Acesso em 07/09/2013.
- Dados técnicos de placas de fibra de vidro. **Fenotech Indústria e Comércio de Plásticos LTDA**. Disponível em: http://www.fenotech.com.br/dados_tecnicos/TVE.pdf. Acesso em 07/09/2013.
- Dados técnicos de placas de fenolite. **VICK Comércio de Plásticos e Metais**. Disponível em: <http://www.vick.com.br/vick/novo/datasheets/datasheet-fenolite.pdf>. Acesso em 07/09/2013.
- Dados técnicos de placas de fibra de vidro. **VICK Comércio de Plásticos e Metais**. <http://www.vick.com.br/vick/novo/datasheets/datasheet-fibra-de-vidro.pdf>. Disponível em: Acesso em 07/09/2013.
- SMITH, Jack. (2002). *Temperature control basics. Plant Engineering (Barrington, Illinois)*, 56(9), 63-67. Disponível em: www.scopus.com.
- Arduino *homepage*. Disponível em: <http://www.arduino.cc>. Acesso em 11/09/2013.
- Datasheet do microcontrolador Atmega328. **Atmel Corporation**. Disponível em: <http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf>. Acesso em 11/09/2013.
- Folheto comercial do sensor PT-100. **Novus Automation**. Disponível em: http://www.novus.com.br/downloads/Arquivos/folheto_pt100.pdf. Acesso em 11/09/2013.
- Manual de instruções do relé de estado sólido SSR-4825. **Novus Automation**. Disponível em: <http://www.novus.com.br/downloads/Arquivos/5000015%20v1%20-%20manual%20ssr%2010-100%20a%20-%20portuguese.pdf>. Acesso em 11/09/2013.
- Caixa DIN FUNDO 110. **PATOLA**. Disponível em: http://www.patola.com.br/index.php?route=product/product&product_id=31&search=110. Acesso em 11/09/2013.

DETERMINAÇÃO DE FERRO EM FARINHA

Aline Camini¹, Cristine S. Muller¹, Mariane S. Toledo¹,
Eduardo Rodrigo Ramos de Santana², Eniz Conceição Oliveira²

Abstract

Taking into account the importance of iron in the human diet, this element was studied on wheat flour, a relevant food with several industry and domestic applications. Wheat flour also has an important role in the economic and nutritional fields. Flour producers have to add iron to flour because it is mandatory by law. The objective of this study was to determine the concentration of iron in flour and compare with the information described on labels, an important finding for the consumer. Iron content was found through the method of atomic absorption spectrophotometry in flame. Analysis was carried out on 7 different brands of wheat flour commercially available. The results showed that not all brands are in accordance with the rules, not even corresponding to the concentrations described on their labels.

Resumo

Levando-se em conta a importância do ferro na alimentação, optou-se pelo seu estudo na farinha de trigo, matéria-prima que possui diversas aplicações na indústria e na alimentação humana, apresentando um importante papel no aspecto econômico e nutricional. Sabe-se que, pela legislação, é obrigatória a adição de ferro à farinha. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a concentração do ferro na farinha e comparar com as informações descritas nos rótulos, dado importante para o consumidor. O método empregado foi determinação de ferro por espectrofotometria de absorção atômica em chama. Foram realizadas análises em 7 diferentes marcas de farinha de trigo disponíveis no mercado. Os resultados apontaram que nem todas as marcas estão de acordo com a legislação, não cumprindo nem mesmo com o descrito em seus rótulos.

1. Introdução

A qualidade da farinha de trigo varia em função das características e da diversidade de grãos existentes, bem como das condições de clima e solo de cada região. O grão é muito importante no cenário econômico e nutricional da alimentação humana, pois, a sua farinha é muito utilizada na indústria alimentícia [Ferreira, 2003; Gieco et al. 2004].

A farinha de trigo é obtida da moagem do grão de trigo *Triticum aestivum*, ou de outras espécies do gênero *Triticum* (exceto *Triticum durum*) [Osório e Wendt 1995; Pirozi e Germani 1998; MAPA 2005]. Por ser uma cultura predominantemente de inverno, o trigo é mais cultivado na região sul do Brasil, principalmente nos Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, embora também seja cultivado em outros estados como São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul [Gieco et al. 2004].

¹ Graduanda em Química Industrial da Univates. Lajeado-RS, Brasil. aline_camini@universo.univates.br, cmuller2@universo.univates.br

² Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento da Univates. Lajeado-RS, Brasil. mdstoledo@universo.univates.br, eduardo.santana@univates.br, eniz@univates.br

A matéria mineral, também conhecida por cinzas, é encontrada em maior concentração na periferia do grão, diminuindo consideravelmente na medida em que avançamos para as regiões centrais do cereal. O grão de trigo possui teor de cinzas em torno de 1,5 - 2,1%, enquanto seu pericarpo, que representa apenas 14 - 18% do total, possui de 5,5 - 6,5% de cinzas. Desta forma, sais de potássio, magnésio e cálcio constituem quase que a totalidade da matéria mineral encontrada no trigo. Têm relevância também os fosfatos (às vezes na forma de ácido fítico). Ferro, manganês, zinco e cobre são elementos presentes na estrutura do cereal, porém com baixos teores. Os demais minerais mostram valores irrelevantes [Demartini 2007].

O uso do procedimento de digestão que utiliza ácido nítrico ou clorídrico apresenta poder oxidante capaz de promover a liberação dos metais de todas as frações da amostra calcinada. Essas misturas são capazes de colocar em soluções os elementos químicos que estejam associados a todas as fases ou frações trocáveis, oxidáveis, reduzidas e residuais [Aguiar et al. 2007].

O ferro é um nutriente importante para a manutenção da concentração de hemoglobina no sangue e sua carência na dieta, é responsável pela anemia, o tipo mais comum de anemia nutricional [Batista Filho 2004].

O enriquecimento de farinhas com ferro, já é realizado em alguns países, desde a década de 40. Em 2002, no Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) por meio da Resolução N° 344, instituiu a obrigatoriedade do enriquecimento de farinhas de trigo e milho com ácido fólico (150 µg a cada 100 g de farinha) e ferro (4,2 mg a cada 100 g de farinha) [ANVISA 2005].

A deficiência de ferro é uma carência muito comum, porém são mais vulneráveis os grupos constituídos por crianças e mulheres em idade reprodutiva. Conforme a Organização Mundial de Saúde, o número de pessoas anêmicas no mundo é de dois bilhões, sendo que a maioria dos casos decorre da carência de ferro. Por esta razão, uma das estratégias para a prevenção da anemia é a fortificação de alimentos, apontada como a melhor abordagem para aumentar a ingestão deste mineral [Assunção e Santos 2007].

