



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

PEDRO RICARDO GALLINA

**CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO ATRAVÉS DO
SISTEMA *WETLAND CONSTRUÍDO*: ESTUDO DE CASO
VINÍCOLA GHELLER DE GUAPORÉ - RS**

Lajeado
2010

PEDRO RICARDO GALLINA

**CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO ATRAVÉS DO
SISTEMA *WETLAND CONSTRUÍDO*: ESTUDO DE CASO
VINÍCOLA GHELLER DE GUAPORÉ - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário UNIVATES, como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Área de concentração: Engenharia Ambiental

ORIENTADOR: Odorico Konrad

Lajeado

2010

PEDRO RICARDO GALLINA

CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO ATRAVÉS DO SISTEMA *WETLAND CONSTRUÍDO*: ESTUDO DE CASO VINÍCOLA GHELLER DE GUAPORÉ - RS

Este trabalho foi julgado adequado para a aprovação na disciplina de TCC, sendo aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: _____

Prof. Odorico Konrad, Engenheiro Civil, PUC/RS
Doutorado em Engenharia Ambiental e Sanitária.
Montanuniversitat Leoben - Áustria

Banca Examinadora:

Prof. Everaldo Rigelo Ferreira, UNIVATES

Prof. Odorico Konrad, UNIVATES

Bióloga. Tamara Bianca Horn, UNIVATES

Coordenador do curso de Engenharia Ambiental: _____

Prof. Everaldo Rigelo Ferreira

Lajeado, novembro 2010.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, força e coragem.

A minha família, esposa Marla e aos meus filhos Tamara e João Pedro pelo amor, apoio, compreensão e paciência.

Aos meus pais Attilio e Lucide e as minhas irmãs Maria Helena e Juliana pelo carinho, incentivo, ajuda e compreensão demonstrados em todos os momentos.

Ao orientador, amigo Prof. Dr. Odorico Konrad, pelos ensinamentos, orientação e incansável colaboração na elaboração deste trabalho.

A vinícola Gheller, na pessoa do seu proprietário José Antonio Gheller pela cedência do local de estudo, também agradecer os colaboradores e amigos Dilson e Jean.

Ao professor Everaldo nosso incansável coordenador pela colaboração, incentivo e apoio no desenvolvimento do trabalho.

À UNIVATES pela oportunidade e ensino de qualidade que me proporcionou.

Aos colegas de turma pela amizade, coleguismo e ajuda mútua demonstrada durante a graduação.

Aos amigos e a todos que contribuíram para a execução deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

O presente estudo avaliou a evapotranspiração em um processo de tratamento de efluente com sistema *wetland construído*, com estudo de caso da vinícola Gheller de Guaporé. O experimento analisou a evapotranspiração, avaliando redução do volume entre a entrada e saída considerando as variáveis climáticas, temperatura, umidade e precipitação pluviométrica e sua interferência no processo. Existem diversas maneiras de se medir evapotranspiração, mas devido aos altos custos dos equipamentos, tais técnicas quase sempre se restringem à pesquisa. É comum o uso de dados meteorológicos de outras localidades para cálculos de evapotranspiração, para evitar esta correlação instalou-se uma estação meteorológica no local de estudo. Obteve-se um resultado de evapotranspiração na ordem 23,08% de eficiência para obtenção de efluente zero no estudo em escala real utilizando-se para isso o cálculo do balanço hídrico, pelo período de 20 dias. Os resultados obtidos com o experimento nos mostraram uma forte influência da umidade e da temperatura com relação à eficiência na evapotranspiração, podendo a mesma chegar a valores 67,5%, quando estas variáveis tiveram um comportamento favorável ao processo. Outrossim é oportuno mencionar que a precipitação pluviométrica tem fator relevante para o processo, pois pode incrementar a vazão de acordo com a área de captação.

Palavras-chaves: Evapotranspiração. Efluentes de Vinícolas. *Wetland construído*.

ABSTRACT

This study evaluated the evapotranspiration process in a wastewater treatment with *constructed wetland* system, in a study case of winery Gheller, from Guaporé city. The experiment examined the evapotranspiration, assessing volume reduction between the input and output, considering the climatic variables, temperature, humidity and rainfall and its interference in the process. There are several ways to measure evapotranspiration but due expensive equipments, these techniques almost always are restricted to research. It's common to use meteorological data from other localities to calculating evapotranspiration, to avoid this correlation was installed a meteorological station it the study site. Was obtained efficiency in evapotranspiration in order of the 23.08% at full-scale study for obtain zero effluent, using the water balance in a period for 20 days. The results obtained in the experiment showed a strong influence of humidity and temperature related to efficiency in evapotranspiration, for 67.5% when these variables had a positive performance in the process. Also it should be mentioned that the precipitation it's a relevant factor for the process because it can increase the flow rate according to catchment area.

Keywords: *Evapotranspiration. Wastewater Wineries. Constructed wetland.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	Objetivo geral.....	16
2.2	Objetivos específicos.....	16
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
3.1	História do vinho.....	17
3.2	Atividade vinícola no Brasil.....	17
3.3	Atividade Vinícola no Rio Grande do Sul e na região da Serra Gaúcha.....	19
3.4	Processo de produção de vinhos	20
3.5	Impactos ambientais relacionados à atividade vinícola.....	21
3.5.1	Efluentes vinícolas.....	23
3.5.2	Tratamento de efluentes vinícolas.....	23
3.5.3	Tratamento biológico de efluentes vinícolas.....	23
3.5.4	Tratamento por sistema <i>wetland construído</i>	25
3.5.5	Descrição de um <i>Wetland construído</i> e natural.....	27
3.5.6	Componente básico de um <i>wetland</i>	30
3.6	Processos de evapotranspiração.....	31
3.6.1	Grandezas e características da evapotranspiração.....	32
3.6.2	Fatores que intervêm na intensidade da evapotranspiração.....	32
3.6.3	Grau de umidade relativa do ar atmosférico.....	33
3.6.4	Vento.....	34
3.6.5	Temperatura.....	34
3.6.6	Radiação solar.....	35
3.6.7	Pressão barométrica.....	36
3.6.8	Superfície do solo.....	36
3.6.9	Vegetação.....	36
3.6.10	Cálculo da evapotranspiração pelo balanço hídrico.....	37
4	METODOLOGIA.....	38
4.1	Localização do experimento e descrição da vinícola.....	39
4.2	Processo produtivo e identificação de resíduos gerados pela atividade da vinícola	41
4.3	<i>Wetland construído</i> , sistema de proteção e descrição dos substratos	42
4.4	Tempo de retenção hidráulica e vazão de entrada no <i>wetland construído</i>	44
4.5	Estação meteorológica e monitoramento das variáveis climáticas.....	44
4.5.1	Considerações climáticas do local de estudo.....	46
4.6	Medição da vazão de entrada e saída do experimento	47
4.7	Aferição da vazão de vazão de entrada no <i>wetland construído</i>	49
4.8	Coleta de dados da vazão de entrada e saída do <i>wetland construído</i>	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	59
	ANEXO 1: TABELA DE LEITURAS DE MONITORAMENTO DE VAZÃO DE ENTRADA E SAÍDA DO <i>WETLAND CONSTRUIDO</i>.....	66



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Gráfico de produção e comercialização de uvas e vinhos panorama 2003 (IBGE, 2003).....	19
Figura 2 Aplicação de agroquímicos em videiras, prática comum no ciclo de desenvolvimento.....	22
Figura 3 Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes de vinícola de pequeno porte.....	25
Figura 4 Vista sistema de tratamento por <i>wetland construído</i> , sistema subsuperficial, com plantas em desenvolvimento.....	27
Figura 5 Diagrama mostrando sistema de tratamento por <i>wetland construído</i> , subsuperficial (Subsurface Flow - SSF) (KADLEC; KNIGHT, 1996).....	28
Figura 6 Diagrama mostrando sistema de tratamento por <i>wetland construído</i> , sistema superficial (Surface Flow – SF) (KADLEC; KNIGHT, 1996).....	29
Figura 7 Vista mostrando <i>Typha latifolia</i> em pleno desenvolvimento muito usada nos sistemas de <i>wetland construído</i>	29
Figura 8 Vista de um sistema <i>wetland construído</i> , mostrando o substrato (areia) e plantas em desenvolvimento <i>Zantedeschia aethiopica</i>	30
Figura 9 Esquema mostrando a transpiração (T) e a evaporação (E).....	31
Figura 10 Gráfico demonstra quanto maior a temperatura maior a capacidade do ar em receber vapor.....	35
Figura 11 Organograma de funcionamento de um <i>wetland construído</i> , adaptado na estação de tratamento de efluentes da vinícola Gheller para o experimento..	38
Figura 12 Mapa de localização do local de estudo (IBGE, 2000; QUICKBIRD, 2006)....	40
Figura 13 Vista frontal da vinícola Gheller, local do estudo.....	41
Figura 14 Fluxograma de vinificação, com pontos de geração de efluentes.....	42
Figura 15 <i>Wetland construído</i> vista frontal, com detalhe das camadas de substrato.....	43
Figura 16 <i>Wetland construído</i> vista longitudinal, com detalhe entrada e saída do sistema.	43
Figura 17 Vista do <i>wetland construído</i> mostrando a disposição das camadas de substrato, com fase concluída sem lâmina de água aparente.....	43
Figura 18 <i>Wetland construído</i> com plantas sem lâmina de água aparente, local do experimento.....	44
Figura 19 Estação Meteorológica no local do estudo em funcionamento.....	45
Figura 20 Receptor da Estação Meteorológica recebendo dados simultâneos em tempo real.....	45
Figura 21 Classificação Climática de Köppen para o Brasil.....	46
Figura 22 Média mensal ao longo do ano das variáveis climatológicas: precipitação e temperatura, fonte estação meteorológica Escola Agrícola Guaporé, 2008, adaptada pelo autor.....	47
Figura 23 Medidor de vazão (hidrômetro) instalado na entrada do <i>wetland construído</i> para leitura da vazão.....	48
Figura 24 Medidor de vazão (hidrômetro) instalado em reservatório da saída do <i>wetland construído</i> para leitura da vazão, flagrante coleta da leitura.	49

Figura 25 Aferição da vazão de entrada no <i>wetland construído</i> com o uso do copo calibrador.....	50
Figura 26 Coleta de dados de vazão de entrada e saída, mostrando horário de coleta e leitura do hidrômetro.....	51
Figura 27 Gráfico mostrando a vazão de entrada, vazão de saída e percentual de evapotranspiração.....	54
Figura 28 Gráfico mostrando a temperatura e umidade no período do experimento.....	56



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Pressão de saturação do vapor de água.....	35
---	----



LISTA DE ABREVIATURAS

ATM: atmosfera

C: constante

Cfa: clima temperado úmido com Verão quente

Cfb: clima temperado úmido com Verão temperado

CO₂: dióxido de carbono ou gás carbônico

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONSEMA: Conselho Estadual do Meio Ambiente

DBO: demanda bioquímica de oxigênio

DHS: sistema despoluição hídrica com solos

DQO: demanda química de oxigênio

E: evaporação

ET: evapotranspiração

ETE: estação de tratamento de efluentes

ETc: evapotranspiração da cultura

FEPAM: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler

g: gramas

g: coeficiente psicrométrico

h: hora

ha: hectare

hL: hectolitro

H₃PO₄: ácido ortofosfórico

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia

L: litro

m: metro

min: minuto

m²: metro quadrado

m³: metro cúbico

mg: miligramas

mm: milímetro

N: nitrogênio

O: oxigênio

P: fósforo

Pa: pressão do vapor de água no ar atmosférico

PEAD: Polietileno de alta densidade

pH: potencial hidrogeniônico

Po: pressão de saturação do ar à temperatura da água

PVC: Policloreto de vinila

Q: vazão

RS: radiação solar no nível da superfície, em mm/dia

S: declividade do leito

SAD 69: South American Datum 1969

SBBR: reator com biofilme em bateladas sequenciais

SO₂: anidro sulfuroso

SS: sólidos suspensos

t: tempo de resistência hidráulica

T; temperatura

T: transpiração

TCC: trabalho de conclusão do curso

Tu: temperatura de bulbo úmido

UASB: reator anaeróbio de fluxo ascendente

UTM: Universal Transverso de Mercator

Kg: quilograma

km²: quilômetro quadrado

Kc: coeficiente de cultura

W: fator de ponderação dependente da temperatura do bulbo úmido (Tu) e do coeficiente psicrométrico (g)

%: por cento

°C: grau Celsius

1 INTRODUÇÃO

No segmento econômico da vitivinicultura o Brasil está apenas começando. A produção mundial de vinhos chegou a 26,8 bilhões de litros em 2002, contra 27,7 bilhões de litros em 2001. A França aparece como maior produtor mundial de vinhos, com 5,2 bilhões de litros em 2002, seguida por Itália (4,46 bilhões de litros) e Espanha (3,44 bilhões de litros). No mercado internacional, o Brasil é apenas um mero coadjuvante com uma participação que representa pouco mais de 0,2% e sua capacidade anual de produção lhe garante apenas a 16ª posição no *ranking* mundial (ANUÁRIO BRASILEIRO, 2004).

As questões ambientais são elementos essenciais para a competitividade da indústria vinícola. Alterações nos processos, recuperação de subprodutos e reutilização de efluentes, são algumas das medidas possíveis que as empresas deste setor podem implementar tendo em vista uma política de eco-eficiência. Uma peça essencial dessa estratégia é uma estação de tratamento de águas residuais que maximize a eficiência e minimize os custos de investimento e operação. Esta questão assume especial interesse na indústria vinícola, dado rejeitar efluente que, a mercê da composição e das cargas orgânicas associadas, representam um sério problema ambiental (RODRIGUES et al. 2004).

No contexto atual, os empreendimentos vinícolas para cumprirem a legislação ambiental, no que tange ao descarte de efluentes, necessitam realizar os devidos licenciamentos ambientais e apresentar o sistema de tratamento mais adequado visando diminuir o grau de contaminação.

Em geral, os efluentes das vinícolas têm características semelhantes, diferenciando-se somente pela quantidade gerada. A gestão ambiental é fundamental, haja vista que desta forma pode-se reduzir a quantidade de efluentes gerados, utilizando técnicas adequadas e qualificadas como retirada dos sólidos sem veiculação hídrica.

O tratamento de efluentes de vinícolas tem se caracterizado por processos físico-químicos, que demandam uso de produtos químicos e altos gastos de energia para redução das cargas orgânicas.

Segundo Haberl (1999), uma das tecnologias mais promissoras dentre os sistemas naturais de tratamento de efluentes são os sistemas de *wetlands*, utilizados devido às suas características de simplicidade de construção, operação e manutenção, estabilidade dos processos envolvidos, o custo efetivo, dentre outros.

Os *wetlands* conhecidos como sistemas naturais de tratamento de efluentes são mais usados em países desenvolvidos do que em países em desenvolvimento, que, *a priori*,

possuem melhores condições climáticas para seu emprego. Esses sistemas são caracterizados por uma grande complexidade biológica, com conseqüente alta robustez e estabilidade operacional, qualidades estas bastante requeridas no contexto das comunidades em desenvolvimento (SHIPIN et al., 2004).

Apesar da importância do fenômeno da evapotranspiração influenciar no volume de efluentes, não foram encontradas pesquisas conclusivas que auxiliem um profissional a dimensionar um projeto de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) com sistema *wetland construído* levando em consideração esta variável.

De forma geral, a evapotranspiração tem influência direta da superfície avaliada e dos fenômenos climáticos como temperatura, radiação solar, vento e umidade, portanto, no estudo proposto será levado em consideração estas variáveis.

Particularmente a geração de efluentes vinícolas ocorre na estação do verão, onde a radiação solar é mais intensa, a temperatura está mais elevada, o fotoperíodo mais longo e a precipitação pluviométrica menor, fatores que contribuem favoravelmente para o aumento da evapotranspiração justificando a importância do presente estudo.

Diante disto, propõe-se um sistema que realize o tratamento do efluente com método biológico, e posterior destinação a um sistema de *wetland construído*, onde as plantas têm a função de realizar um polimento nas cargas orgânicas residuais, procurando avaliar o processo físico de evapotranspiração e a diminuição do volume de efluentes a ser liberados nos corpos hídricos receptores.

A presente pesquisa se divide nos seguintes capítulos: no capítulo 2 são apresentados os objetivos; capítulo 3 a revisão bibliográfica e a conceituação do problema; no capítulo 4 descrevem-se a metodologia adotada no trabalho; no capítulo 5 são apresentados os resultados e discussões e no capítulo 6 descreve-se as conclusões e recomendações de estudos futuros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar e estudar evapotranspiração dos efluentes líquidos em uma ETE de uma vinícola de pequeno porte com sistema *wetland construído*.

2.2 Objetivos específicos

- a) Estudar a diminuição de volume de efluente através da evapotranspiração numa ETE de uma vinícola com sistema *wetland construído*, durante um período determinado;
- b) Estimar a média de evapotranspiração no dimensionamento de *wetland construído* para a região;
- c) Avaliar a influência da variação da temperatura do ar, umidade relativa e precipitação pluviométrica com relação ao processo de evapotranspiração.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 História do vinho

Para Phillips (2003) as origens do vinho são tão nebulosas como devem ter sido as primeiras safras. Nunca vamos saber quem primeiro permitiu que o sumo da uva fermentasse até se tornar vinho, sua origem é cercada de muitas histórias, mitos e fábulas.

Segundo relato de Dal Pizzol (1990) a videira é anterior ao surgimento do homem, há 300 mil anos, prova disso seria a descoberta de fósseis reproduzindo folhas de parreira no período terciário e geológico.

Cerca de cinco mil anos antes de Cristo, existem relatos de que o vinho já era parte da cultura de alguns povos do Oriente Médio e da Ásia menor. No Egito e na Grécia antiga, era associado a divindades e objeto de distinção social. Porém, com o passar dos séculos, sua relevância e penetração oscilaram tanto que alguns povos que no passado o veneravam, hoje o proíbem veementemente. O fato é que o vinho influenciou e continua a influenciar os hábitos alimentares, culturais, religiosos, sobretudo, econômicos de seus apreciadores. Em muitos países europeus a tradição de alguns *château* e casas de vinhos remontam a mais de dez séculos de história, tornando-os símbolos de poder, *status* e bom gosto, agregando, assim, altos valores aos seus produtos e movimentando bilhões anualmente às suas economias (PHILLIPS, 2003).

Conforme relata Phillips (2003) o vinho é um símbolo de distinção social, existindo desde a Grécia antiga a diferença entre a bebida que era produzida para a massa e o vinho de qualidade elaborado para poucos.

3.2 Atividade vinícola no Brasil

A viticultura brasileira nasceu com a chegada dos colonizadores portugueses, no século XVI. As primeiras videiras teriam sido trazidas por Martin Afonso de Souza, que as plantou em sua Capitania de São Vicente. Presume-se que eram vinhas adequadas para a produção de vinho (*Vitis vinifera*), originárias de Espanha e Portugal. O cultivo teria se espalhado por outras regiões, mas em 1789, um decreto protecionista promulgado por Portugal proibiu o plantio de uvas, inibindo completamente a produção e comercialização de vinho no Brasil. Permaneceu como cultura doméstica até o final do século XIX, tornando-se

uma atividade comercial a partir do início do século XX, por iniciativa dos imigrantes italianos estabelecidos no sul do país a partir de 1875 (IBRAVIN, 2010).

Herdeiros de uma longa tradição de elaborar vinhos, os imigrantes italianos trouxeram a cultura vitivinícola, a fim de preservar suas tradições e hábitos alimentares, além do estreito vínculo com aspectos culturais, religiosos e familiares. Logo, esta cultura também teve importância econômica o observa-se até os dias atuais. Atualmente, o setor agrega mais de 16 mil famílias e produtores rurais, e mais de 600 unidades vinificadoras, empregando mais de 200 mil trabalhadores de forma direta e indireta em toda a cadeia (CADASTRO VINÍCOLA, 2009).

Desde seu início até a década de 1960, a viticultura brasileira ficou restrita às regiões sul e sudeste, mantendo as características de cultura de clima temperado, com um ciclo vegetativo anual e um período de repouso, definido pela ocorrência de baixas temperaturas dos meses de inverno. A partir de então, o cultivo da uva “Itália” foi levado, com sucesso, para a região semi-árida do Vale do Sub-Médio São Francisco, marcando o início da viticultura tropical no Brasil. Sempre com base na uva “Itália”, a viticultura tropical expandiu-se rapidamente, com a consolidação do polo do Norte do Paraná, na década de 1970, e dos polos do Noroeste de São Paulo e do Norte de Minas Gerais na década seguinte. A partir de 1990 surgiram diversas novas regiões vitícolas, alguns voltados à produção de uvas de mesa, outros direcionados à produção de uvas para a elaboração de vinho e suco.

Em 2006, o Brasil possuía cerca de 90.000 ha de área plantada com videiras, dos quais 47.584ha se encontravam no estado do Rio Grande do Sul, 4.986ha plantados em Santa Catarina, e o restante era distribuído em outros estados, como Pernambuco (6.471ha), Bahia (3.150ha), Minas Gerais (929ha), São Paulo (18.772ha) e Paraná (5.900ha), conforme demonstrado na Figura 1. Ainda em 2006, a produção de uvas foi de aproximadamente 1.228.390 toneladas, e deste montante, 38,32% foi destinada à elaboração de vinhos e derivados (BRASIL, 2007).

Do total de uvas produzidas no Brasil em 2007, 47,02% foram destinadas à elaboração de vinhos e derivados estando concentrados na região da Serra Gaúcha - RS (BRASIL, 2007).

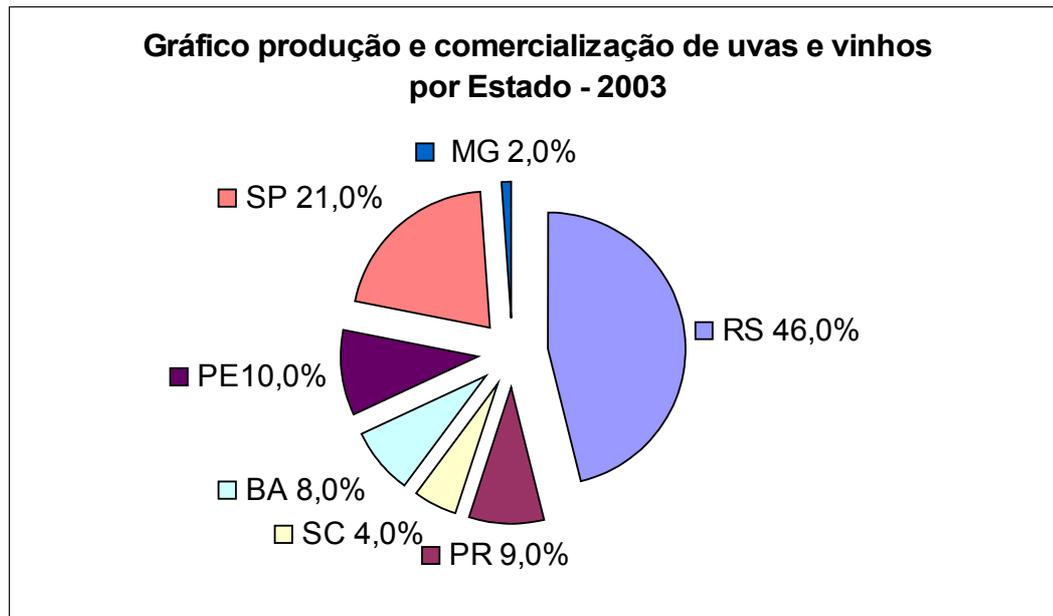


Figura 1 Gráfico de produção e comercialização de uvas e vinhos panorama 2003 (IBGE, 2003)

3.3 Atividade Vinícola no Rio Grande do Sul e na região da Serra Gaúcha

Com a segunda imigração italiana, em 1875, ao Estado do Rio Grande do Sul, iniciou na realidade a vitivinicultura brasileira: os imigrantes italianos iniciaram o cultivo da vinha na Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul, denominada hoje “Serra Gaúcha”.

A Serra Gaúcha está localizada no Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, cujas coordenadas geográficas e indicadores climáticos médios são: latitude 29°S, longitude 51°W, altitude 600-800m, precipitação 1.700mm, temperatura 17,2°C e umidade relativa do ar 76%.

É a maior região vitícola do país com cerca de 40 mil hectares de vinhedos. Trata-se de uma viticultura de pequenas propriedades, pouco mecanizada devido à topografia acidentada, onde predomina o uso da mão-de-obra familiar.

A cidade de Guaporé, local da pesquisa, está situada na Serra Gaúcha, Estado do Rio Grande do Sul, a 210km da Capital, Porto Alegre. A atividade vinícola no município é exercida sem grandes impactos sobre as estatísticas da Secretaria Municipal da Agricultura e Fazenda. Atualmente, existem cerca 150ha de videiras sendo cultivadas, parte destas é de variedades *Vitis vinifera*, utilizadas na elaboração de vinhos finos, o qual citamos três vinícolas Vinícola Gheller, Vinícola Giaretta e Vinícola Scalco (CADASTRO VITÍCOLA, 2009).

3.4 Processo de produção de vinhos

Vinho é a bebida obtida da fermentação alcoólica do mosto da uva fresca, saudável e madura (BRASIL, 1988). Segundo Hashizume (1975), uma possível definição para o vinho seria baseada na definição bioquímica: “bebida proveniente da fermentação alcoólica dos açúcares do suco de uva pelas leveduras e, em certos casos, pelas bactérias lácticas”.

A uva é composta de duas partes bem distintas, a parte herbácea (denominada engaço) e a parte carnosa (denominada baga ou grão). O engaço, parte que suporta os grãos, é constituído pelo pedúnculo e suas ramificações, correspondendo de 2 a 5% da uva madura, é rico em água, matéria lenhosa, resinas, minerais e taninos. O grão de uva é formado de 85 a 92% de polpa (que contém água, açúcares, ácidos orgânicos, etc.), 6 a 12% de casca ou película e 2 a 5% de semente (que contém 10 a 20% de óleo comestível de boa qualidade) (HASHIZUME, 1975).

O vinho é composto principalmente por água, alcoóis, açúcares, ácidos orgânicos, proteínas, compostos fenólicos e aromáticos, entre outros. A água, que corresponde de 70 a 90% da composição do vinho, é inteiramente proveniente das uvas, sendo proibida por lei a adição de água ao vinho (Guerra & Barnabé, 2005). Dentre os alcoóis, o álcool etílico é o mais importante do vinho correspondendo a uma proporção de 72 a 120g/L, enquanto os demais alcoóis representam 0,5% do total: glicerol (5 a 10 g/L), butilenoglicol (0,3 a 1,5 g/L), inositol (0,5 g/L), metanol (0 a 635 mg/L), entre outros (HASHIZUME, 1975).

Podemos dizer que existem dois tipos básicos de vinho, o vinho branco e o vinho tinto: o vinho branco é obtido da separação do mosto da uva das cascas e sementes após o desengace e esmagamento dos bagos da uva, sendo o produto da fermentação do mosto clarificado. Os vinhos tintos resultam, usualmente, da fermentação de mostos não-clarificados (mostos com cascas, bagos e sementes), preparados também a partir de uvas desengaçadas e esmagadas (RODRIGUES et al., 2006).

Para produção do vinho, uvas maduras recebidas pela cantina em caixas plásticas de 18 quilos, são pesadas e tem seu teor de açúcar determinado em laboratório, para posterior correção do mosto. Em seguida, a uva é desengaçada, moída e recebe uma dose de SO₂ (7g/hL para vinho branco e 5g/hL para vinho tinto) antes de ser bombeada para a pipa de fermentação. Os engaços, mecanicamente separados e retirados durante o desengace, são encaminhados para disposição no campo.

3.5 Impactos ambientais relacionados à atividade vinícola

O processo de produção do vinho gera os mesmos tipos de resíduos, variando, em função da escala e das quantidades geradas de uma vinícola para outra. Segundo Musee, Lorenzen & Aldrich, (2005), os resíduos normalmente produzidos são:

- a) Sólidos orgânicos, provenientes da própria uva (casca, engaço, sementes, bagaço);
- b) Sólidos inorgânicos (*bentonite*, terra de diatomácea, produtos de filtração, etc.);
- c) Emissões gasosas (CO₂, compostos orgânicos voláteis, etc.);
- d) Efluentes advindos da atividade produtiva.

Para 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 líquidos, os odores e emissões atmosféricas resultantes dos processos de vinificação e do gerenciamento dos subprodutos originados, além de ruídos ocasionados pelos equipamentos de vinificação.

Ortigara (2009) quantifica em 1,78 litros, o consumo médio de água por litro de bebida produzida. Este valor encontra-se entre o valor médio de consumo encontrado na França, 2,9 litros/Litro de vinho e Israel, 0,5 litro/Litro de vinho (VAN DER LEEDEN; TROISE; TOLD, 1990 apud MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

A geração de resíduos durante a safra é comum, resíduos do processamento da uva (engacos, sementes, cascas e borra) principalmente na área produtiva. A limpeza destes, geralmente é realizada utilizando-se a força hídrica. Por este motivo, uma das atividades que deve ser incentivada é a limpeza inicial a seco dos resíduos sólidos, o que, além de reduzir o consumo de água, diminui o arraste de resíduos ao sistema de tratamento de efluentes (MIERZWA; HESPANHOL, 2005; MUSEE et al., 2005). A substituição dos equipamentos comuns de lavagem por equipamentos de alta pressão podem facilitar o processo da limpeza e reduzir o consumo de água (MIERZWA; HESPANHOL, 2005, MUSEE; LORENZE; ALDRICH, 2005).

Santos (2005) apresenta algumas medidas que podem ser adotadas para redução da geração de efluentes em vinícolas como, a instalação de válvulas automáticas que cortem o fluxo de água quando houver paradas por falta de energia, o uso de aspersores mais eficientes, controle da pressão da água, retirada de sólidos sem uso de água. Outra medida, citada pelo autor, seria a reutilização do efluente da lavadora de garrafas em uma etapa

anterior de pré-lavagem de garrafas ou lavagem de pisos, o que pode permitir redução de até 30% do consumo.

O lançamento de efluentes vinícolas deve obedecer à legislação, conforme padrões exigidos na Lei 9.433/1997 que “Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos” e a Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) – CONAMA 357/2005. Para o Rio Grande do Sul, a RESOLUÇÃO Nº 128/2006 do CONSEMA (Conselho Estadual do Meio Ambiente), que dispõe sobre a fixação de padrões de emissão de efluentes líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul (CONSEMA, 2006).

Cabe também considerar em relação aos impactos ambientais da produção vitivinícola que apesar da serra gaúcha ser considerada climaticamente viável para o cultivo de videiras (WESTPHALEN; MALUF, 2000), apresenta uma ocorrência elevada de chuvas durante os períodos de floração à colheita (primavera e verão). A viabilização de cultivo da videira nessa região requer a aplicação preventiva e frequente de produtos químicos para o controle de doenças fúngicas, em média são realizados 15 tratamentos fitossanitários por ciclo da videira como visto na Figura 2. Esse cuidado torna-se ainda mais acentuado para as cultivares de *Vitis vinifera*, que são as mais suscetíveis a doenças e as mais valorizadas (CHADHA; SHIKHAMANY, 1999).



Figura 2 Aplicação de agroquímicos em videiras, prática comum no ciclo de desenvolvimento.

3.5.1 Efluentes vinícolas

Uma característica importante do efluente vinícola é a sazonalidade dessa geração em termos de volume e de composição, relacionando-se com os principais períodos vinícolas de ocorrência em cada região. Em geral, os efluentes são ácidos no período de vinificação (vindima/safra) e alcalinos durante o resto do ano, devido às operações de lavagem (RODRIGUES et al., 2004). No Brasil, esses períodos são igualmente observados, diferindo no entanto, sua alocação durante o ano, onde a colheita inicia-se no final do mês de dezembro, podendo estender-se até meados de março, na região Sul (EPA, 2004).