Assim, neste trabalho, optou-se pela análise de farinha de trigo, visto que é um alimento altamente consumido pelos seres humanos, além de ser muito utilizado pelas indústrias alimentícias na formulação de outros alimentos. Com o presente estudo observou-se que se torna obrigatório a adição de ferro na produção de farinha de trigo antes da mesma ser vendida.

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a quantidade de ferro presente em diferentes marcas de farinha de trigo e comparar com o que é declarado nos rótulos. Esta informação torna-se importante, pois, é através da rotulagem que o consumidor baseia sua decisão de compra.

2. Metodologia Experimental

2.1 Amostras

Foram analisadas amostras de farinha de trigo de sete marcas diferentes, as quais foram adquiridas em supermercados da região do Vale do Taquari-RS, nos meses de abril e maio de 2013, todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.2 Análises

Seguiu-se o procedimento descrito no Manual Instituto Adolfo Lutz [IAL 2008] para determinação de ferro por absorção atômica com chama em alimentos. As amostras foram pesadas, calcinadas em forno mufla e posteriormente digeridas com ácido clorídrico 1:1 em chapa aquecedora. Após foram feitas diluições em balões volumétricos e feitas as leituras em espectrofotômetro de absorção atômica com chama, marca Perkin Elmer, utilizando branco para zerar o equipamento e soluções padrão de ferro para a curva analítica.

3. Resultados e Discussões

Os resultados foram calculados a partir das absorbâncias lidas no equipamento e relacionando com a curva de calibração da solução padrão de ferro. A partir das médias das triplicatas foram calculados os desvios padrão, conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados da quantificação do ferro nas amostras de farinha estudadas

Amostras	Resultado mg/100g	Desvio Padrão
A	3,62	0,41
B	1,14	0,02
C	4,38	0,46
D	1,40	0,33
E	3,26	0,20
F	5,34	0,37
G	4,86	0,45

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Observou-se, que a concentração de ferro encontrado variou de 1,14 a 4,86 mg/100g nas farinhas de trigo avaliadas, ressaltando uma diferença significativa para as concentrações de ferro obtidas entre as diferentes marcas. Os desvios padrão mostram que os resultados foram coerentes e próximos, podendo todos ser considerados para a discussão dos resultados.

Comparando os valores apresentados na Tabela 1 com os estabelecidos na Resolução N° 344 [ANVISA, 2005], que institui a obrigatoriedade da adição de 4,2 mg a cada 100 g de farinha, pode-se observar que somente as amostras C, F e G estão de acordo. Portanto, algumas amostras podem não estar sendo enriquecidas com o ferro ou adicionadas com menor quantidade do mesmo.

Todos os rótulos das amostras informaram que possuem a quantidade de 2,1 mg de ferro/50 g de farinha. Sendo assim somente uma amostra a C, esta com o rótulo correto. As amostras A, B, D e E, apresentam valores inferiores aos declarados nos rótulos.

Boen et al. [2007], realizaram estudo semelhante, analisando três marcas em cinco lotes distintos para cada uma, obtendo para todas as amostras resultados de ferro de acordo com a legislação. Comparando-se o estudo de Boen et al. [2007] ao presente estudo, supõe-se que as marcas consideradas no trabalho dele podem ter um melhor controle na adição de ferro durante a sua fabricação ou uma fiscalização mais regular.

5. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que pelo método de espectrofotometria de absorção atômica com chama é possível determinar a quantidade de ferro presente em amostras de farinha de trigo. De um modo geral, apenas uma amostra encontra-se com rotulagem correta e três amostras estão de acordo com a legislação vigente. Com isso constata-se que é preciso haver uma maior preocupação e fiscalização com as indústrias produtoras de farinhas, pois, algumas marcas de farinha não atingiram resultados satisfatórios.

6. REFERÊNCIAS

- Aguiar, J.E.; Martins, R.V.; Almeida, M.D. (2007) Comparação de metodologias de digestão de sedimentos marinhos para caracterização da geoquímica de metais-traço na plataforma continental nordeste oriental brasileira. Instituto de Ciências do Mar-Labomar. Ceará.
- ANVISA. (2005) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação em Vigilância Sanitária, 2005. Resolução – RDC 344. Ações de Fortificação de Farinhas de Trigo e Farinhas de Milho. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home>>. Acesso em: abr. 2013.
- Assunção, M. C.; Santos, I. (2007) Efeito da fortificação de alimentos com ferro sobre anemia em crianças: um estudo de revisão. Universidade federal de Pelotas.
- Boen, T. R. et al. (2007) Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas.
- Demartini, E. J. (2007) Curva de cinzas e análise reológica das passagens de farinha de trigo. Fundação Universidade de Passo Fundo. Passo fundo.
- Ferreira, R. A. (2003) Trigo: o alimento mais produzido no mundo. Nut. Brasil, São Paulo, v. 2, n. 1, p 45-52.
- Batista Filho, M. (2004) O controle nas anemias no Brasil. Revista Brasil Saúde Materna Infantil. v.4, n.2.
- Gieco, E. A.; Dubkovsky, J.; Camargo, L. E. A. (2004) Interaction between resistance to *Septoria tritici* and phonological stages in wheat. Sci. Agric., Piracicaba, v. 61, n. 4, p. 422-426.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz (2013) Metodologias para alimentos. 2008. Disponível em: <<http://www.ial.sp.gov.br/>>. Acesso em: abr, 2013.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2005) Instrução Normativa 8. Regulamento técnico de qualidade e identidade de farinha de trigo.

Osório, E. A.; Wendt, W. (1995) Duração do período de formação do grão de trigo. Piracicaba.

Pirozi, M. S.; Germani, R. (1998) Efeito do armazenamento sobre as propriedades tecnológicas da farinha de trigo, de variedades de trigo cultivado no Brasil. Curitiba.

EDIFICAÇÃO BIOCLIMÁTICA: UM PROJETO MULTIDISCIPLINAR MAIS SUSTENTÁVEL PARA O VALE DO TAQUARI - RS

Lisandra Fachinello Krebs¹, Alex Carvalho Brino², Ronaldo Husemann³,
Rafael Muller⁴, Paulo Otto Beyer⁵

Resumo

Presente nas metodologias de avaliação de sustentabilidade em empreendimentos, a eficiência energética é um item prioritário. Em projetos que busquem atingi-la, estratégias passivas (projetuais), ativas (eficiência em equipamentos) e pró-ativas (fontes energéticas renováveis) podem ser combinadas, em prol de um maior conforto para o usuário da edificação com um reduzido impacto ambiental. O presente artigo aborda um projeto multidisciplinar, voltado para a elaboração de uma edificação bioclimática no Centro Universitário UNIVATES, em Lajeado-RS. Dentre os distintos aspectos alinhados à sustentabilidade o presente artigo destaca a busca pela eficiência energética da edificação, apresentando a simulação computacional realizada com o auxílio do software Energy Plus e seus reflexos sobre o processo projetual, trazendo recomendações técnicas, que apontam para alterações importantes no projeto em desenvolvimento.