Próprio da diversidade das operações e da modalidade de emprego da água de uma vinícola para outra, a literatura cita volumes de água diferentes para as mesmas operações.

Calcula-se que para cada litro de vinho elaborado em uma vinícola, gera-se um litro de água residual ou efluente. Em vinícolas francesas tem sido comprovado que o consumo de água pode ser reduzido à terça parte, sem que isso influencie na qualidade do vinho elaborado. Por outra parte, tem sido comprovado que em vinícolas que não utilizam água sob pressão e não dispõem de depósitos de aço inoxidável o consumo de água é 3 vezes maior que o volume de vinho produzido (GARCIA; SANTESTEBAN, 1997).

3.5.2 Tratamento de efluentes vinícolas

Segundo Rochard et al (1999), diferentes formas de tratamento podem ser utilizadas para os efluentes vinícolas, dentre elas processos químicos, físicos e biológicos. No entanto, atualmente são mais expressivas as pesquisas realizadas com os tratamentos biológicos, podendo-se citar a utilização de digestão anaeróbia (MOLETTA et al., 2005), reator com leito de biofilme fixo (ANDREOTTOLA et al., 2005), reatores descontínuos sequenciais – SBR (RODRIGUES et al., 2006), reator em bateladas sequenciais com biofilme – SBBR (ANDREOTTOLA et al., 2002), reator de lodo ativado tipo *jet-loop*. (PETRUCCIOLI et al., 2001), entre outros.

3.5.3 Tratamento biológico de efluentes vinícolas

A determinação da eficiência no tratamento de efluentes através de mecanismos biológicos depende da caracterização deste efluente. Um parâmetro importante a ser avaliado é a matéria orgânica, pois esta serve como fonte de energia para o metabolismo dos microrganismos que são os responsáveis pela sua remoção da fase líquida. Esse metabolismo

pode ser acompanhado pela variação da concentração de matéria orgânica presente no efluente, através da avaliação dos parâmetros DBO e DQO (LIMA, 2005).

Além do acompanhamento da DBO e DQO, outro aspecto indispensável para o sucesso do tratamento biológico é o balanço entre a matéria carbonácea e os nutrientes, pois tanto as bactérias autotróficas quanto às heterotróficas, responsáveis pela degradação da matéria orgânica, são exigentes em relação a estes compostos.

O efluente vinícola possui uma elevada concentração de matéria orgânica carbonácea, no entanto, apresenta uma relação carbono/nitrogênio/fósforo (DBO/N/P) diferenciada daquela obtida em esgotos domésticos e tida como ideal ao tratamento biológico de efluentes. Para esgoto doméstico a relação (DBO/N/P) está em torno de 100/5/1, enquanto que para efluente vinícola essa relação é relatada como sendo 100/1/0,25 (CANLER et al., 1998 apud BOLZONELLA et al., 2007). Por esta razão, com intuito de viabilizar o tratamento biológico, diversos autores adicionam nutrientes (N e P), e dentre eles, cabe citar Andreotolla et al (2002), que adicionou ao reator sequencial em batelada utilizado no estudo, 0,11g de ureia/g DQO e 0,018g de H_3PO_4 /g DQO (ácido ortofosfórico), para garantir a síntese das células.

A estação de tratamento de efluentes da vinícola Gheller, local do estudo está estruturada conforme a Figura 3 a seguir:

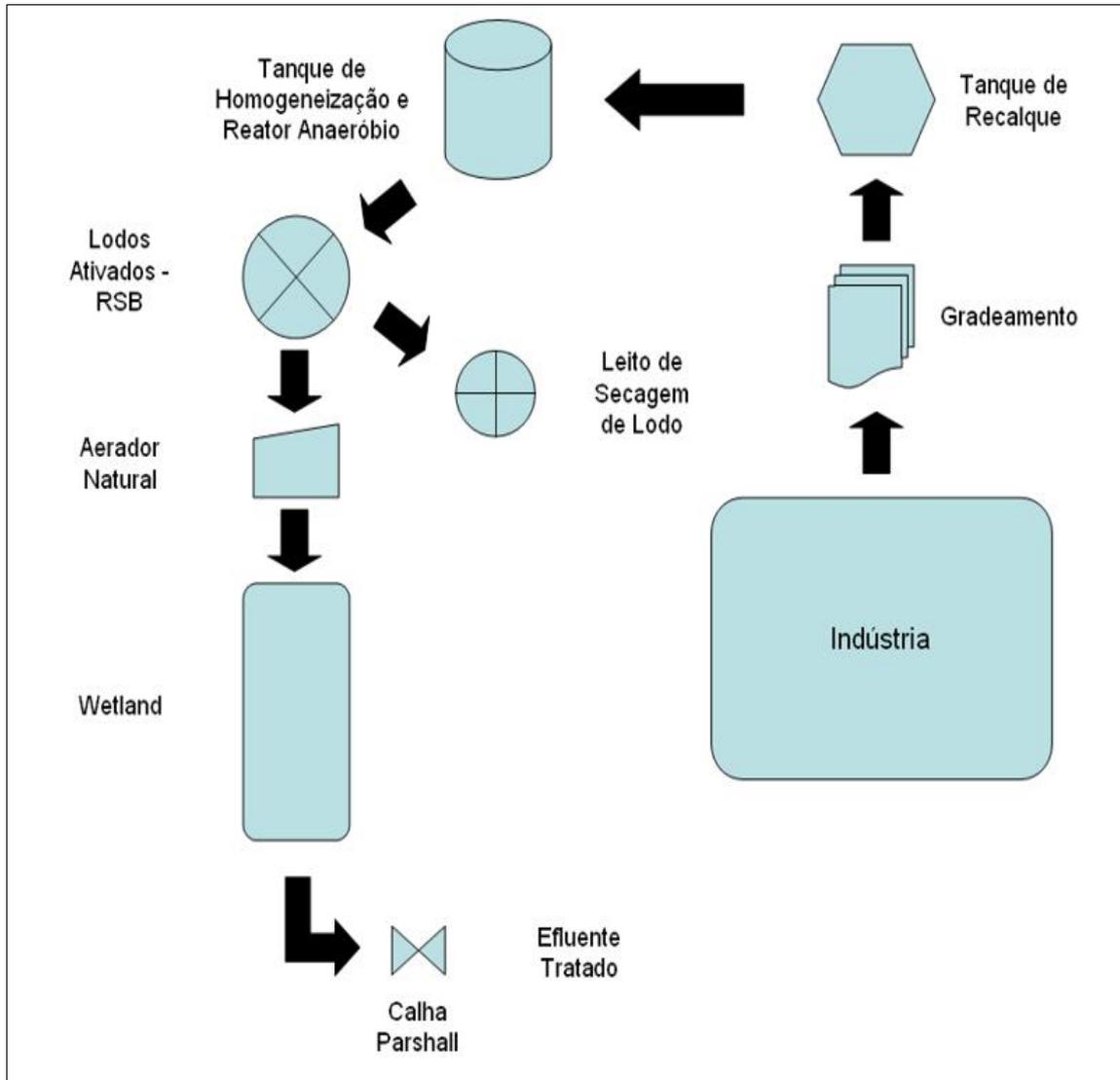


Figura 3 Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes de vinícola de pequeno porte.

3.5.4 Tratamento por sistema *wetland* construído

A primeira tentativa de utilização de tais sistemas no País foi com o objetivo de purificação de águas através de um lago artificial utilizando aguapés, em Piracicaba feita por Salati & Rodrigues em 1982. Numa segunda pesquisa, Salati (1987) desenvolveu um sistema combinado onde utilizou solos filtrantes com arroz (*Oriza sativa*), e canais com plantas aquáticas, denominado Sistema Despoluição Hídrica com Solos (DHS), também conhecido como Método Fito-pedológico. Os solos filtrantes são sistemas constituídos por camadas superpostas de brita, pedrisco e solo cultivado com arroz ou outra macrófita emergente (PARESCHI, 2004).

O tratamento da água residuária, por leito cultivado, é o resultado da integração entre as interações físicas, químicas e biológicas que ocorrem devido à presença do meio suporte,

das comunidades bacterianas e das macrófitas. A maioria das transformações químicas ocorridas nos leitos é controlada pelos microrganismos presentes, através da produção de enzimas e catalisadores (VALENTIM, 2003).

Os sistemas *wetland construído* são processos naturais de tratamento de efluentes que se enquadram nos requisitos de baixo custo e facilidade de operação do sistema e se diferenciam dos sistemas convencionais em relação à fonte de energia utilizada. Os sistemas naturais requerem a mesma quantidade de energia de *input* para degradar certa quantidade de poluente, porém vale-se para isso de fontes de energia renováveis, como radiação solar, energia cinética do vento e energia da água de chuva, da água superficial e da água subterrânea (KADLEC; KNIGHT, 1996).

Neste contexto a biotecnologia oferece a fitorremediação como alternativa capaz de empregar sistemas vegetais fotossintetizantes e sua microbiota com o fim de desintoxicar ambientes degradados ou poluídos. As substâncias alvos da fitorremediação incluem metais (Pb, Zn, Cu, Ni, Hg, Se), compostos inorgânicos (NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻), elementos químicos radioativos (U, Cs, Sr), hidrocarbonetos derivados de petróleo (BTEX), pesticidas e herbicidas (atrazine, bentazona, compostos clorados e nitroaromáticos), explosivos (TNT, DNT), solventes clorados (TCE, PCE) e resíduos orgânicos industriais (PCPs, PAHs), entre outros (CUNNINGHAM et al., 1996). Contudo, segundo o mesmo autor, esta técnica oferece várias vantagens que podem ser avaliadas. Áreas maiores podem ser tratadas de diversas maneiras, com pouco custo, com possibilidades de despoluir águas contaminadas, o solo e subsolo e também tornar o ambiente agradável. Entretanto, o tempo para se obter resultados satisfatórios pode ser impreciso.

Nos sistemas convencionais de tratamento de efluentes, o processo de decomposição da matéria orgânica libera gases que produzem mau cheiro. No caso do *wetland construído* de fluxo subsuperficial, o mau cheiro é evitado, porque as próprias raízes funcionam como filtro, eliminando os maus odores.

O oxigênio possui uma ação direta na eliminação dos germes ou bactérias causadoras de doenças, eliminando facilmente bactérias patogênicas e coliformes fecais (VALENTIM, 1999).

Nas raízes das plantas conhecidas como enraizadas, estão fixadas as bactérias que recebem oxigênio e nitrogênio conduzidos pelos aerênquimas do caule até as raízes. Em troca, as bactérias decompõem a matéria orgânica que é transformada em nutrientes que são fornecidos para a planta.

O grande interesse por esse tipo de tecnologia também ocorre devido a uma maior confiança depositada, atualmente, nos sistemas que utilizam processos ecológicos de baixa demanda energética e menor uso de processos químicos intensivos (BASTIAN; HAMMER, 1993).

3.5.5 Descrição de um *Wetland construído* e natural

O *wetland construído* conforme a Figura 4 são sistemas artificialmente projetados e dimensionados para utilizar plantas aquáticas (macrófitas) em substratos como areia, cascalhos, pedra britada 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 e águas residuárias, produzidas por atividades antrópicas (SOUZA et al., 2000; SOUZA et al., 2003).



Figura 4 Vista sistema de tratamento por *wetland construído*, sistema subsuperficial, com plantas em desenvolvimento.

Para Wood (1995) *wetland construído* são considerados filtros biológicos nos quais os microrganismos (aeróbios e anaeróbios) e as macrófitas aquáticas são os principais responsáveis pela purificação da água.

Os leitos de cultivo (*wetland*) são sistemas construídos para utilizar plantas aquáticas fixadas em substratos de areia, solo ou cascalho, de forma natural e sob condições ambientais adequadas, estimulando a formação de microrganismos (CHERNICHARO, 2001).

Os sistemas *wetland construído* são ecossistemas artificiais com diferentes tecnologias, utilizando os princípios básicos de modificação da qualidade da água dos leitos

cultivados naturais. Este sistema tem como princípio utilizar plantas aquáticas conhecidas como macrófitas para tratamento de águas residuárias, funcionando como filtros biológicos em que microrganismos aeróbios e anaeróbios fixados à superfície do substrato e em associação com a rizosfera e outras partes submersas da planta atuam produzindo reações de purificação da água, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento da vida (SALATI, 2006).

Os sistemas de *wetland construído* podem ser agrupados em duas grandes classes: *wetland* de fluxo superficial (FS) e *wetland* de fluxo subsuperficial (FSS) (KADLEC; KNIGHT, 1996).

Nos sistemas de *wetland construído* de fluxo subsuperficial (FSS) (Figura 5) não há uma coluna d'água sobre a superfície do terreno. O fluxo de águas residuárias passa pelo substrato, onde entra em contato com uma mistura de bactérias facultativas associadas com o substrato e com as raízes das plantas. A altura do substrato é tipicamente menor que 0,6 m, utilizando plantas emergentes que se desenvolvem com o sistema radicular preso ao sedimento (substrato), onde o caule e as folhas ficam parcialmente submersos (KADLEC; KNIGHT, 1996).

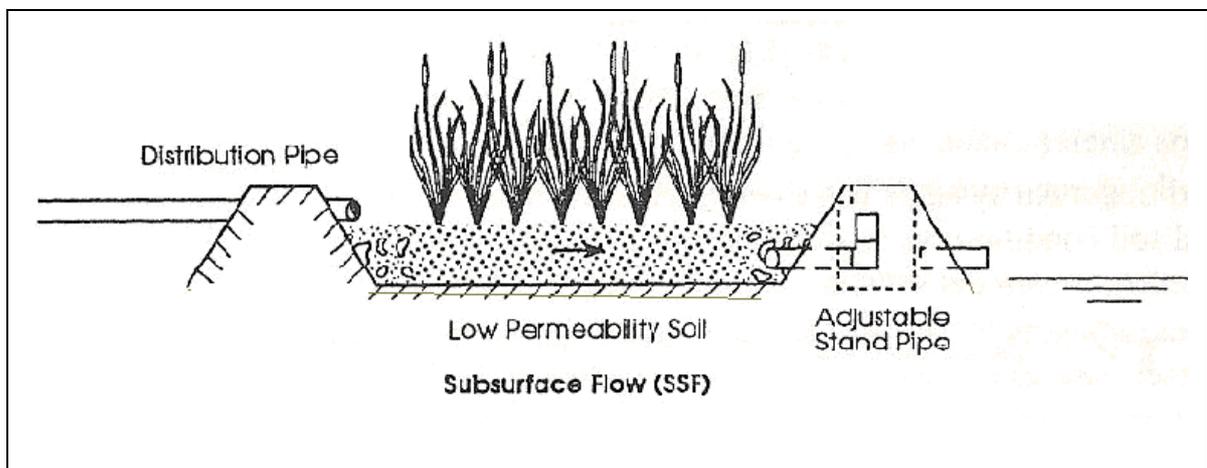


Figura 5 Diagrama mostrando sistema de tratamento por *wetland construído*, subsuperficial (Subsurface Flow - SSF) (KADLEC; KNIGHT, 1996)

Os sistemas de fluxo superficial (FS) (Figura 6) apresentam um fluxo sobre a superfície, com uma altura de lâmina d'água tipicamente menor que 0,4 m, passando através da vegetação de macrófitas aquáticas emergentes. Essa condição melhora a hidráulica do sistema e aumenta a provisão de *habitat* para a vida selvagem (KADLEC; KNIGHT, 1996).

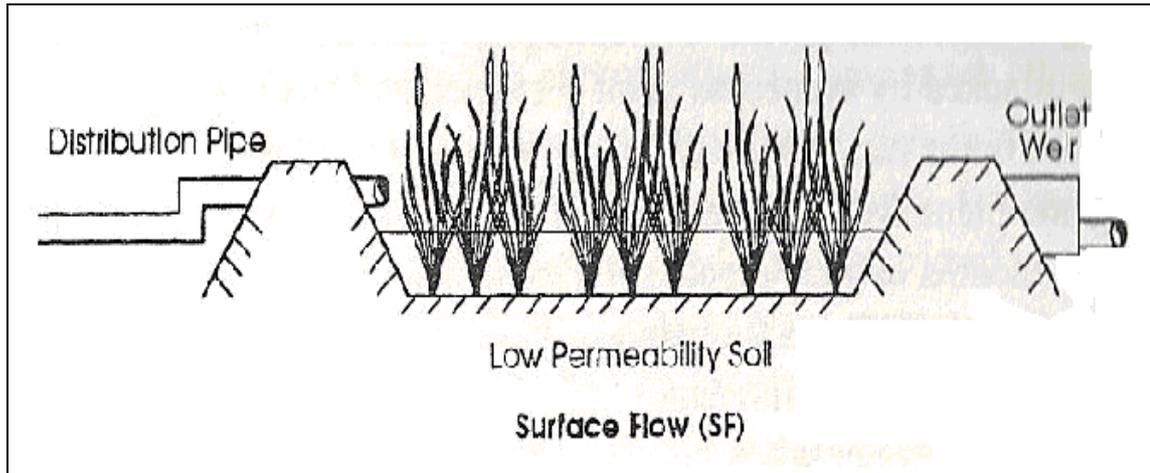


Figura 6 Diagrama mostrando sistema de tratamento por *wetland construído*, sistema superficial (Surface Flow – SF) (KADLEC; KNIGHT, 1996)

As espécies típicas de macrófitas emergentes abrangem plantas herbáceas de diversas famílias. Dentre as mais comuns estão a *Typha latifolia*, também conhecida como a Taboa, Figura 7, *Zantedeschia aethiopica* conhecido como copo de leite, Figura 8 e o *Juncus* spp mais conhecido como junco. Tais espécies são adaptadas morfológicamente para se desenvolverem em sedimentos inundados. Elas possuem grandes volumes de espaços internos que possibilitam o transporte de oxigênio para o sistema radicular, o que criam condições de oxidação aeróbia na rizosfera, decompondo a matéria orgânica presente, e possibilitando o crescimento e fixação de bactérias nitrificadoras (ARMSTRONG et al., 1998).



Figura 7 Vista mostrando *Typha latifolia* em pleno desenvolvimento muito usada nos sistemas de *wetland construído*.



Figura 8 Vista de um sistema *wetland* *construído*, mostrando o substrato (areia) e plantas em desenvolvimento *Zantedeschia aethiopica*.

Já os *wetlands naturais* são áreas de transição entre um sistema terrestre e um aquático. Sob o termo genérico *wetland*, estão agrupados diversos habitats, podendo ser conhecidos como terras úmidas, brejos, várzeas, pântanos, manguezais banhados, zonas alagadiças, charcos, lagos rasos e áreas similares (ANJOS, 2003), que possuem capacidade de reter água poluída e realizar a depuração, em seguida liberando naturalmente para o meio.

Os sistemas de *wetlands naturais* do Brasil somam aproximadamente 1.000.000 km², considerando-se os temporários e os permanentes. Têm importante papel econômico, pois nessas áreas desenvolvem-se elevadas biomassas de peixes, répteis, pássaros e mamíferos. Além disto, tem importantes funções, como ciclagem de nutrientes (TUNDISI et al., 2002).

De acordo com Cowardin (1979), em uma das definições mais aceitas hoje, o *wetland* devem ter uma ou mais das características a seguir:

- a) Apresentar, pelo menos periodicamente, predominância de macrófitas;
- b) Ter como substrato dominante um solo hidromórfico não-drenado;
- c) Ter um substrato inorgânico, exemplo pedregulho, saturado ou encoberto pelo lençol freático durante algum tempo na época de germinação a cada ano.

3.5.6 Componente básico de um *wetland*

As substâncias que podem ser usadas como substrato são resíduos de mineração como, areia, silte, cascalho, pedra britada e outros; e resíduos orgânicos. O substrato promove espaços vazios que servem de canais de vazão, facilitando o escoamento do efluente ou da

água poluída, de acordo com sua permeabilidade. Constitui, aliado às raízes das macrófitas aquáticas, local ideal para a remoção de nutrientes e para a formação do biofilme microbiano. O substrato deverá ser colocado sobre uma proteção impermeável de geomembrana, manta, asfalto ou argila compactada, que evita a contaminação do solo e eventual infiltração até o lençol freático. Essas camadas permitem a contenção da água poluída no sistema (MARQUES; SALATI JR. et al., 1999).

3.6 Processos de evapotranspiração

A evapotranspiração (ET) é o conjunto de processos físicos e fisiológicos que provocam a transformação da água precipitada na superfície da Terra em vapor. Sendo a evaporação (E) o conjunto de fenômenos de natureza física que transformam em vapor a água precipitada sobre a superfície do solo, a água dos mares, rios, lagos e dos reservatórios de acumulação. E transpiração (T) é o processo de evaporação decorrente de ações fisiológicas dos vegetais, que por meio das raízes retiram água do solo para suas atividades vitais. Parte dessa água é cedida à atmosfera em forma de vapor, na superfície das folhas como visto na Figura 9 (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

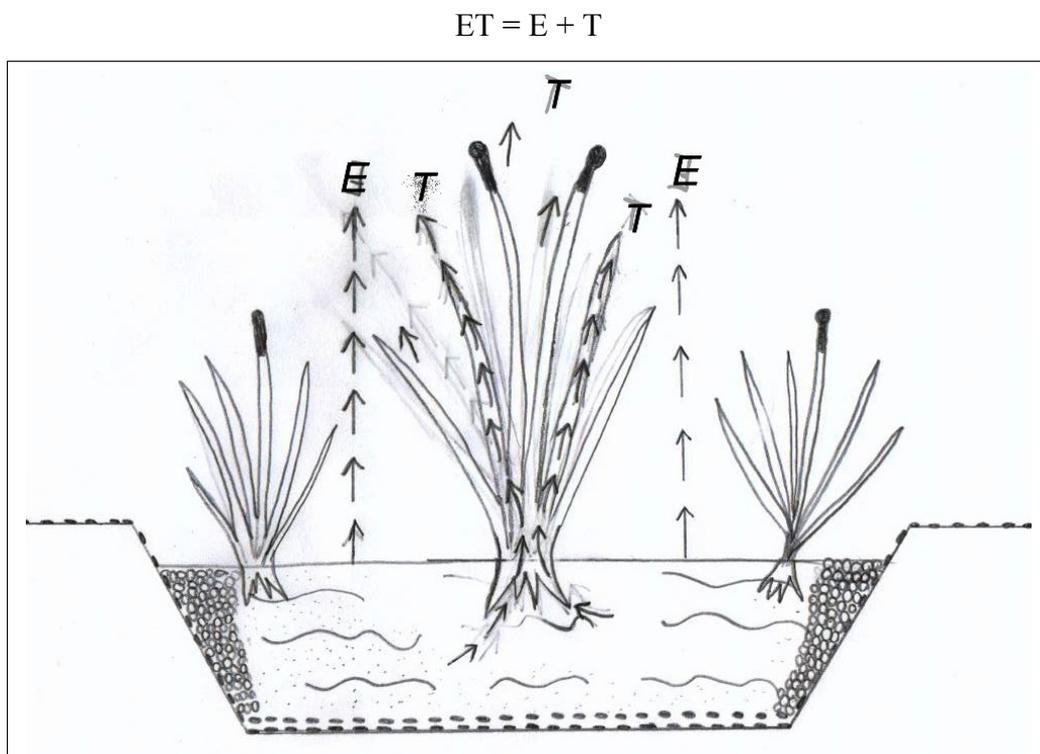


Figura 9 Esquema mostrando a transpiração (T) e a evaporação (E).

Para determinar o quanto de água está sendo perdido por evaporação e transpiração, é necessária a utilização de métodos que permitam estimar essas perdas, que são repostas em parte pela precipitação. Essa perda global é denominada de evapotranspiração, que pode ser definida como um processo combinado de transferência de água do solo para a atmosfera incluindo a evaporação da água do solo diretamente e o processo de transpiração através dos tecidos vegetais (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

A evapotranspiração pode ser expressa como a quantidade equivalente de água evaporada por unidade de tempo, geralmente expressa como lâmina de água por unidade de tempo (mm.dia^{-1}) (BURMAN et al., 1983).

O consumo de água pelas plantas é denominado de evapotranspiração da cultura (ETc), e compreende a ocorrência simultânea de dois processos importantes no cultivo destas: a evaporação de água no solo e a transpiração. Existem diversas maneiras de medir a ETc, mas devido aos altos custos dos equipamentos, tais técnicas quase sempre se restringem a pesquisa (PEREIRA et al., 1997).

É comum o uso de dados meteorológicos de outras localidades para cálculos de ET, motivado pela falta de infra-estrutura e equipamentos para estimativa. Essa prática poderá levar a erros significativos nos cálculos de ET, acarretando em cálculos equivocados nas estações de tratamento de efluentes e dessa forma, prejudicando a eficiência do sistema (SILVA et al., 1993).

3.6.1 Grandezas e características da evapotranspiração

- Perdas por evaporação ou por transpiração: quantidade de água evaporada (ou transpirada) por unidade de área horizontal por unidade de tempo. Esta grandeza costuma ser medida em mm;
- Intensidade de evaporação ou de transpiração: rapidez com que se processa o fenômeno de evaporação ou de transpiração. Essa grandeza é expressa comumente em mm.hora^{-1} ou mm.dia^{-1} (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

3.6.2 Fatores que intervêm na intensidade da evapotranspiração

Tendo atendida a suplementação necessária de água às plantas, na qualidade e na quantidade que necessitam para o consumo, a transpiração é determinada pela área foliar da planta e pela variação dos elementos meteorológicos que caracterizam a demanda hídrica.

Como na escala diária, o aumento da área foliar é pequena. As variações

meteorológicas assumem maior importância na definição da evapotranspiração e comandam o transporte de água no sistema solo-planta-atmosfera (PINTO et al., 1976).

Fatores que interferem na evapotranspiração podem ser classificados em dois, um referente à própria superfície evaporante e outra relativa à atmosfera ambiente.

- Umidade do ar;
- Vento;
- Temperatura do ar;
- Radiação solar;
- Pressão barométrica;
- Superfície do solo;
- Vegetação.

3.6.3 Grau de umidade relativa do ar atmosférico

O vapor de água representa somente 2% da massa total da atmosfera e 4% de seu volume é o componente mais importante para determinação do clima e do tempo.

O grau de umidade relativa do ar atmosférico pode ser definido como a relação entre a quantidade de vapor de água presente e a quantidade de vapor de água que o mesmo volume de ar conteria se estivesse saturado, expresso em porcentagem.

A quantidade de vapor de água no ar é importante fator que influencia a taxa de evaporação e evapotranspiração.

Quanto maior o grau de umidade, menor a intensidade de evaporação. O fenômeno é regulado pela lei de Dalton:

$$E = C (P_o - P_a)$$

onde:

E é a intensidade de evaporação;

C a constante que depende de outros fatores intervenientes na evaporação;

P_o a pressão de saturação do ar à temperatura da água;

P_a a pressão do vapor de água no ar atmosférico.

O valor da pressão (Pa) de vapor no ar ambiente é determinado pelo estado hidrométrico do ar, que pode ser medido por higrômetros e psicrômetros (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

3.6.4 Vento

O vento intervém ativamente no fenômeno da evaporação, aumentando a intensidade desta por afastar da proximidade das superfícies de evaporação (solo, água e vegetais) as massas de ar de elevado grau de umidade. Podemos considerar vento os movimentos atmosféricos (ar) com base na pressão e nas temperaturas. O gradiente de pressão vertical é considerado muito fraco, sendo desprezível. O gradiente horizontal deve ser considerado devido a variação de pressão por unidade de comprimento horizontal, interferindo também na velocidade do vento, a força de Coriolis e o atrito que é a força oposta ao movimento do ar (vento) (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

3.6.5 Temperatura

A temperatura é a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para outra. O calor desloca-se de um corpo com temperatura mais elevada para outro com temperatura menor. A temperatura de um corpo é, portanto, o grau de calor medido por um termômetro. Vários fatores influenciam a distribuição da temperatura sobre a superfície da Terra ou parte dela. Eles incluem a quantia de insolação recebida, a natureza da superfície, à distância a partir dos corpos hídricos, relevo, a natureza dos ventos predominantes e as correntes oceânicas. A temperatura diminui na razão de $0,6^{\circ}\text{C}$ para cada 100 metros de elevação.

A Figura 10 nos mostra que o aumento de temperatura influi favoravelmente na intensidade de evapotranspiração porque torna maior a quantidade de vapor de água que pode estar presente no mesmo volume de ar, ao se atingir o grau de saturação do ar. Pode se afirmar conforme visto na Tabela 1, que para cada 10°C de elevação de temperatura, a pressão do vapor de água de saturação torna-se aproximadamente o dobro (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

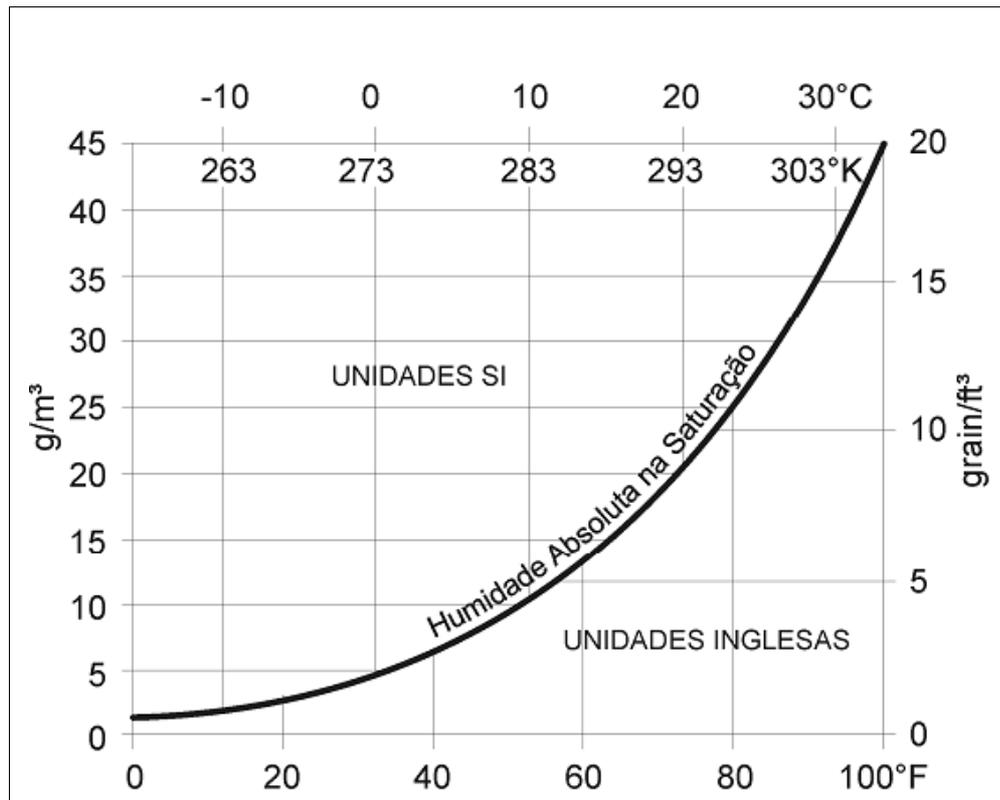


Figura 10 Gráfico demonstra quanto maior a temperatura maior a capacidade do ar em receber vapor.