Palavras-chave: Edificação bioclimática. Eficiência energética. Simulação computacional.

BIOCLIMATIC BUILDING: A MULTIDISCIPLINARY, MORE SUSTAINABLE DESIGN TO THE TAQUARI VALLEY RS

Abstract

Energy efficiency, which is expected in any design seeking sustainability, should be considered a priority criterion. Design that aim to reach that can combine passive(physical design), active (equipment efficiency) and pro-active (renewable energy sources) strategies, in order to provide the adequate user comfort, while significantly reducing the environmental impact. The current articulated describes a multidisciplinary project, referred as bioclimatic building, which is being designing by the UNIVATES university center, located in Lajeado--RS. Among the distinct aspects that should be explored in the sustainability context, this paper highlights the works specially related with the building energy efficiency design, which was supported by computational simulation, performed using the Energy Plus software. Simulation results were considered on the design process, as technical recommendations that point at important improvements in the final building design.

Key-words: Bioclimatic building. Energy efficiency. Computational simulation.

¹ Professora da FAU / UFPel. E-mail: mailto:liskrebs@gmail.com

² Professor da FAU / Centro Universitário UNIVATES. E-mail: mailto:alexbrino@yahoo.com.br

³ Professor do curso de Eng. de Controle e Automação / Centro Universitário UNIVATES. E-mail: husemann@univates.br

⁴ Formando do Dep. de Eng. Mecânica / UFRGS. E-mail: mailto:costelam@hotmail.com

⁵ Professor do Departamento de Eng. Mecânica / UFRGS. E-mail: mailto:paulo.beyer@ufrgs.br

1. INTRODUÇÃO

Ao se pensar em soluções que propiciem o desenvolvimento social e econômico de uma comunidade local, é desejável a promoção de estratégias conjuntas, ou seja, que apontem para o desenvolvimento de diferentes aspectos, de forma simultânea (KREBS *et. alli.*, 2011). Neste contexto, a multidisciplinaridade torna-se uma característica inerente a projetos que buscam uma maior sustentabilidade.

O presente artigo aborda um projeto multidisciplinar, voltado para a elaboração de uma edificação bioclimática no Centro Universitário UNIVATES, em Lajeado-RS. Em sua concepção foram adotadas estratégias projetuais que objetivam reduzir significativamente o impacto ambiental durante o uso da edificação proposta.

Em decorrência do caráter multidisciplinar do projeto (ligado aos temas sustentabilidade e arquitetura bioclimática), profissionais com diferentes formações integraram a equipe, sendo estes ligados aos cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil e Engenharia de Controle e Automação do Centro Universitário UNIVATES. Adicionalmente, uma parceria desenvolvida com o Laboratório de Vapor e Refrigeração (LAFRIG) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul possibilitou a integração também com profissionais ligados à área de Engenharia Mecânica, especificamente à área de simulação termo-energética de edificações.

2. fundamentação

Aqui são apresentados os conceitos segundo os quais foi pautada a pesquisa bibliográfica e foram desenvolvidos os projetos em si (arquitetônico e projetos de engenharia). Também são apresentados os tópicos de maior importância sobre a simulação termo-energética de edificações.

2.1 Sustentabilidade e arquitetura bioclimática

Em consonância com as construções mais sustentáveis está a retomada da importância do projeto bioclimático, devido ao seu enorme potencial de contribuição para uma maior eficiência energética das edificações, de forma passiva. Um projeto bioclimático que faz uso de estratégias passivas relaciona as características climáticas do local com a arquitetura, buscando uma melhoria no conforto dos seus habitantes e fazendo com que a arquitetura tenha uma resposta térmica adequada ao local em que está inserido o projeto (LAMBERTS *et. al.*, 2010).

O objetivo geral do projeto foi, através da construção de uma edificação institucional, ligada ao ensino, trazer informações que contribuam para qualificar o potencial teórico-prático para a implementação de outras edificações bioclimáticas na região do Vale do Taquari – RS. A cidade de Lajeado está localizada na Zona Bioclimática 02 (ABNT NBR 15220, 2003). O projeto arquitetônico pautou-se nas recomendações indicadas (diretrizes construtivas) para esta localização, através de estratégias de condicionamento térmico passivo – como ventilação

cruzada e sombreamento das aberturas no verão, e vedações internas pesadas (para obtenção de inércia térmica).

2.2 Simulação computacional da eficiência energética

Para o trabalho de simulação da eficiência energética do projeto, foi utilizado o *software Energy Plus* em sua versão 7.2.006. Desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, o *Energy Plus* é capaz de modelar a utilização de energia em edificações, a fim de aperfeiçoar-se questões construtivas para um menor consumo energético. Este programa é capaz de simular o gasto energético com aquecimento, refrigeração, e iluminação natural, dentre outros (DOE, 2012).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Escolha do terreno e definição do projeto

A proposta tem como alvo o projeto de um prédio de salas de aula, inicialmente, destinado aos programas de pós-graduação. A edificação contará com aproximadamente 872,66 m² sendo estes divididos em duas salas de aulas multiuso, gabinetes para pesquisadores residentes e gabinete para pesquisador em trânsito, sala de reuniões, gabinete coletivo para bolsistas, espaço de convivência e salas de apoio.

O local definido para a edificação (destacado em vermelho) localiza-se ao lado do prédio 17 (destacado em azul) do Campus Universitário do Centro Universitário UNIVATES (Figura 1).

Figura 1 –(a) Vista frontal do terreno (Fonte dos autores) e (b) Imagem do satélite (Fonte Google Earth)



(a)

(b)

Fonte: Google Earth

Inserido em um terreno de topografia acidentada, com uma média de sete metros de desnível, o projeto foi resolvido em praticamente um pavimento, pois conta com apenas um

módulo na cota de acesso veicular e seis na cota de acesso peatonal. Disposto sobre o terreno de modo paralelo às curvas de nível (Figura 2), a implantação minimiza a escavação do terreno.

Figura 2 –Fotografia da maquete –fachada sudeste, solstício de verão, às 15h



Fonte: os Autores

O pavimento superior abriga as demais dependências da edificação e possui uma solução em seu fechamento superior composta por um sistema misto de *sheds*. Inicialmente, os *sheds* foram orientados para norte com a devida proteção solar (evitando-se a incidência solar direta no ambiente de sala de aula). No projeto atual, no entanto, estes foram invertidos e voltados para sul, com o propósito de servir de suporte para os painéis fotovoltaicos que serão instalados sobre a cobertura. Além do aumento de iluminância na salas de aula, os *sheds* possibilitarão a ventilação direta para estes ambientes. Esta solução distribui de modo mais homogêneo a iluminação natural por toda a superfície horizontal, que será complementada por iluminação artificial em dias menos favoráveis e períodos noturnos.