Tabela 1 Pressão de saturação do vapor de água

Temperatura (graus °C)	Pressão do vapor, po (Atm)
0°	0,0062
5°	0,0089
10°	0,0125
15°	0,0174
20°	0,0238
25°	0,0322
30°	0,0431

3.6.6 Radiação solar

O calor radiante fornecido pelo sol constitui a energia motora do ciclo hidrológico. A radiação solar é a maior fonte de energia para a Terra, a cada minuto o sol irradia cerca de 56×10^{26} calorias de energia, da qual a Terra intercepta apenas $2,55 \times 10^{18}$ calorias, sendo o principal elemento meteorológico e um dos fatores determinantes do tempo e do clima. Além disso, afeta diretamente diversos processos físicos (aquecimento/evaporação), biofísicos (transpiração) e biológicos (fotossíntese) (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

A quantidade de energia solar recebida, por unidade de área por uma superfície, que forme ângulos retos com os raios sol no topo da atmosfera, é de aproximadamente $2\text{cal/cm}^2/\text{min}$ ou 338W/m^2 .

A quantidade de radiação solar incidente sobre o topo da atmosfera da Terra depende de três fatores: do período do ano, do período do dia e da latitude.

A atmosfera absorve, reflete, difunde, e re-irradia a energia solar. Cerca de 8% da insolação é absorvida pelo ozônio e pelo vapor de água. Em média aproximadamente 25% da radiação solar que atinge a Terra serão refletidos de volta ao espaço pelas nuvens. A radiação também é refletida pelo solo, variando de tipo de superfície em geral, superfícies secas ou de cores claras refletem mais radiação que superfícies úmidas, variando de 8% a 40%, sendo que em superfícies aquáticas em repouso esse índice é menor (PINTO et al., 1976).

3.6.7 Pressão barométrica

Segundo Pinto et al. (1976), a intensidade de evaporação é maior em altitudes elevadas, e a pressão barométrica é menor, a influência da pressão barométrica não é considerada na maioria dos fenômenos hidrológicos (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

3.6.8 Superfície do solo

A relação do valor determinado do poder evaporante da atmosfera, é relacionado diretamente em função da quantidade de água contida no solo e a capacidade de substituição desta pela água proveniente do lençol freático (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

3.6.9 Vegetação

A transpiração tem relação direta com a umidade do ar, calor e a luz que influenciam a abertura dos poros das folhas determinando favoravelmente a transpiração. A transpiração também é influenciada pela umidade do solo na zona das raízes dos vegetais que em consequência depende da natureza do solo, da sua umidade, do nível do lençol freático e do regime de precipitações pluviométricas. Outro fator relevante é a espécie dos vegetais, idade de desenvolvimento, tamanho das folhas e época do ano (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

3.6.10 Cálculo da evapotranspiração pelo balanço hídrico

A evapotranspiração pode ser determinada pelo balanço hídrico com base na equação da continuidade do lago ou reservatório. A referida equação pode ser escrita da seguinte forma:

$$dV / dt = I - Q - E + P.A$$

onde:

V = volume de água contido no reservatório;

t = tempo;

I = vazão total de entrada no reservatório;

Q = vazão de saída do reservatório;

E = evaporação;

P = precipitação pluviométrica sobre o reservatório;

A = área do reservatório.

O uso de uma equação de balanço hídrico para estimar a evaporação é teoricamente correto, pois está alicerçado no princípio de conservação de massa. Na prática as dificuldades para medir as demais variáveis limitam este procedimento.

4 METODOLOGIA

O experimento de diminuição do volume de efluente através do processo físico evapotranspiração no sistema de tratamento *wetland construído* em uma ETE de vinícola foi realizado durante o período de setembro a novembro de 2010. O local da realização da pesquisa foi à estação de tratamentos da vinícola Gheller de Guaporé. Sendo esta composta por um sistema de abastecimento, tratamento biológico (lodos ativados) e um sistema de *wetland construído* para o polimento e de acordo com o organograma do experimento visto na Figura 11.

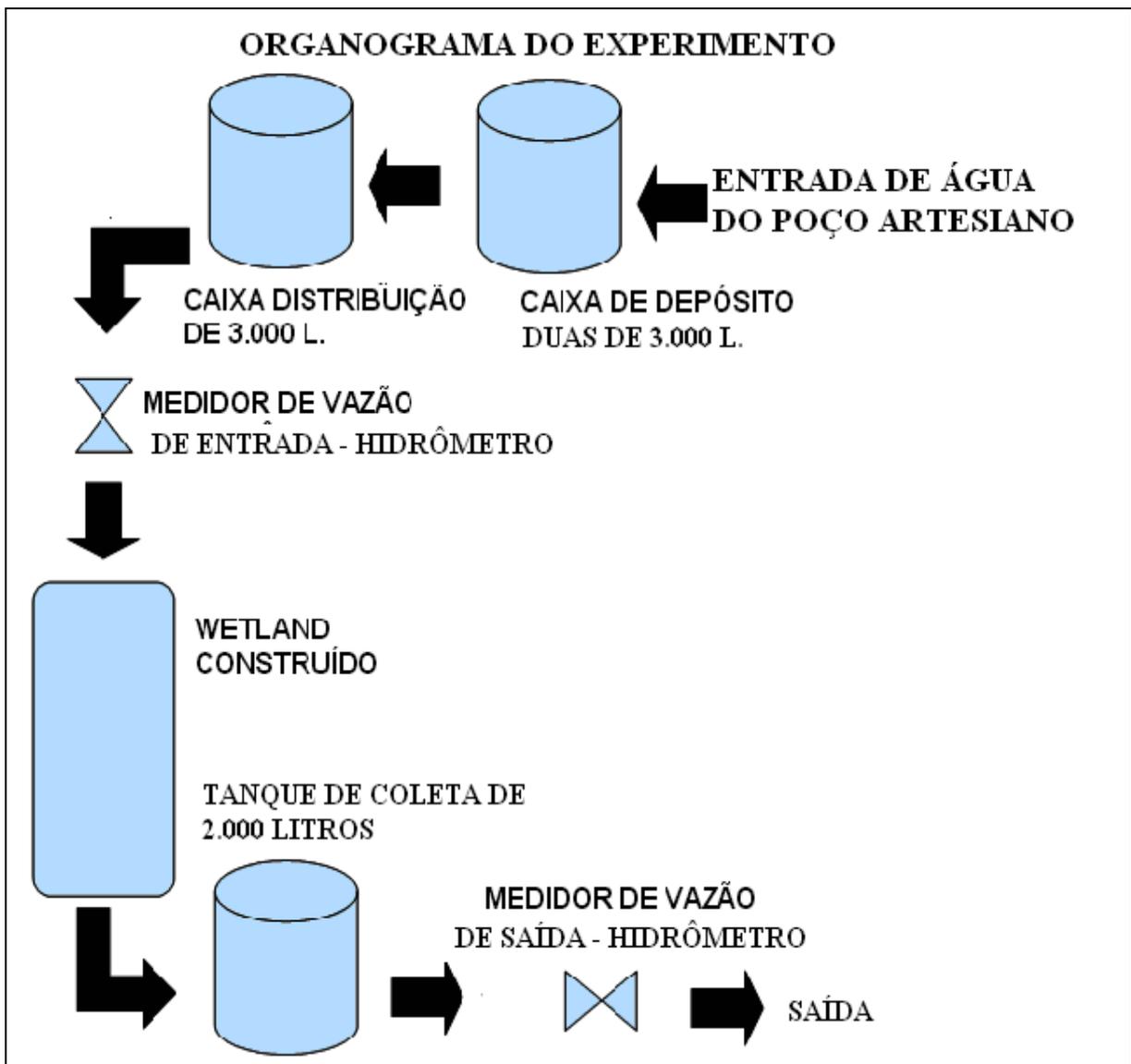


Figura 11 Organograma de funcionamento de um *wetland construído*, adaptado na estação de tratamento de efluentes da vinícola Gheller para o experimento.

A pesquisa busca apontar o processo de evapotranspiração como um grande aliado na proposta de liberação zero de efluentes nos corpos hídricos. A avaliação deste fenômeno num sistema *wetland construído* não está clara na literatura e seus dados são escassos nas condições climáticas da serra gaúcha, devido a isso a importância do aprofundamento no tema. Temos que salientar que a proposta de evapotranspiração terá que ser considerada parcialmente, pois no momento da pesquisa as plantas ainda não se encontravam desenvolvidas no tamanho desejável para tal, desta forma usaremos sempre a palavra evapotranspiração, porém o que ocorre em grande parte é uma evaporação.

Durante o mês de agosto foi avaliado a metodologia a ser aplicada, com o intuito de atender o objetivo, haja visto ser um experimento em escala real com interferências direta das variáveis climáticas. No desenvolvimento do modelo optou-se pelo uso de um sistema controlado de vazão com fluxo contínuo e medição constante da vazão de entrada e saída. As coletas sendo feitas duas vezes ao dia, com intervalo de 12 horas, considerando-se a interferência do período da noite e do dia, uma leitura foi realizada às 07h 30min, e outra 19h 30min.

Neste capítulo serão descritos os equipamentos e materiais utilizados, bem como os procedimentos para obtenção dos dados de quantificação do processo físico evapotranspiração, avaliando as variáveis “temperatura”, “umidade” e “precipitação pluviométrica” quanto a sua influência no processo. A coleta das informações ocorreu no período de entressafra, desta forma utilizou-se para fim deste experimento água proveniente de poço artesiano.

4.1 Localização do experimento e descrição da vinícola

O local de estudo Figura 12 é um sistema *wetland construído*, fazendo parte do projeto da estação de tratamento de efluentes da vinícola Gheller, localizada no município de Guaporé - Serra Gaúcha - Rio Grande do Sul - Brasil, latitude 28° 50' 18" sul; e longitude 51° 54' 50" oeste; (coordenadas geográficas sistema geodésicas, Datum SAD 69) e UTM (Datum SAD 69, Fuso 22J) N: 6809580.917; E: 410840.827; altitude 524,5 metros (acima no nível do mar).

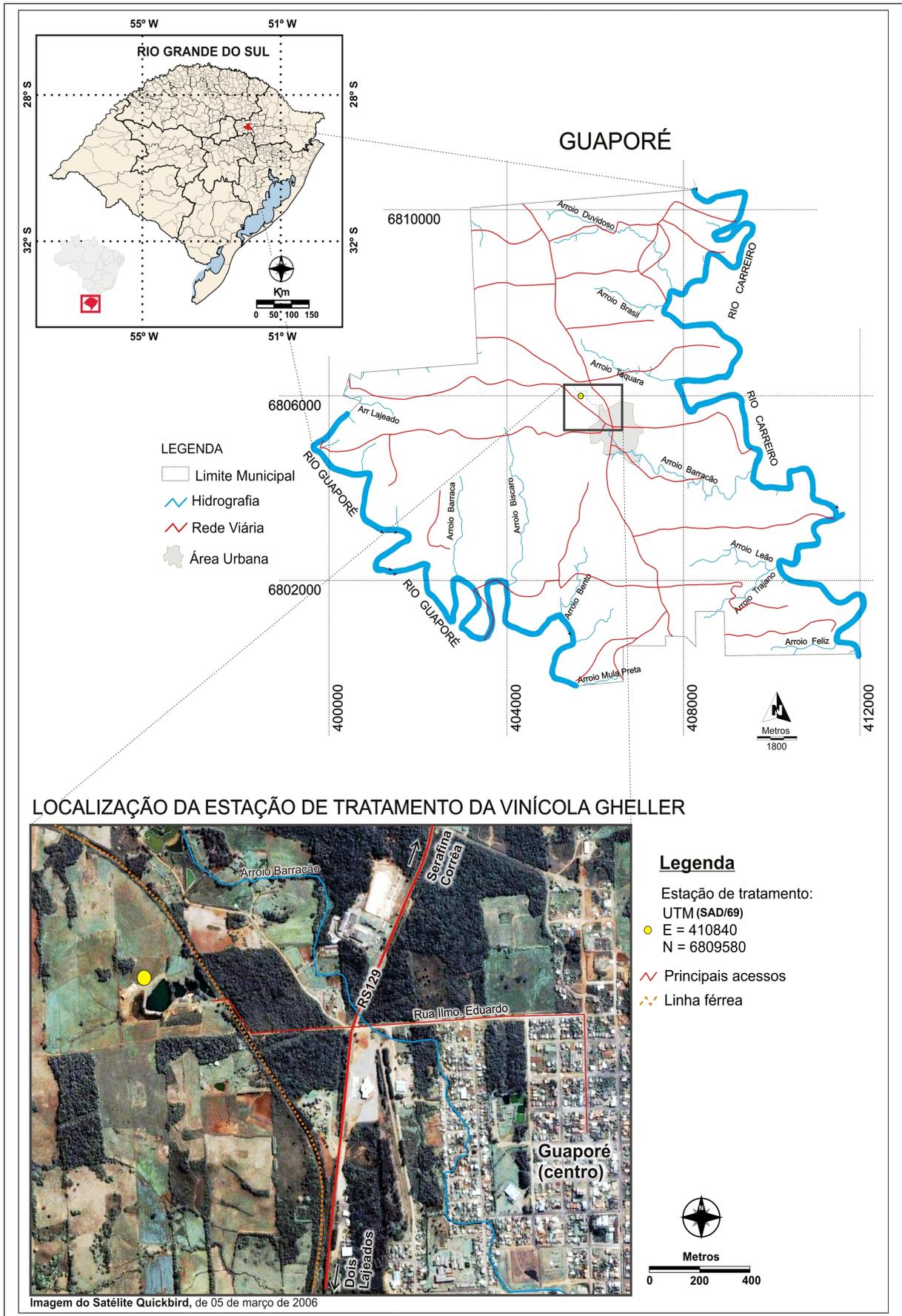


Figura 12 Mapa de localização do local de estudo (IBGE, 2000; QUICKBIRD, 2006).

A vinícola Gheller como vista na Figura 13, elabora vinhos finos, processando anualmente 100 toneladas de uva, com produção de 100 mil garrafas de vinho. O projeto completo prevê a elaboração de 400 mil garrafas de vinho no prazo de 10 anos. A vinícola é composta por um prédio dividido em área de produção, caves de armazenagem, sala de *champanoise*, área de engarrafamento, almoxarifado e varejo. A propriedade compreende também, área de vinhedos com 14 hectares servindo de matéria – prima para a vinícola.



Figura 13 Vista frontal da vinícola Gheller, local do estudo.

4.2 Processo produtivo e identificação de resíduos gerados pela atividade da vinícola

Os processos produtivos para elaboração de vinho em cada vinícola têm a suas particularidades, acrescido da diversidade de procedimentos utilizados em cada empreendimento. A vinificação foi acompanhada em todas as suas etapas com a finalidade de obter um fluxograma que descrevesse a rota produtiva e o uso da água na vinícola conforme demonstra a Figura 14.

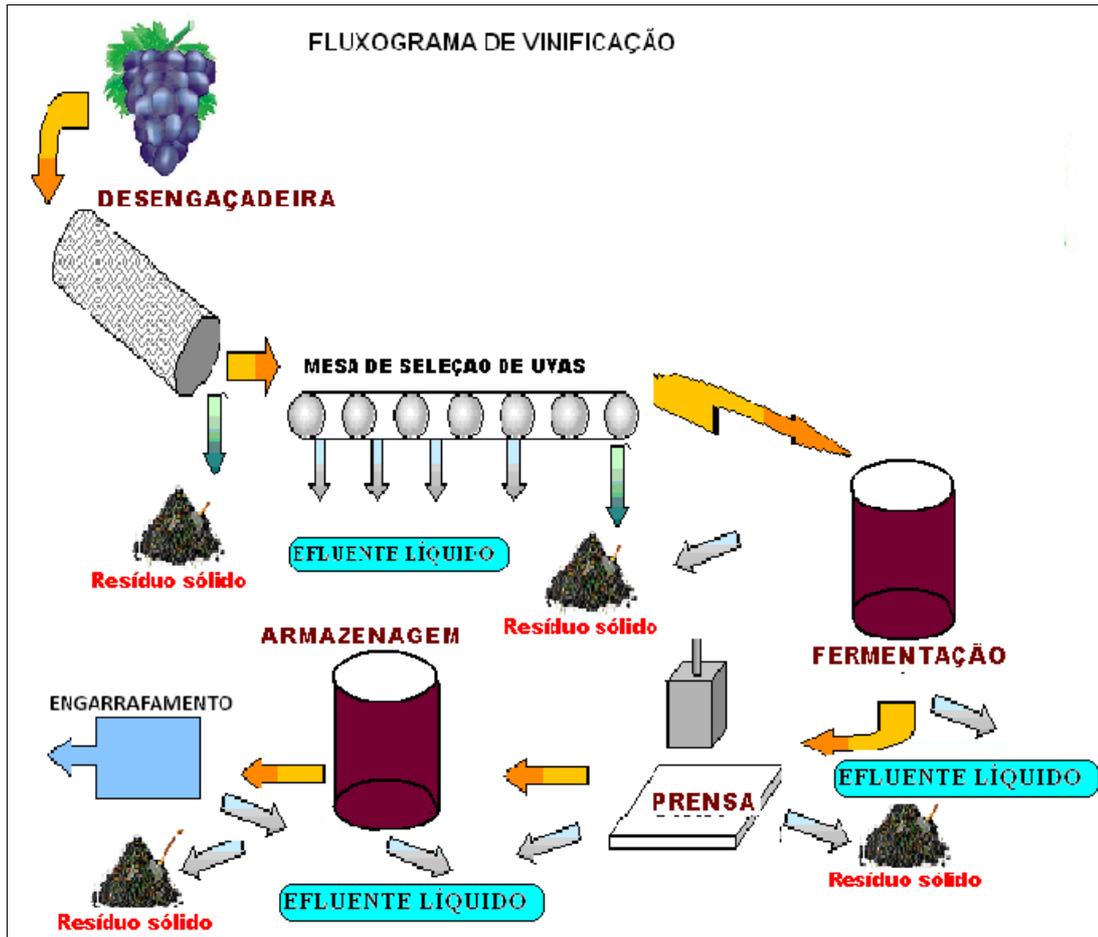


Figura 14 Fluxograma de vinificação, com pontos de geração de efluentes.

4.3 *Wetland construído*, sistema de proteção e descrição dos substratos

A área superficial do *wetland construído* é de 28,2m x 6,5m, (comprimento e largura) totalizando 183,30m², com uma profundidade de 1,2m. A instalação do *wetland construído* foi realizada através da escavação no solo formando taludes a 45 graus com compactação de uma camada de argila e impermeabilização com geomembrana PEAD (Polietileno de alta densidade) 2mm, sendo esta revestida por um filme de geotêxtil e posteriormente preenchido com substratos de tamanhos variados. A primeira camada acima do geotêxtil foi composta por 0,30 metros de pedra britada número 4, a segunda de 0,10m de pedra britada número 2, completando-se com uma camada de 0,40m de areia média, servindo esta de suporte para as plantas. O fluxo da água é subsuperficial ascendente dentro do sistema. Tendo contato com as diversas camadas de substrato, ocorre uma filtração grosseira inicialmente e após em contato com o sistema radicular das plantas ocorre à depuração final das cargas orgânicas remanescentes, quando houver Figura 15, Figura 16 e Figura 17.

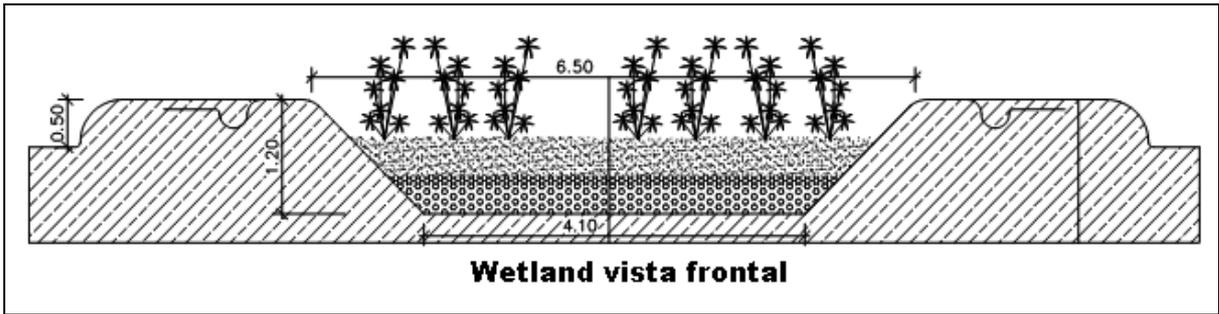


Figura 15 *Wetland construído* vista frontal, com detalhe das camadas de substrato.

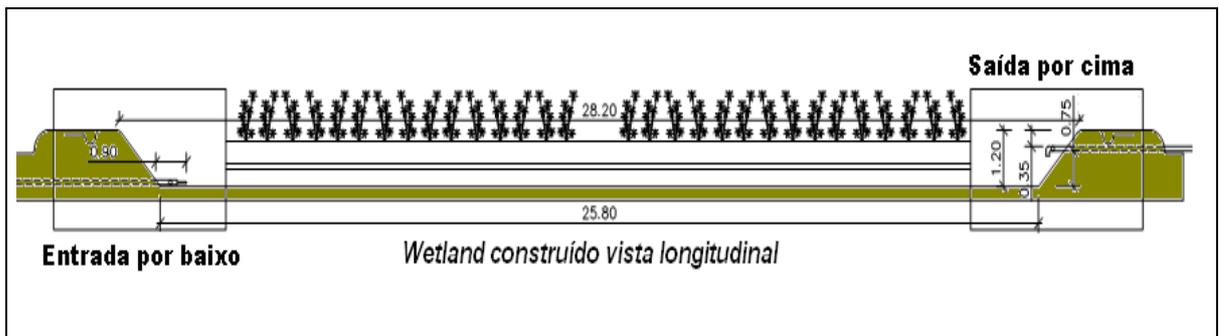


Figura 16 *Wetland construído* vista longitudinal, com detalhe entrada e saída do sistema.



Figura 17 Vista do *wetland construído* mostrando a disposição das camadas de substrato, com fase concluída sem lâmina de água aparente.

4.4 Tempo de retenção hidráulica e vazão de entrada no *wetland construído*

O tempo da retenção hidráulica do *wetland construído* foi dimensionado para 7 dias, e com vazão de entrada constante de 2,77L/min e aproximadamente 4m³/dia. A condução da água até o *wetland construído* é por gravidade com canos de PVC (Policloreto de vinila) 20mm. A entrada está localizada abaixo do substrato por de um cano de 100mm, em sistema T perfurado, com objetivo de distribuir uniformemente a água num processo ascendente. A saída encontra-se no nível superior do substrato, mantendo o sistema cheio e saturado, mas sem lâmina de água superficial aparente, como visto na Figura 18.



Figura 18 *Wetland construído* com plantas sem lâmina de água aparente, local do experimento.

4.5 Estação meteorológica e monitoramento das variáveis climáticas

Para melhor avaliar a influência das variáveis climáticas: temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica em relação ao processo de evapotranspiração, instalou-se no local do experimento um equipamento conhecido como “Estação Meteorológica em tempo real” visto na Figura 19, esta encaminha de hora em hora via rádio para um receptor instalado na vinícola, dados climatológicos visto na Figura 20. Os dados coletados são: data com hora, temperatura interna e externa, pressão atmosférica, umidade relativa, direção do vento, velocidade do vento e precipitação pluviométrica mostrada em tabela em anexo. Entretanto, para atender o proposto no experimento os dados analisados são a temperatura externa, umidade relativa e precipitação pluviométrica. Através de gráficos

simultâneos destas variáveis e com os dados de vazão foi avaliada e quantificada a evapotranspiração na área do estudo bem como, avaliados os gráficos apresentado as variáveis propostas e a sua influência no processo.



Figura 19 Estação Meteorológica no local do estudo em funcionamento.

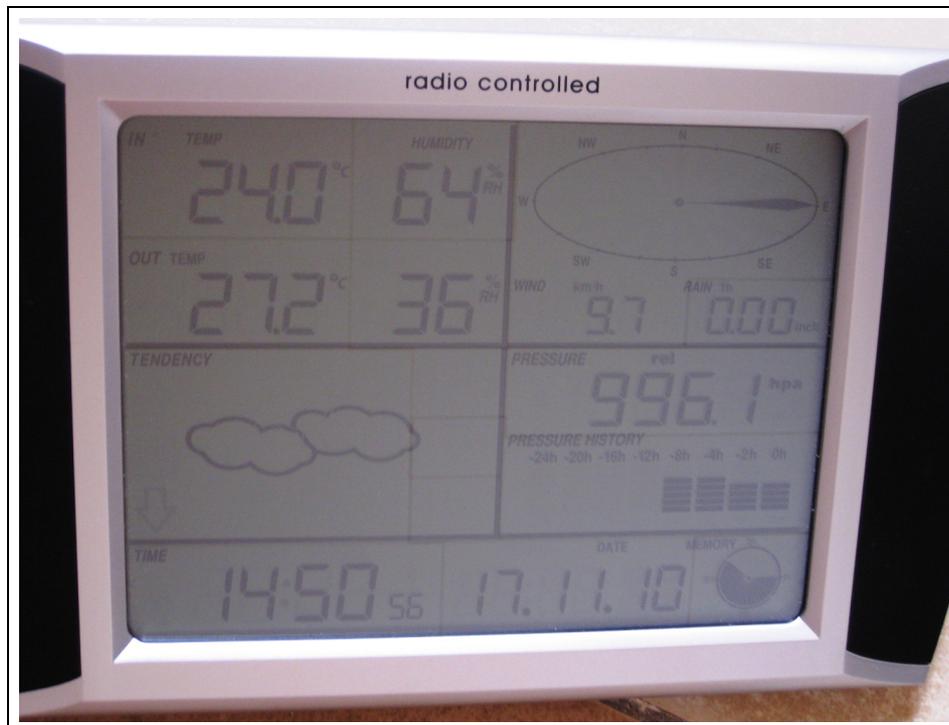


Figura 20 Receptor da Estação Meteorológica recebendo dados simultâneos em tempo real.

4.5.1 Considerações climáticas do local de estudo

Segundo a classificação climática de Köppen para o Brasil, o clima do Estado do Rio Grande do Sul é do tipo Cfa e Cfb mostrado na Figura 21, úmido em todas as estações do ano, verão quente e moderadamente quente. O Cfa predomina na maior parte do Estado e o Cfb encontra-se nas partes mais elevadas da Serra do Nordeste, Planalto e Serra do Sudeste.

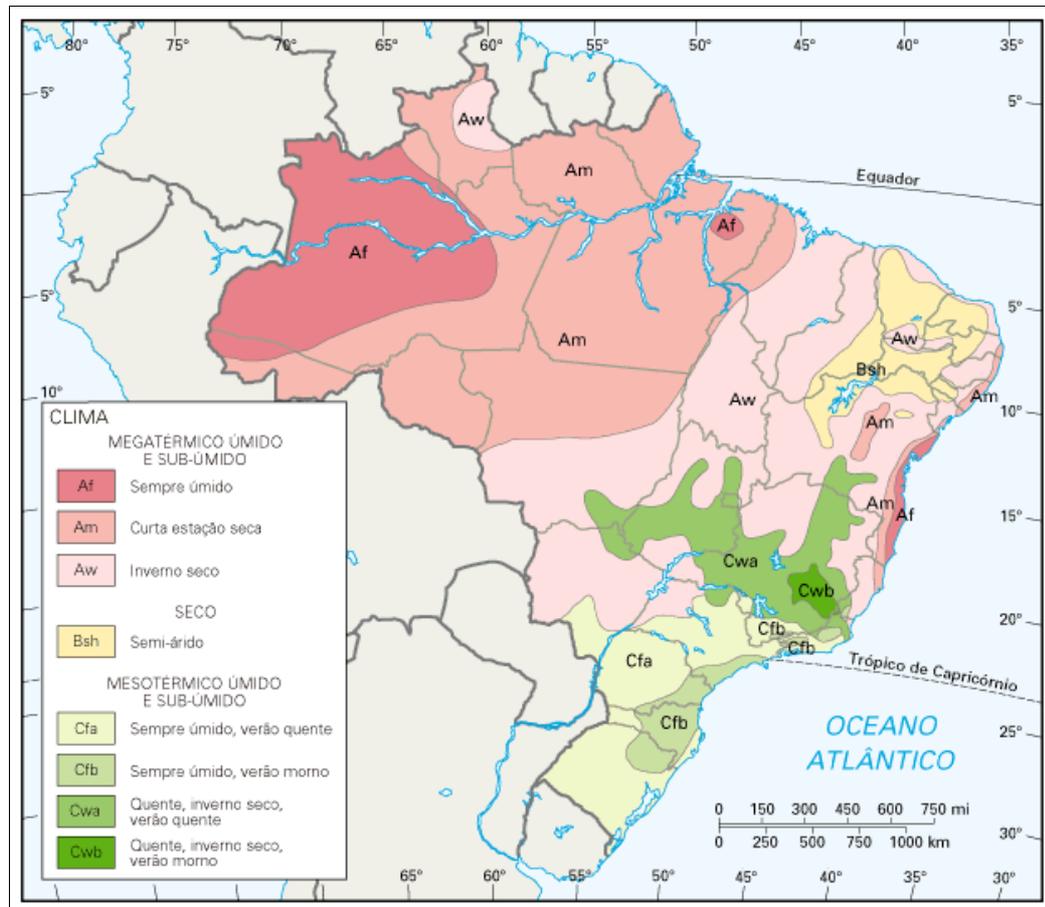


Figura 21 Classificação Climática de Köppen para o Brasil

O local do estudo encontrado na região da Serra do Nordeste onde o tipo climático Cfa, temperado chuvoso úmido em todas as estações do ano, com verão quente, inverno frio e chuvas bem distribuídas ao longo dos doze meses do ano. As temperaturas médias mensais mais baixas ocorrem no mês de julho, entre 9 e 10°C, na região extremo leste do Planalto e os mais elevados em janeiro, entre 25 e 26°C, nas regiões do Alto e Baixo Vale do Rio Uruguai (BURIOL et al., 1979). No mês mais quente do ano as temperaturas médias do Estado, considerando as diferentes regiões climáticas, variam de 18°C a 26°C.

Na Figura 22 é apresentada a média mensal das variáveis de precipitação e temperatura no período de 1933 a 1974 no município de Guaporé. As temperaturas máximas médias ocorrem nos meses de janeiro e fevereiro chegando aos 23°C e as mínimas médias

ocorrem nos meses de junho e julho, ficando em 12°C. A precipitação pluviométrica média anual gira em torno de 1.680mm, com média anual da umidade relativa do ar de aproximadamente de 79%.

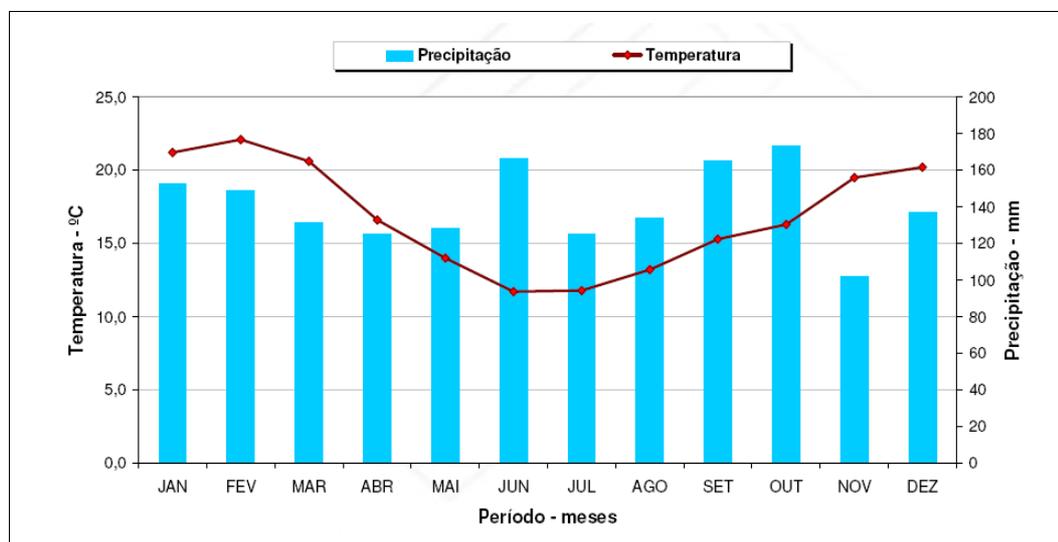


Figura 22 Média mensal ao longo do ano das variáveis climatológicas: precipitação e temperatura, fonte estação meteorológica Escola Agrícola Guaporé, 2008, adaptada pelo autor.