A fim de harmonizar-se com a linguagem arquitetônica da instituição (pré-existente), optou-se pela utilização de alvenaria de tijolos (parte à vista, e parte rebocado e pintado), – aspecto importante também pelo fato de ser um material regional. A cobertura será constituída de telha tipo sanduíche, solução leve e térmica e acusticamente eficiente. As esquadrias serão confeccionadas com vidro duplo e as superfícies internas terão tratamento com acabamento em reboco ou gesso acartonado branco, a fim de maximizar a reflexão da luz (tanto natural quanto artificial) e minimizar o uso da iluminação artificial.

Ainda deve ser lembrada a importância da percepção do espaço por parte do usuário. Neste sentido foram propostas aberturas amplas, possibilitando a visualização para o espaço aberto adjacente.

3.2 Organização do trabalho

As reuniões da equipe tiveram início na primeira quinzena do mês de março de 2012, quando foram discutidos os objetivos da pesquisa e definidas as metas a serem alcançadas, bem como as dificuldades encontradas. Nestes encontros, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Conceituação de edificação bioclimática, pautada em eficiência energética e demais critérios de edificação mais sustentável;
- Orientações à equipe sobre os requisitos para atendimento, em suas respectivas áreas;
- Criação de local específico no ambiente virtual da Univates, para o compartilhamento de material (relatórios, referências e demais documentos referentes à pesquisa e aos projetos em desenvolvimento), e para a facilitação da comunicação entre os integrantes.
- Busca de referenciais para subsidiar o Programa de Necessidades – para este item, contou-se com o apoio de responsáveis do Curso de Pedagogia, especialmente nas definições relativas às salas de aula multifuncionais;
- Orientações sobre os referenciais teóricos a serem adotados, em função de revisão bibliográfica dos assuntos pertinentes;
- Definição de metodologias de avaliação para construções mais sustentáveis: Guia do Selo Casa Azul, desenvolvido pela Caixa Econômica Federal; Certificação internacional *Green Building LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)*, desenvolvida pelo USGBC (*United States Green Building Challenge*) e Certificação internacional *Green Building Challenge (GBTool)*, desenvolvida pelo *Internacional Living Building Institute*.
- Definição de metodologia de avaliação para eficiência energética em edificações:
- Selo PROCEL Edifica para Edificações Comerciais e Institucionais, desenvolvido pela parceria entre PROCEL e Eletrobras;
- Orientação de alunos bolsistas de Iniciação Científica.

3.3 Formação de parcerias

A partir do mês de maio, a pesquisa começou a contar com a participação do Escritório Modelo do Curso de Arquitetura e Urbanismo (EMAU) do Centro Universitário UNIVATES. Assim, sob orientação do professor Alex Carvalho Brino, a equipe do EMAU prestou auxílio na materialização das ideias em um Anteprojeto Arquitetônico. Paralelamente à pesquisa em si, o Projeto Arquitetônico foi desenvolvido pelos professores Alex Brino (autor) e Lisandra Krebs (colaboradora).

A fim de obter assessoria técnica na parte de eficiência energética, foi firmada a cooperação com o LAFRIG/UFRGS. Assim, sob orientação do Professor Dr. Paulo Otto Beyer, as propostas em desenvolvimento pela equipe do projeto tiveram sua eficiência energética avaliada, via simulação computacional no software *Energy Plus*. Como contrapartida da Univates, o processo de avaliação bem como seus resultados, integraram o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de um aluno do Curso de Engenharia Mecânica da UFRGS.

3.4 Definições para o projeto elétrico

Considerando-se as tecnologias disponíveis, principalmente o quesito iluminação artificial, foram realizados experimentos comparando-se lâmpadas incandescentes, fluorescentes e *Light Emitting Diode (LED)*. Observou-se que a tecnologia *LED* apresenta a melhor eficiência energética tanto em regime constante como em sistemas de acionamento automático, sendo, portanto, a solução adotada no projeto.

A partir de então, o projeto foi realizado considerando-se as demandas respectivas de cada cômodo. De forma geral, três cenários foram previstos:

- Cenário 1 – Salas de aula e laboratórios: onde são consideradas maiores demandas de iluminação e conforto. Este cenário apresenta diferenças próprias para as regiões próximas às janelas, região próxima ao retroprojetor, região do fundo da sala, entre outras. Sensores foram instalados neste ambiente para se obter uniformidade na iluminação;
- Cenário 2 – Corredores e estacionamentos: onde não se exige iluminação contínua todo o tempo, pois a circulação por estes espaços acontece normalmente só em horários específicos entre aulas. Nestes ambientes foi prevista a técnica de controle automático de iluminação baseado em sensores de presença;
- Cenário 3 – Banheiros: cenário parecido com o anterior, porém com maiores demandas de iluminação e conforto (situação intermediária entre os dois cenários anteriores).

3.5 Simulação computacional da eficiência energética

O processo de simulação teve início com a modelagem tridimensional no software *Google SketchUp* – um programa que permite o desenho tridimensional da edificação a ser simulada (Google, 2012) –, com a utilização de um *plug-in* chamado *Open Studio* (assim como o *Energy Plus*, também criado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos), que permite a criação e edição de superfícies e zonas para o *Energy Plus* (diretamente a partir do modelo tridimensional). Este programa também auxilia, entre outros recursos, a visualização de iluminação natural e criação de mapas de iluminação (DOE, 2012). O trabalho presente utilizou a versão 1.0.9.398 do *plug-in*. Baseando-se no projeto original, apresentado nas Figuras 3 e 4, foi produzido um arquivo que o *Energy Plus* lê e toma como base para realização das simulações.

Figura 3 – Perspectiva da fachada sul do prédio

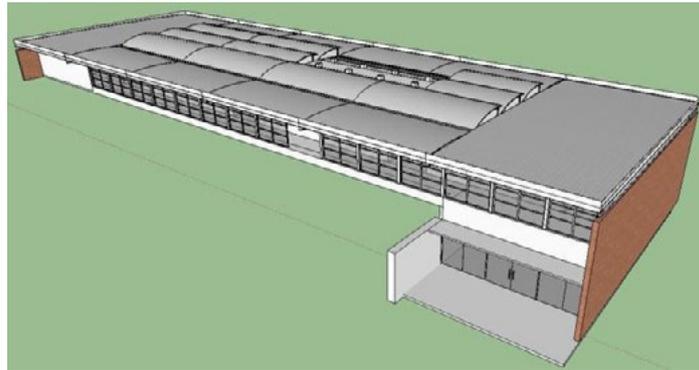
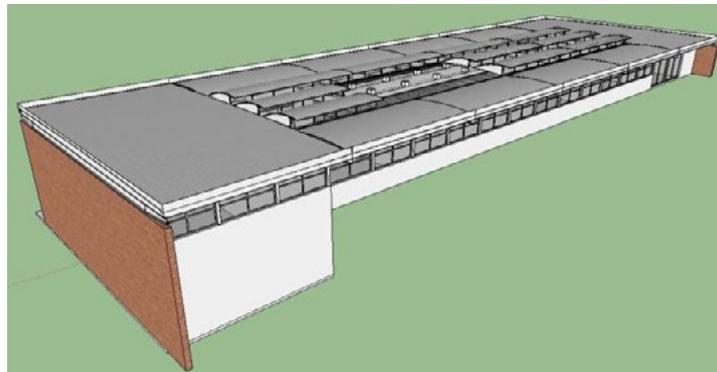


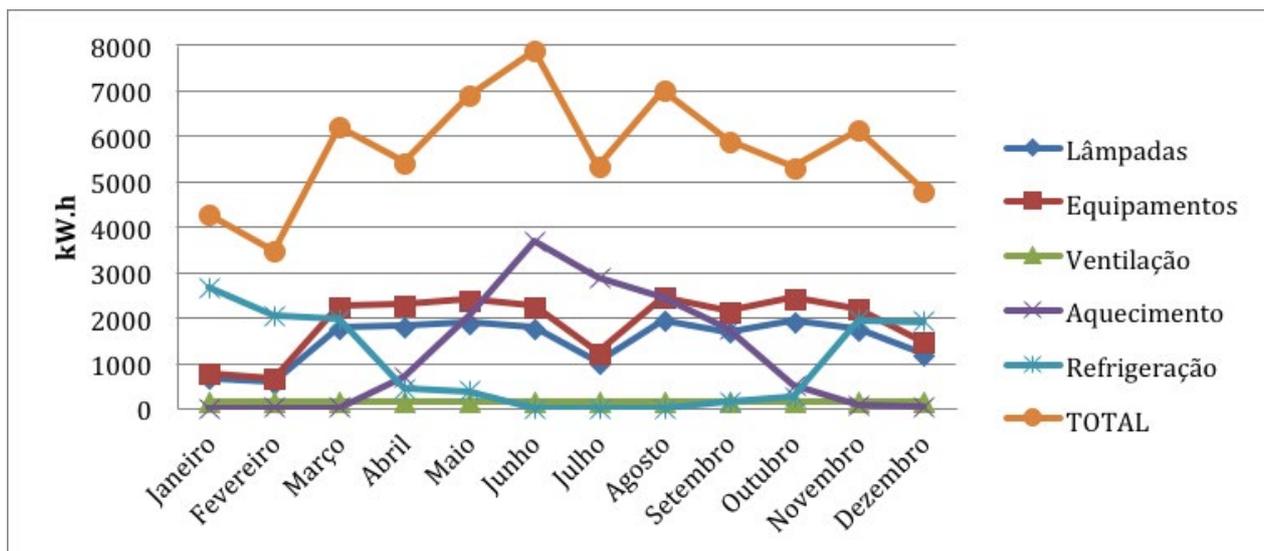
Figura 4 – Perspectiva da fachada norte do prédio



As simulações foram realizadas considerando-se o período de um ano, respeitando o calendário acadêmico da universidade. Isso significa que a edificação terá redução de 50% em suas cargas internas no período de férias de verão e inverno, e uso de 100% nos períodos de aula. Foi definido também que o horário de utilização do prédio ficará restrito aos turnos da manhã e noite, totalizando 2.430 horas anuais.

Os resultados do consumo de energia nos meses de calor são liderados pelo ar condicionado, e também nos meses de frio quando se faz necessário o aquecimento do ambiente. Nota-se adicionalmente que o consumo devido aos equipamentos e iluminação lideram nas meias-estações, crescendo nos períodos letivos da universidade (Figura 5).

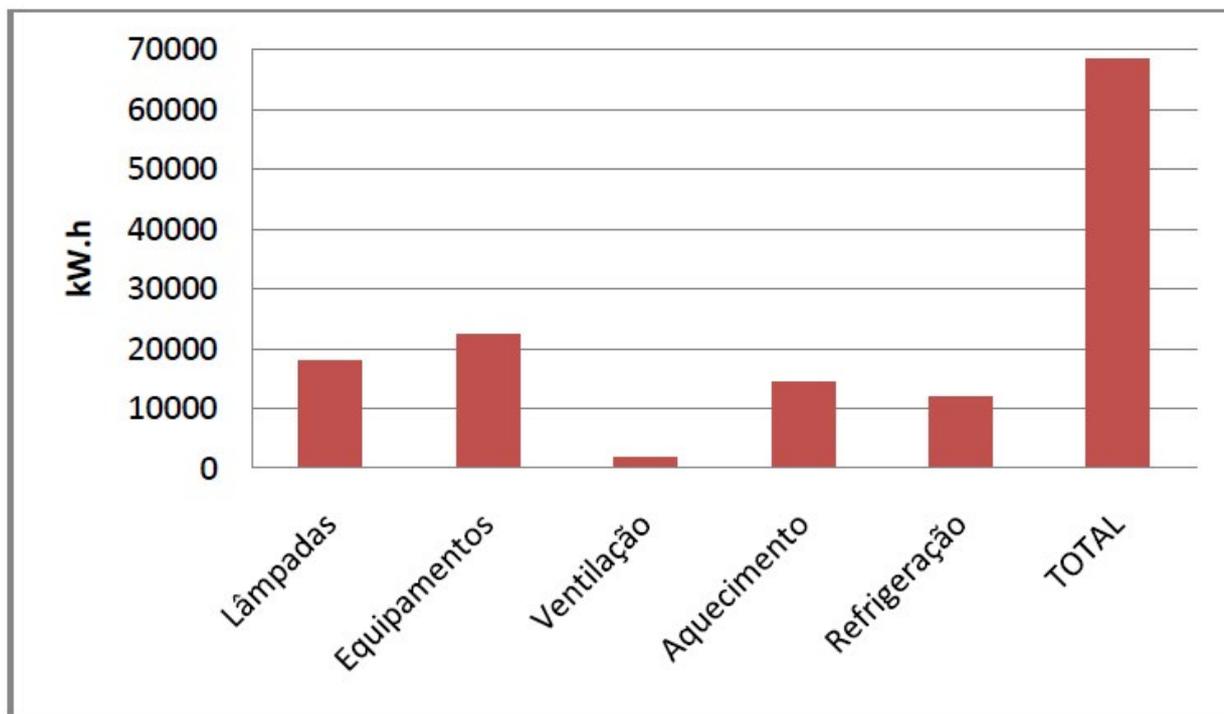
Figura 5 – Gráfico do consumo energético pelos meses do ano no prédio base



Fonte: Os Autores.