4.6 Medição da vazão de entrada e saída do experimento

A água utilizada na vinícola é proveniente de poço artesiano, sendo bombeada até dois reservatórios de 3.000 litros, que depois é distribuída para o consumo na vinícola e propriedade. Para realizar o experimento, canalizou-se desta água até um reservatório com capacidade de 3.000 litros, este fazendo parte da ETE da vinícola, sendo o mesmo mantido cheio pelo controle de uma bóia automática.

Para tornar conhecido o volume de água utilizado na pesquisa, foi instalado um hidrômetro da Marca ELSTER, número de série A10N129608, com vazão nominal de 1,5m³/h e vazão mínima de 0,03m³/h, pressão nominal 10bar e temperatura máxima de 40°C, aferido pelo INMETRO. A instalação do hidrômetro foi realizada em 19 de outubro de 2010, na saída do reservatório (Figura 23).



Figura 23 Medidor de vazão (hidrômetro) instalado na entrada do *wetland construído* para leitura da vazão.

Em 19 de outubro de 2010, para verificar a vazão de saída do *wetland construído*, foi instalado um hidrômetro da Marca ELSTER, número de série A10N129604, com vazão nominal de 1,5m³/h e vazão mínima de 0,03m³/h, pressão nominal 10bar e temperatura máxima de 40°C, aferido pelo INMETRO na saída do reservatório de 2.000 litros que está localizado após o *wetland construído* (Figura 24).

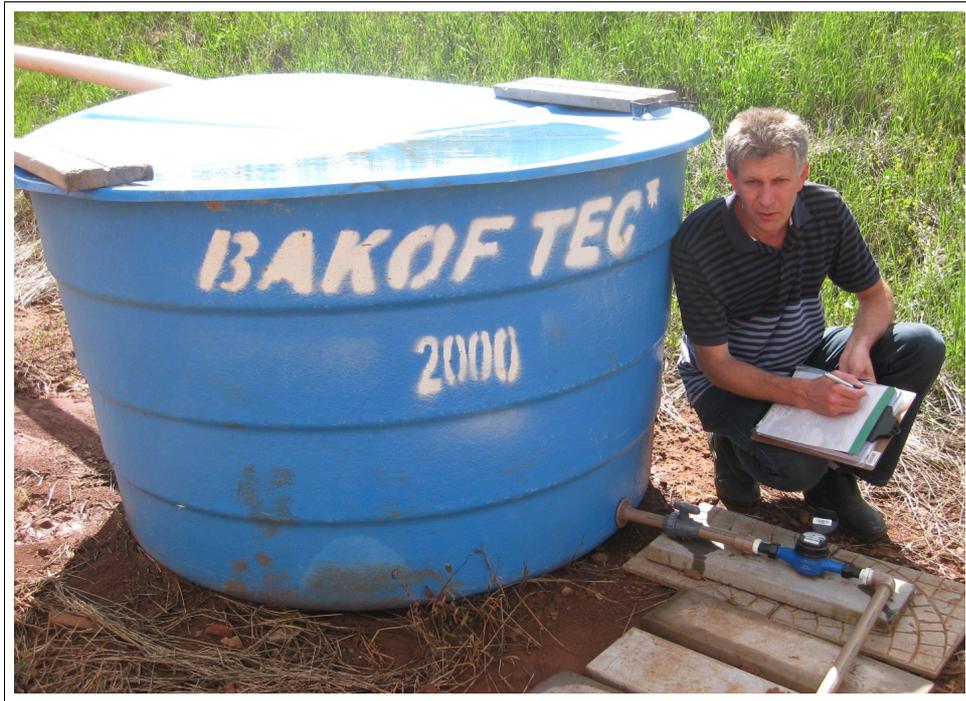


Figura 24 Medidor de vazão (hidrômetro) instalado em reservatório da saída do *wetland* construído para leitura da vazão, flagrante coleta da leitura.

4.7 Aferição da vazão de vazão de entrada no *wetland* construído

Para garantir a precisão da vazão de entrada no *wetland* construído (2.77L/min), a cada cinco dias, realizava-se a aferição, através copo calibrado de 1.000mL e cronômetro. Para a confiabilidade dos dados usou-se a coleta tríplice do volume de água no recipiente acima descrito e cronometrando o tempo. O ponto de coleta da aferição pode ser visualizado na Figura 25.



Figura 25 Aferição da vazão de entrada no *wetland* construído com o uso do copo calibrador.

4.8 Coleta de dados da vazão de entrada e saída do *wetland* construído

Os dados foram coletados diariamente em dois horários predeterminados, às 07h 30min e às 19h 30min durante o período 22 de outubro de 2010 a 11 de novembro de 2010, estes foram obtidos através de leitura direta nos hidrômetros de entrada e saída, conforme visto na Figura 26, sendo registrados em planilha específica (Anexo 1). Os dados coletados, julgados necessários para a pesquisa, foram: data, horários da coleta, leitura de vazão de entrada e leitura de vazão de saída. Estas informações possibilitaram calcular o volume de entrada e saída, tendo como resultado da diferença a evapotranspiração ocorrida no período de 12 horas, utilizando-se o formula do balanço hídrico conforme referenciado no item 2.6.10 da revisão bibliográfica.



Figura 26 Coleta de dados de vazão de entrada e saída, mostrando horário de coleta e leitura do hidrômetro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O experimento teve como objetivo avaliar e estudar a diminuição do volume de efluente através do processo físico evapotranspiração no sistema de tratamento *wetland construído* em uma ETE de vinícola, durante um período determinado (setembro a novembro de 2010). Avaliou-se também a interferência das variáveis climáticas no processo, com coleta de informações meteorológicas constantes.

A pesquisa apontou o processo de evapotranspiração como um grande aliado na proposta de liberação zero de efluentes nos corpos hídricos. A avaliação deste fenômeno num sistema *wetland construído* não está clara na literatura e seus dados são escassos nas condições climáticas da serra gaúcha, devido a isso a importância do aprofundamento no tema. Haja visto que o experimento foi realizado em escala real com interferências das variáveis climáticas, com sistema de vazão de fluxo contínuo e medição da vazão de entrada e saída. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, com intervalo de 12 horas, levando-se em conta a interferência do período da noite e do dia.

Em sistemas *wetland construído* Davis (1995) traz que a eficiência do processo pode ser influenciada pelo ciclo hidrológico e também pelas precipitações pluviométricas e as perdas de água por evapotranspiração devem ser consideradas no dimensionamento do mesmo. Para tanto o experimento quantificou o fenômeno no processo coletando dados reais de evapotranspiração, que servirão para cálculos de futuras ETEs de vinícolas, com sistemas de polimento com *wetland construído*.

Com os dados coletados foram feitos os ajustes necessários e análises das informações gerando gráficos quantitativos do estudo, para termos um acompanhamento sequencial. Analisando a Figura 27, podemos observar dados de vazão de entrada do *wetland construído*, dados de vazão de saída e percentual de evapotranspiração que ocorreu como resultado do balanço hídrico do sistema avaliado. Continuando a análise da mesma Figura 27 pode se observar que foi possível manter a vazão de entrada em uma faixa de 2,0m³ para 12 horas, sendo que em 3 momentos, (29-10, 03-11 e 09-11) teve-se um pequeno descontrole da vazão sendo o mesmo corrigido em seguida.

Avaliando a vazão de saída da Figura 27, observa-se que teve-se 5 momentos em 4 datas, (29-10, 30-10, 05-11 e 09-11), onde vazão foi maior na saída do que na entrada sendo está justificável pela precipitação pluviométrica ocorrida no período. Desta forma o gráfico mostra que na grande parte no período do experimento observou-se evapotranspiração significativa variando de 4,67% até 67,5 %, considerando o horário da leitura. Considerando a

precipitação pluviométrica e os dados de evapotranspiração obtiveram um resultado de 23,08% de eficiência no período pesquisado (20 dias).

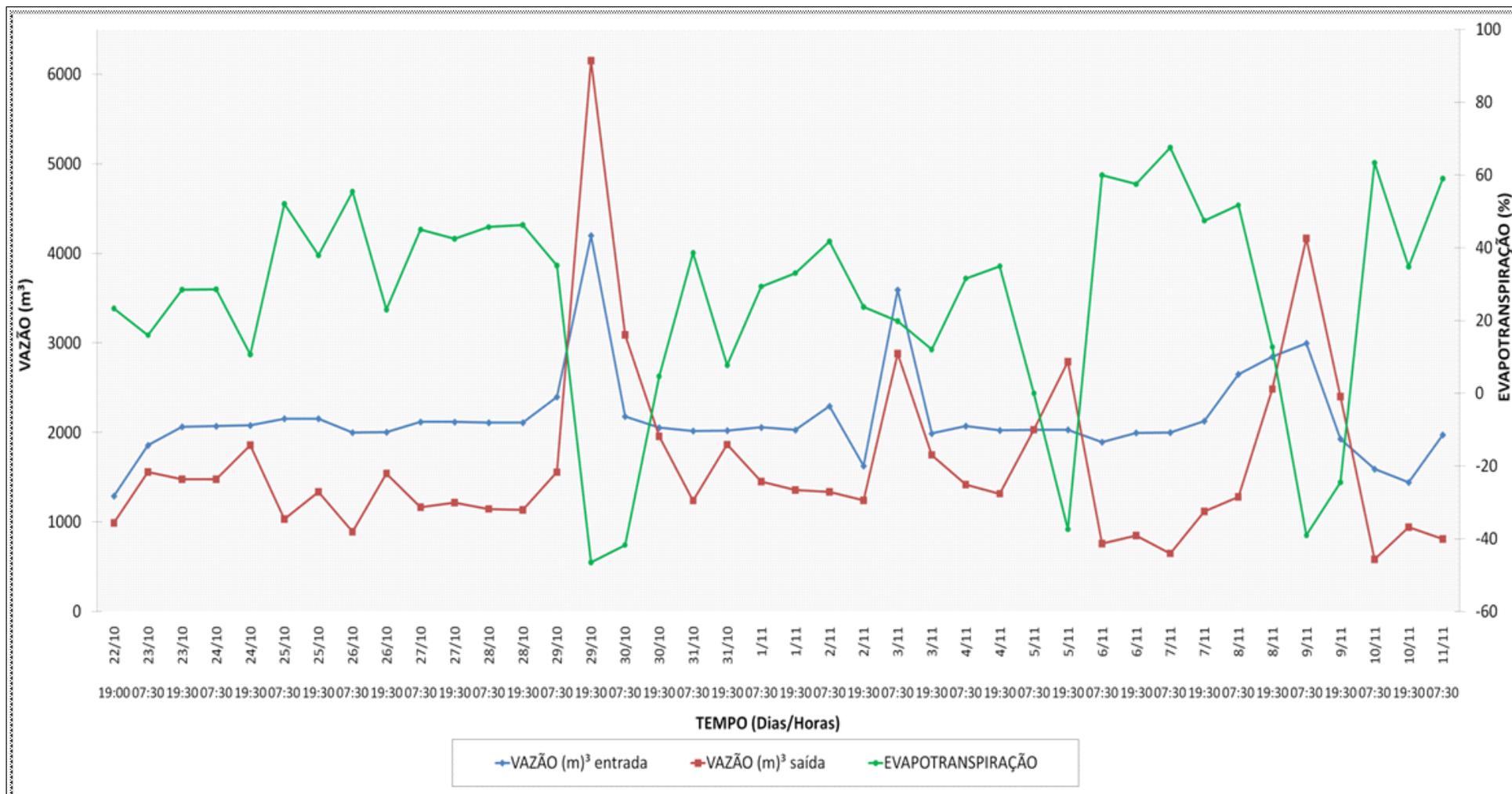


Figura 27 Gráfico mostrando a vazão de entrada, vazão de saída e percentual de evapotranspiração.

Na Figura 28 onde é mostrada a temperatura e a umidade no período do experimento é possível verificar com relação à temperatura que tivemos uma mínima de 9.4°C ocorrido no dia 01-11-2010 às 07h 25min horas e uma temperatura máxima ocorrida no dia 04-11-2010 às 19h 35min chegando a 34.2°C. Avaliando a umidade relativa no período do estudo tivemos uma máxima de 99% e uma mínima de 21%. Observa-se que amplitude na umidade e temperatura atinge proporções significativas demonstrando a importância do monitoramento para com isso alcançarmos uma melhor eficiência.

Continuando na análise da Figura 28 é mostrado claramente que ocorreu uma variação significativa com relação à temperatura e a umidade no período, podendo-se dizer que tivemos temperaturas baixas no final da madrugada e início da manhã e temperaturas elevadas no final da tarde e início da noite. Com relação à umidade observou-se que o comportamento inverso ao da temperatura mantendo umidades altas durante a noite e menores durante o dia, porém a umidade, logo no início da noite teve aumento considerável enquanto a temperatura ainda permanecia elevada.

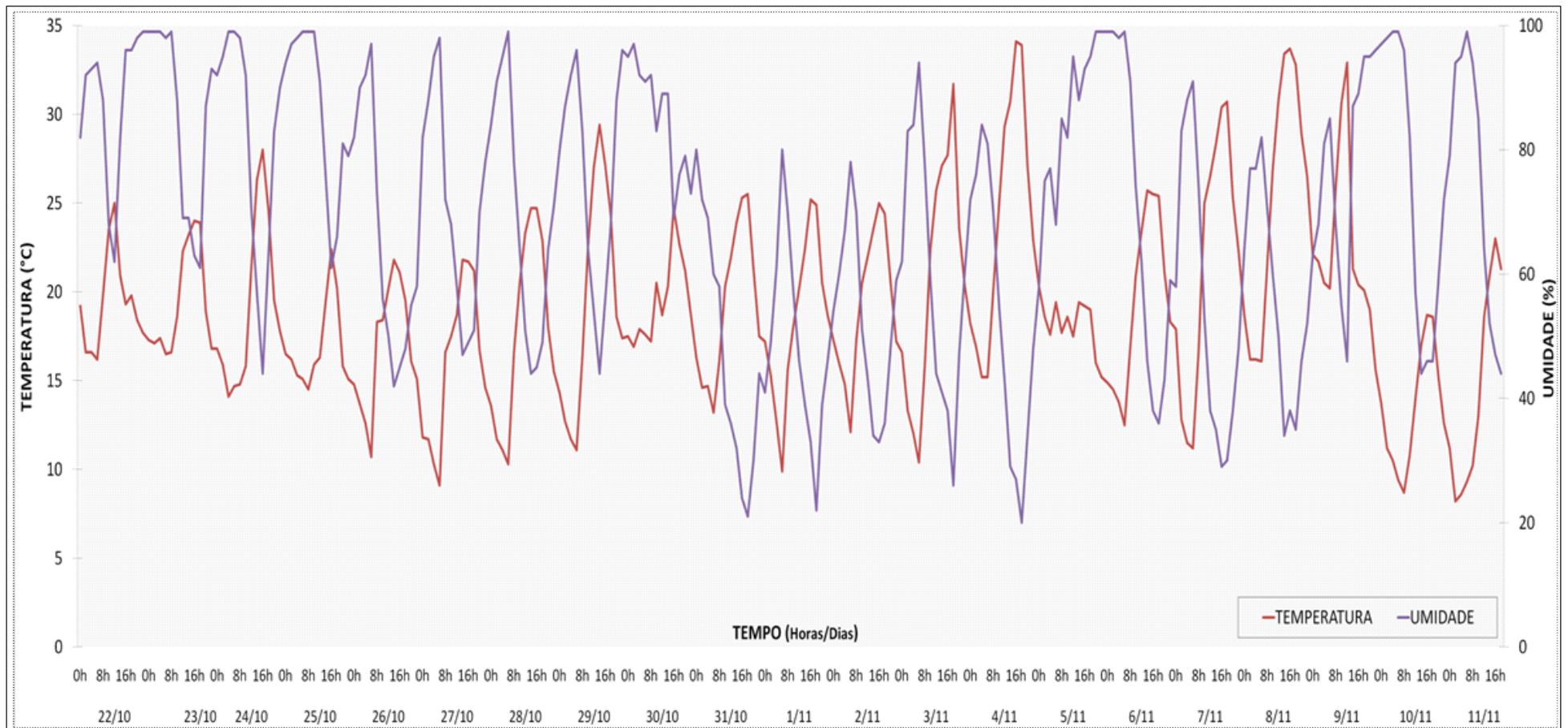


Figura 28 Gráfico mostrando a temperatura e umidade no período do experimento.