Já na Figura 6, visualizam-se os dados de consumo de energia acumulados durante um ano climático genérico. Os dispêndios com equipamentos e iluminação lideram o consumo energético anual.

Figura 6 – Gráfico do consumo energético anual do prédio base



Fonte: Os Autores.

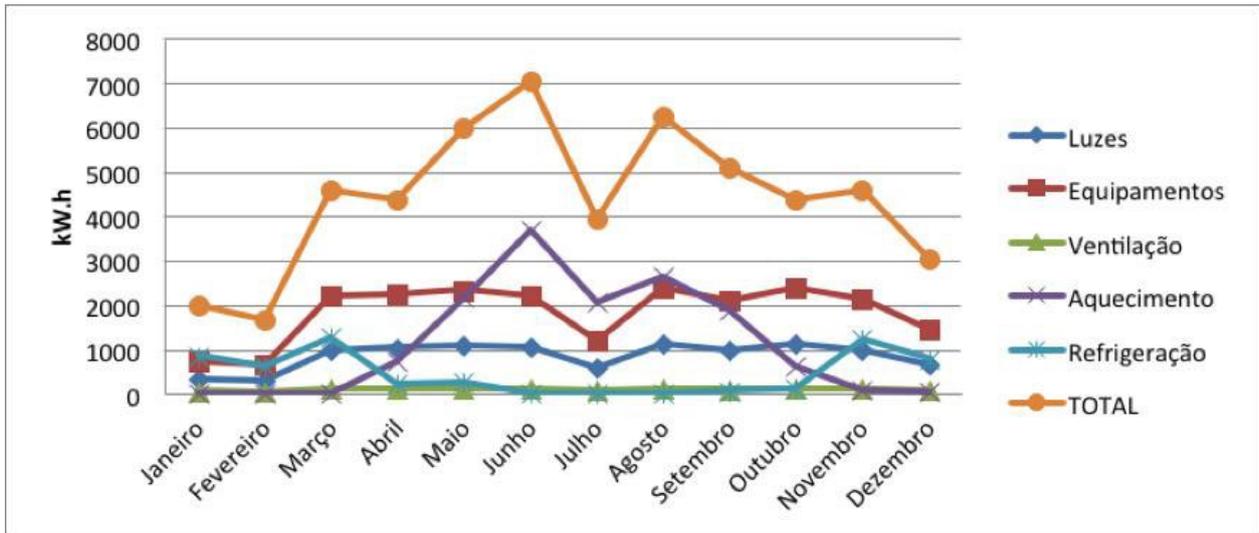
Após simular o prédio base, foram feitas novas simulação com algumas modificações sugeridas. É planejado que esse trabalho atenda a norma ASHRAE 90.1 de (ASHRAE, 2007),

que prevê que um prédio deve ter no máximo 300 horas de desconforto térmico em um ano. Por isso, a seguir são descritas as modificações sugeridas para o projeto:

- a. Sabendo-se das inúmeras vantagens térmicas dos telhados vivos, este foi previsto para a cobertura, contendo uma camada de 0,2 substrato e 0,2 metro de vegetação;
- b. Visto que o maior ganho de calor se dava através das janelas, na nova simulação optou-se por vidros externos duplos, sendo a camada exterior de vidro 3 mm com película com transmissividade visível de 55%, uma camada de 13 mm de ar, e finalizando com vidro claro simples de 6 mm de espessura;
- c. Para reduzir os ganhos de calor por meio dos vidros, foram colocados *brises* externos. Os *brises* utilizados neste trabalho são de refletividade média, e possuem lâminas de 25 cm de largura posicionados na horizontal, 1 cm de espessura e espaçamento também de 25 cm;
- d. Para a redução de energia com iluminação, a tecnologia *LED* foi implementada, pois estas lâmpadas justificam o investimento visto que consomem menos energia, dissipam menos calor e possuem uma maior vida útil;
- e. Dando seguimento em melhorias da iluminação, dois sistemas foram colocados em prática. O primeiro e mais comum se refere ao uso de sensores de presença para áreas onde a circulação de pessoas é eventual – como um corredor, por exemplo. A segunda foi a implementação do controle de iluminação contínuo, ou seja, em horários com bom nível de iluminação natural, a potência ligada de iluminação artificial será diminuída, e o consumo energético será bastante reduzido;
- f. As janelas externas e internas foram automatizadas, para que nos meses de calor (de outubro a abril) as janelas abram quando a temperatura exterior for menor que a interior. Para que isso fosse efetivo, foi necessária instalação de janelas na fachada sul;
- g. Independente de quantas zonas uma edificação possui, se apenas uma delas estiver em desconforto, é considerada uma hora de desconforto. Uma das zonas recebia maior carga térmica, estando em disparidade com as outras. Esta zona tinha um telhado de vidro que foi retirado, substituindo-o pelo mesmo material do cobertura de outras partes do prédio.

Após simulado o modelo com as sugestões propostas, verificou-se um decréscimo do consumo de energia em todos os setores (Figura 7).

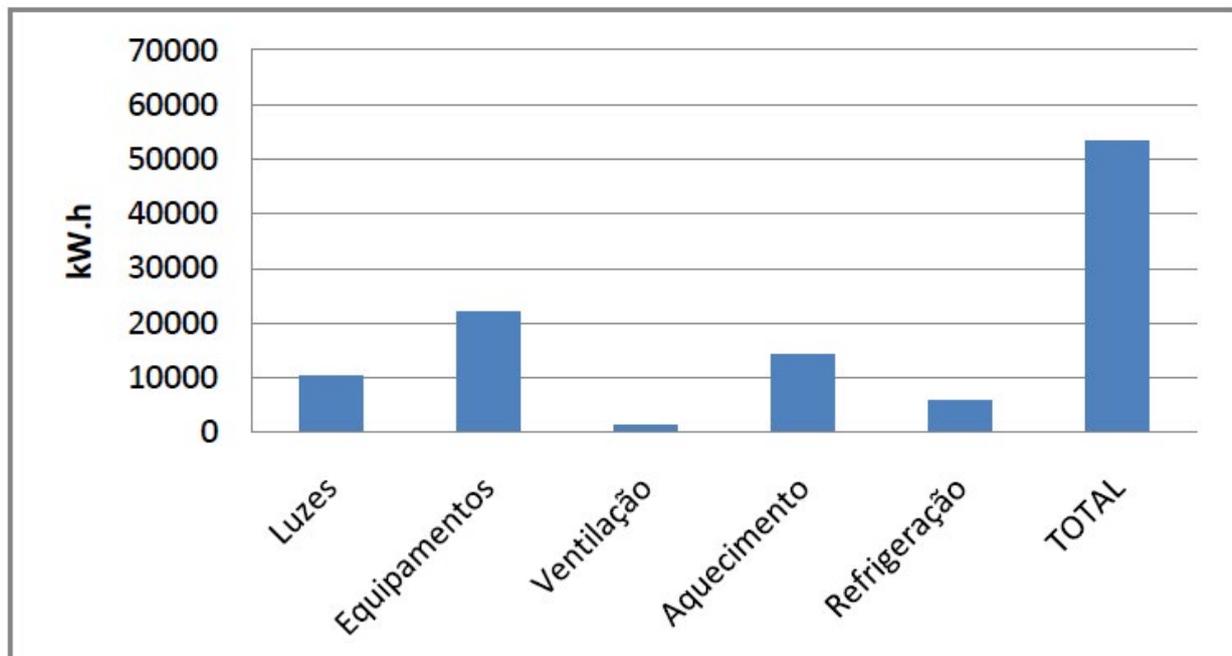
Figura 7 – Gráfico do consumo mensal do prédio final



Fonte: Os Autores.

Em consequência ao menor consumo de energia durante os meses, principalmente iluminação e refrigeração, o consumo anual também foi menor, conforme verificado na figura 8.

Figura 8 – Gráfico do consumo mensal do prédio final



Fonte: Os Autores.

Embora o prédio já se enquadrasse na norma ASHRAE 90.1 [2007], a Tabela 1 mostra que a redução de horas de desconforto térmico no prédio final chegou a 86%. Estas horas ocorrem durante o período transiente após a ligação dos condicionadores.

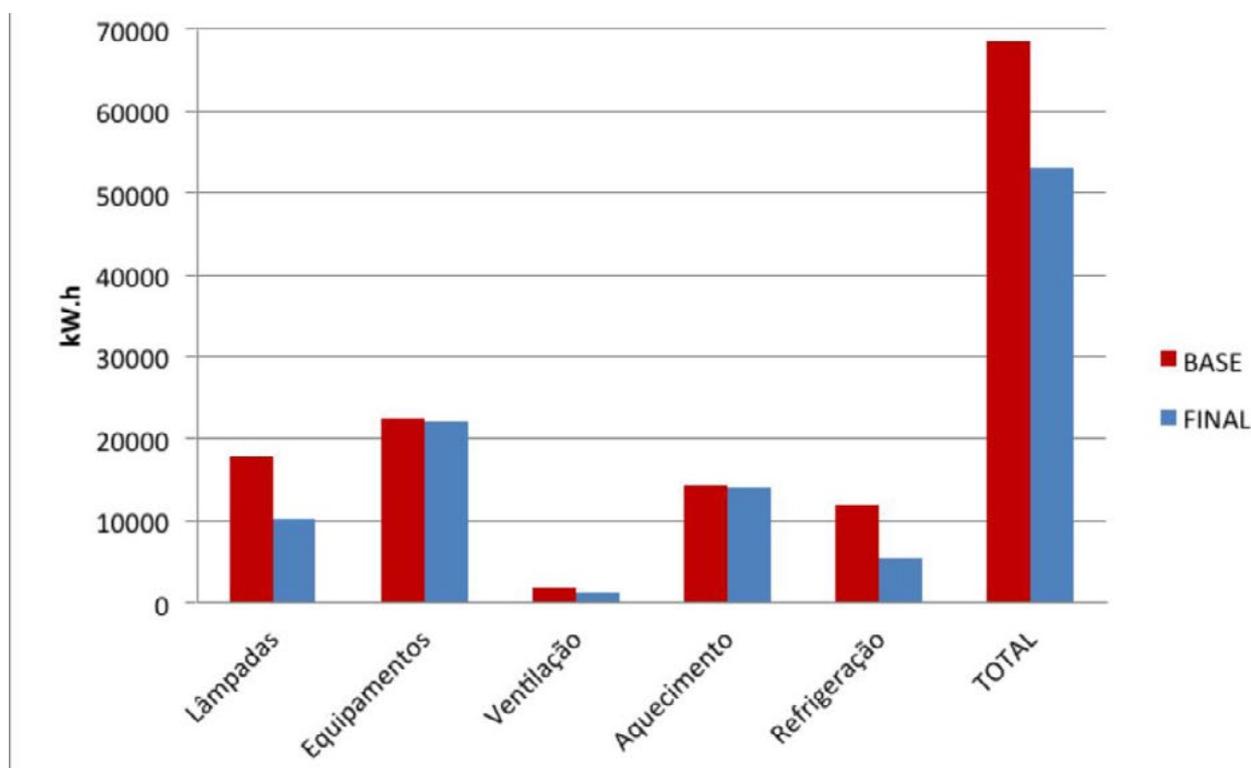
Tabela 1- Horas de desconforto nos prédios base e final

Horas de Desconforto	Horas Totais	Horas de Calor	Horas de Frio
Prédio Base	157	120	37
Prédio Final	22	6	16
Redução (%)	86	95	56,7

Fonte: Os Autores.

As reduções de consumo no prédio final ficam bastante claras quando se analisa a Figura 9, onde estão comparados os prédios nas versões base e final.

Figura 9 – Gráfico comparativo dos consumos energéticos



Fonte: Os Autores.

Por fim, na Tabela 2, fica explicitado que a economia energética do prédio final chegou a 22,5% (15,4 kW.h a menos) quando comparado ao prédio base.

Tabela 2 – Redução do consumo energético com o projeto final

	TOTAL (kW.h)
Prédio Base	68.497
Prédio Final	53.090
Redução	15.407

Fonte: Os Autores.

4. Discussão dos RESULTADOS

4.1 Resultados para o projeto arquitetônico

Com base na análise da simulação de eficiência energética, uma série de modificações estão sendo realizadas no projeto base original, principalmente no que diz respeito ao maior ganho de calor propiciado pelas janelas. Neste sentido está prevista a adoção de vidros duplos, conforme recomendado. Em relação aos brises, está sendo estudado o redimensionamento do projeto, a fim de evitar o escurecimento do interior dos ambientes. Outra atitude importante é a opção pela colocação de um filtro sobre as entradas de luz zenital, a fim de evitar a eliminação total destas entradas de luz (o que minimizaria a qualidade perceptiva do ambiente). No quesito iluminação artificial foi adotada a solução sugerida – conforme está exposta nas definições do projeto elétrico, neste artigo. Quanto à cobertura, estão sendo estudadas alternativas para a minimização de perdas térmicas.

4.2 Resultados para os projetos elétrico e de automação

A capacidade térmica e potência média consumida dos equipamentos previstos para cada cômodo da edificação são peças-chaves do projeto elétrico, tanto do ponto de vista de dimensionamento dos sistemas de climatização, como de iluminação artificial. Conforme já apresentado, as decisões de projeto foram apoiadas por resultados de simulação do *software Energy Plus*, ponderando diversos fatores tais como espessura e material usado na construção das paredes, presença de aberturas com vidro duplo, diferentes topologias e materiais usados na construção do telhado, posição geográfica da edificação e efeitos diversos do clima (região tropical, altura do nível do mar, entre outros) (ENERGYPLUS, 2010).

As simulações feitas permitiram avaliar diversas topologias de cômodos, levando em considerações dados sobre aberturas, consumo energético de aparelhos e da iluminação, climatização, padrão climático diversificado por região e período do ano, perfil de circulação de pessoas para diferentes horários e dias da semana, entre outros.

Fachadas e coberturas envidraçadas agregam valor estético a uma edificação, porém, é sabido que em nosso clima propiciam uma grande carga térmica nos meses de verão. A utilização de películas e vidros duplos apresentou ótimos resultados, fazendo, junto com outras soluções de menor peso, o consumo do ar condicionado com resfriamento reduzir cerca de 50%.

A ferramenta da simulação energética mostrou-se útil, visto que foi possível simular-se diferentes decisões projetuais. Com a adoção das alterações propostas, foi possível reduzir o consumo de energia pela edificação em 22,5%. Todas as alterações sugeridas tiveram efeito positivo, dando-se destaque ao controle de iluminação, responsável por evitar um consumo duas vezes maior.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Univates, por subsidiar a pesquisa e fornecer todas as condições necessárias ao seu desenvolvimento, à Prof. Daiani Clesnei da Rosa, por sua contribuição na área pedagógica, aos professores Marcio Goerck e Odorico Konrad, por sua participação no projeto e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de trabalho conjunto.

5. REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações** – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT (2005).

ASHRAE 90.1, 2007. **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings I-P Edition 2007**. U.S. Department of Energy: Washington, D.C. (2012).

Software Energy Plus e *plug-in* Open Studio. Disponível em: <<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus>>. Acesso em: 09 Dez. 2012.

Eletrobras. **Levantamento de Avaliação de Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Brasília (2010).

Energy Plus. **Energy plus Engineering Reference: The Reference to Energy Plus Calculations**. New York (2012).

Software Google SketchUp 2012. Disponível em: <<http://www.sketchup.com/intl/pt-BR>>. Acesso em 09 Dez. 2012

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A. CATEGORIA 2 In: JOHN, V.M; PRADO, R.T.A. (Org.). **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras (2010).

Krebs, L.F.; Fontes, P. W.; Moschetta, G. G.; Freitas, J. O.; Baldauf, J. P.; Fontaneli, R.; Sattler, M. A. **Diretrizes de Sustentabilidade para a Vila São Judas Tadeu, Porto Alegre – RS**. In: VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Vitória, 2011. Anais...ENECS e ELECS, Vitória: ANTAC (2011).

NAUTIMODELISMO + ENERGIA SOLAR

Maiki Tesche¹

Adriel Zanata, Luana Stoffel, Romulo Jacobus²

Orientadores: Prof. Dr. Cíntia Ourique Monticeli⁽¹⁾

Prof. Me Ronaldo do Espírito Santo⁽²⁾

O objetivo deste projeto é a confecção de um protótipo de nautimodelo movido à energia solar, o qual se tornou a base para a elaboração de regulamento e normas da 6ª Mostra Competitiva de Modelismo – ICET. Tal evento ocorre anualmente na Universidade Feevale, através de uma competição entre os acadêmicos de graduação, mas que nesta edição recebeu fomento do CNPq, para incentivar o gosto pela área tecnológica pelos os alunos de ensino médio de Novo Hamburgo.

Foram feitos ordenados testes com diferentes dispositivos alimentados por placas fotovoltaicas de diversas capacidades de geração de energia, e diversos materiais que barrassem a migração da umidade. Em todo o desenvolvimento, levou-se em conta o peso final, o qual permitisse que a estrutura se mantivesse sobre a água. Após definidos os componentes, o protótipo foi montado e testado em água, onde foi notada a sua viabilidade proposta pelo escopo do projeto.

Assim, finalmente, como fonte de energia utilizou-se uma placa fotovoltaica com potência de 5Watts, a qual alimenta o motor que mantém a hélice em movimento. Esse mecanismo foi acoplado na superfície de madeira revestida por uma camada isolante (verniz-marítimo) e garantiu o funcionamento e a distribuição do peso de seus componentes. A flutuabilidade foi conseguida a partir de garrafas *pet* acopladas ao sistema. O controle de direção foi feito por servomotores conectados a um leme, que recebe comandos externos oriundos de dispositivo remoto (rádio controle).

A partir do nautimodelo desenvolvido pelo grupo, através dificuldades e soluções encontradas, foram desenvolvidas as normas para a 6ª Mostra Competitiva de Modelismo, a qual ocorrerá no dia 09 de novembro de 2013 e envolverá equipes de acadêmicos dos diversos cursos de graduação do instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas da Feevale, e de dez escolas de ensino médio de Novo Hamburgo que foram convidadas para o evento. Pretende-se com isso fomentar o gosto pelas ciências exatas, e que mais alunos escolham cursos nesta área tão carente em nosso país.

Cada equipe receberá um *kit* contendo alguns componentes que deverão obrigatoriamente ser usados na montagem dos protótipos. O motor deverá se mover única e exclusivamente por energia solar captada pela placa.

¹ Docente e aluno da Universidade Feevale, Novo Hamburgo-RS.

² Docente e alunos da Fundação Escola Liberato Salzano Vieira da Cunha, Novo Hamburgo-RS.

As equipes serão avaliadas por cinco jurados, considerando a performance do modelo, a fluabilidade, a utilização dos itens disponibilizados e o comprometimento das equipes em entregar seus projetos.

Este projeto tem o intuito de desenvolver a capacidade de criação, de pesquisa e o conhecimento em fontes de energia limpa, além de, cada vez mais cedo, despertar nos alunos a vontade de criar produtos para melhorar o cotidiano das pessoas, sem afetar o meio ambiente; e, ainda, desenvolver o gosto e o interesse pelas ciências exatas e pela engenharia.

Tags: Nauti Modelo. Placa Fotovoltaica. Modelismo.



UNIVATES

R. Avelino Tallini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil
CEP 95900.000 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000
www.univates.br | 0800 7 07 08 09