De acordo com os dados colhidos na pesquisa verificou-se que área superficial do sistema de tratamento influencia diretamente no processo de evapotranspiração, por se tratar de uma relação direta, quanto maior a área exposta maior é a ação do clima. A evapotranspiração pode ser expressa como a quantidade equivalente de água evaporada por unidade de tempo, geralmente expressa como lâmina de água por unidade de tempo (mm.dia^{-1}) (BURMAN et al., 1983).

A área superficial do *wetland construído* da pesquisa possui $183,3\text{m}^2$, cabe avaliar pela média de 23,08% de evapotranspiração durante o período de 20 dias do experimento tivemos uma evapotranspiração $5,43\text{mm.dia}^{-1}$. Analisando o pico de evapotranspiração no período tivemos 67,5% o que representa $14,73\text{mm.dia}^{-1}$ no período de 12 horas (07h 30min às 19h 30min – 07-11-2010).

Observou-se durante o experimento que as mudanças climáticas têm significativa importância nos sistemas de tratamentos de efluentes abertos, interferindo diretamente no volume de efluentes, ou seja, aumentando o volume em períodos de alta umidade, precipitação e temperatura baixa. Todavia com temperatura alta, baixa umidade e períodos de estiagem se apresentaram como aliados para a evapotranspiração, chegando a 67,50% no dia 7 de novembro de 2010, quando tivemos a umidade variando do período das 12h 45min às 23h 25min de 62% à 36%, com a temperatura atingindo a casa dos $26,5^\circ\text{C}$, conforme visto na Figura 28 e Anexo 2.

Considerando os resultados obtidos, podemos avaliar o melhor momento para liberar o efluente no *wetland construído*, pois os dados nos mostram que a melhor eficiência de evapotranspiração ocorre durante o final da manhã e até o início da noite. Esta afirmação se obtém analisando a evapotranspiração que em alguns momentos também ocorreu de forma significativa nas doze horas avaliadas, das 19h 30min as 07h 30min, observado na Figura 27 no dia 06 (seis) de novembro onde a evapotranspiração foi de 57,9%.

Outrossim, cabe ressaltar, durante a noite do dia 06 (seis) de novembro e a madrugada do dia 07 (sete) de novembro tivemos temperaturas elevadas até as 21h 25min chegando estas a $19,3^\circ\text{C}$, e a umidade estando baixa até neste horário ficando em 55%, isto reforça que umidades baixas e temperaturas elevadas são fatores fundamentais para ocorrer uma boa eficiência na evapotranspiração.

Em zonas de clima temperado com baixa luminosidade, como é o caso da região estudada, em especial no inverno a taxa de fotossíntese é reduzida, ficando o processo transpiração dos vegetais diminuída. No entanto a evaporação é favorecida por estar menos sombreando o sistema aumentando a radiação direta na superfície de contato para evaporação.

Tendo em vista os resultados alcançados no experimento é plenamente viável recomendar a utilização do sistema *wetland construído* em estações de tratamento de efluentes das vinícolas de pequeno porte. O processo de evapotranspiração tem intuito de atingir a liberação zero de efluentes nos recursos hídricos, visto que a elaboração de vinhos ocorre no período mais quente do ano na região sul, janeiro, fevereiro e março, possibilitando desta forma a total evapotranspiração do efluente gerado no período, bastando somente um bom manejo da ETE.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo realizado buscando a diminuição de volume de efluente através da evapotranspiração numa ETE de vinícolas com sistema *wetland construído*, durante um período determinado nos mostrou, que existe esta possibilidade chegando ao valor médio de 23,8% no período de 20 dias considerando a época de avaliação do experimento.

Resultados obtidos com o experimento nos mostraram uma forte influência da umidade relativa e da temperatura com relação à eficiência na evapotranspiração, podendo a mesma chegar a valores 67,5% num período de 12 horas, quando se observou um claro aumento de temperatura e uma diminuição significativa de umidade.

É importante considerar em projetos de *wetland construído* a influência da precipitação pluviométrica quando se quer avaliar a evapotranspiração do processo. A pesquisa nos mostrou que poderemos ter um aumento de efluentes para descarte final ou recirculações vinculados diretamente aos índices de precipitação pluviométrica do local e a área de captação da mesma. No exemplo da pesquisa observou-se em três momentos o aumento na vazão de saída em função dos índices de chuva ocorridos.

RECOMENDAÇÕES:

- a) O sistema de tratamento por polimento *wetland construído* é um processo aberto, sofrendo todas as interferências climáticas, portanto um ponto fundamental para melhorar a eficiência seria utilizar cobertura com material transparente, evitando a chuva e deixando passar a radiação solar, com isso aumentando a temperatura do ambiente. Entretanto, esta recomendação necessita de estudos de viabilidade e eficiência;
- b) Aumentar o tempo de estudos, principalmente em época de vinificação, pelo fato do período ter condições climáticas diferenciadas com relação ao estudado;
- c) Avaliar a biomassa das plantas, quantificando o crescimento das mesmas no *wetland construído*, visando a influencia destas com relação à evapotranspiração ocorrida.

REFERÊNCIAS

- ANDREOTOLLA, G. et al. Treatment of winery wastewater in o sequencing batch biofilm reactor. *Water Science & Technology*, v. 45, n. 12, p. 347-354, 2002.
- ANDREOTTOLA, G. et al. (b) Treatment of winery wastewater in a full-scale fixed bed biofilm reactor. **Water Science & Technology**, v. 51, n. 1, p. 71–79, 2005.
- ANJOS, J. A. S. A. **Avaliação da eficiência de uma zona alagadiça (wetland) no controle da poluição por metais pesados: O caso da Plumbum em Santo Amaro da Purificação/BA.** 2003. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2003. 328 p.
- ANUÁRIO BRASILEIRO. **Uva e vinho 2004.** Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2004.
- ARMSTRONG, W; ARMSTRONG, P.M.B; JUSTIN, S.H.F.W **Convective gas-flow in wetland plant aeration.** In: Jackson, M. B.; Davies, D. D.; Lambers, H. *Plant Life under oxygen deprivation.* SBP Academic Publishing Bv, The Hague. Netherlands, 1998. 283 p.
- BASTIAN, R. K.; HAMMER, D. A. **The Use of Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Recycling.** In *Constructed Wetlands for Water Quality Improvement*, CRC Press, Florida, EUA, 1993.
- BRASIL. Congresso. Senado. **Projeto de lei do Senado N°, de 2004.** Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/sf/atividade/Materia/getHTML.asp?t=1962>>. Acesso em: 13 jun. 2010.
- BRASIL. Lei 7.678/1988 (Lei ordinária) 08/11/1988. **Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e da outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, 09 nov. 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/1980-1988/L7678.htm>. Acesso em: 20 abr. 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Uva e Vinho. **Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2006.** Pesquisadora da Área de Sócio-Economia da Loiva Maria Ribeiro de Mello. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n° 357** de 17 de março de 2005, 2005.
- BRASIL. **Política Nacional de Recursos Hídricos.** Lei N° 9433 de 8 de janeiro de 1997. Secretaria dos Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Lei n° 9433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm>. Acesso em: 15 de jun. 2010.

BURIOL, Galileo Adeli et al. Cartas mensais e anuais das temperaturas médias, das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do Estado do Rio Grande do Sul. 1979. **Revista do centro de Ciências Rurais**. Santa Maria, v. 9, p. 1-43. (suplemento)

BURMAN, R D. et al. **Water requirements**. In: JENSEN, M.E. (Ed.) Design and operation of farm irrigation systems. St. Joseph: ASAE, 1983.

CADASTRO VINÍCOLA DO RIO GRANDE DO SUL – 2001/2009. – **Bento Gonçalves, Divisão de Enologia/DPV/SAA e IBRAVIN**. 2009. 1 CD-ROM.

CADASTRO VITÍCOLA DO RIO GRANDE DO SUL – 2001/2009. Editor técnico: Loiva Maria Ribeiro de Mello – **Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho/Ibravin**. 2009. 1 CD-ROM.

CANLER, J. P. Traitment biologique aerobie par basin en serie des effluents vinicoles. Proceedings 2° Congres International sur le Traitment des Effluents Vinicoles, Bordeaux, May 5-7. In: BOLZONELLA, D. Treatment of winery wastewater in a conventional municipal activated sludge process: a five year of experience. **Water Science & Technology**. v. 56, n. 2, 2007.

CHADHA, K.L.; SHIKHAMANY, S.D. **The grape**: Improvement, production and post-harvest management. New Delhi: Malhotra Publishing House, 1999. 579 p.

CHERNICHARO, C. A. L. **Pós-tratamento de Efluentes de reatores anaeróbios**. In: Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios por Sistemas de Aplicação no Solo. Belo Horizonte, SEGRAC, 2001.

COWARDIN, L. M. **Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States**. U. S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. Jamestown, ND: Northern Prairie Wildlife Research Center Home Page, 1979. (Version 04/December/98). Disponível em: <<http://www.npwrc.usgs.gov/resource/1998/classwet/classwet.htm>>. Acesso em: 20 de abr. 2010.

CUNNINGHAM, S. D.; et al. **Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants**. Adv. Agron. (56) 1996. 55 p.

DAL PIZZOL, R. A história da uva e do vinho no Rio Grande do Sul. **Revista do Vinho**. Bento Gonçalves, 1990.

DAVIS, L.A. **Handbook of Constructed Wetlands: A Guide to Creating Wetlands for: Agricultural Wastewater, Domestic Wastewater, Coal Mine Drainage, Stormwater in the Mid-Atlantic Region**. Volume 1: (USEPA Region III with USDA, NRCS), 1995.

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: 13 jun. 2010.

GARCEZ L. N.; ALVAREZ A. G. **Hidrologia**, 2 ed. rev. e atual. – São Paulo: Edgard Blüncher, 1988.

GARCIA, Abad J.; SANTESTEBAN, Esandi F. Efluentes vitivinícolas y su depuración por digestion anaerobia. **Viticultura, Enologia Profesional**, n. 48. Barcelona: Edita Agro Latina, 1997.

GUERRA, C. C.; BARNABÉ, D. Vinho In: Filho, W. G. V. (Coord.). **Tecnologias de Bebidas** - São Paulo; Editora Edgard Blüncher, 2005.

HABERL, R. Constructed wetlands: A chance to solve wastewater problems in developing countries. **Water. Sci. Technol.**, v. 40, 1999.

HASHIZUME, T. **Tecnologias do Vinho**. In: LIMA, U. de A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. AQUARONE, et al. *Biotecnologia industrial – v. 4: Tecnologia das fermentações* Editora Edgard Blüncher, 1975. 248 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Dados de produção e área plantada de uvas**. 2003. Acesso em: 15 maio 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Mapa político do Estado do Rio Grande do Sul**. 2000. Acesso em: 15 maio 2010.

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho, **A viticultura Brasileira**. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/brasilvitivinicola.php>>. Acesso em: 13 jun. 2010.

KADLEC, R. H.; KNIGHT. R. L. **Treatment wetlands**, Lewis Publishers, Boca Raton - New York, 1996. 893 p.

LIMA, F. P. **Energia no tratamento de esgoto**: análise tecnológica e institucional para conservação de energia e uso do biogás. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia. São Paulo, 2005. 139 p.

MARQUES, D. da M; SALATI JR. 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.

MOLETTA, R. **Winery and distillery wastewater treatment by anaerobic digestion**. **Water Science and Technology**. v. 51, n. 1, 2005.

MUSEE, N.; Lorenzen, L.; ALDRICH, C. **Cellar waste minimization in the wine industry: a systems approach**. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, 2005.

ORTIGARA, A. R. C., **Caracterização do efluente de uma vinícola na região do vale do Rio do Peixe/SC e avaliação do seu tratamento por Biofiltro Aerado Submerso**. Angela Renata Cordeiro Ortigara – Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2009. 140 p.

PARESCHI, D. C. **Caracterização da Fauna de Rotifera em área alagada Construída para Tratamento de Esgotos Doméstico**. Piracicaba/SP. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

PEREIRA, A. R.; VILA NOVA,; SEDIYEMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

PETRUCCIOLI, M. Aerobic treatment of winery wastewater using a jet-loop activated sludge reactor. **Process Biochemistry**. v. 37, n. 8, 2001.

PHILLIPS, Rod. **Uma breve história do vinho**. 2 ed., Tradução de Gabriela Máximo - Rio de Janeiro: Record, 2003.

PINTO N. L. S. et al. **Hidrologia Básica**. São Paulo: Edgard Blüncher, 1976.

RESOLUÇÃO N ° 128/2006 do CONSEMA (Conselho Estadual do Meio Ambiente), **que dispõe sobre a fixação de padrões de emissão de efluentes líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul**.

ROCHARD, J. (coord.) Cahier Scientifique et Technique - **Gestion des effluents de cave et de distillerie**. Office International de la Vigne et du Vin, France, Paris, 1999.

RODRIGUES, A. C. **Tratamento de efluentes líquidos na indústria alimentar: o caso dos sectores vinícola e cervejeiro**. 2º Seminário de Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais: novos desafios para o século XXI, UTAD, Vila Real, Portugal, 2004.

RODRIGUES, A.C., et al. Tratamento de efluentes vitivinícolas; um caso de estudo na região dos vinhos verdes. **Indústria e Ambiente**, n. 40, p. 20-25, 2006.

SALATI Jr., E.; SALATI, E.; SALATI, E. **Wetland projects developed in Brazil**. Water Sci. Tech., v. 40, n. 3, 1999.

SALATI, E. **Controle de qualidade de água através de sistema de wetlands construídos**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS). Rio de Janeiro, 2006. 19 p.

SALATI, E. **Edaphic-Phytodepuration: A new Approach to Wastewater Treatment**. In: REDDY, K.R & SMITH, W.H. Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery. Magnolia Publishing Inc. Orlando, Flórida, EUA, 1987.

SALATI, E.; N. S. RODRIGUES. De poluente a nutriente, a descoberta do Aguapé. **Revista Brasileira da Tecnologia**. v. 3, n. 13, 1982.

SANTOS, M. S. dos. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2010.

SHIPIN, O. **Integrated natural treatment systems for developing communities: low-tech N-removal through the fluctuating microbial pathways**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WASTE STABILIZATION PONDS, 6.; INTERNATIONAL CONFERENCE ON WETLAND SYSTEMS, 9., 2004, Antony Cedex. Communications of common interest... Antony Cedex: Cemagref., 2004.

SILVA, A. A. G. Et al. Avaliação da eficiência de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1993.

SOUSA, J. T. de, van HAANDEL, A.C . GUIMARÃES, A.V.A. **Performance of constructed wetland systems treating anaerobic effluents.** Water Science and Technology, v. 48, n. 6, p. 295-299, 2003.

SOUSA, J. T., LEITE, V. D., DIONÍSIO, J. A. **Reúso de efluentes de esgoto sanitário na cultura do arroz.** In: IX SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000, Anais Porto Seguro, p. 1058-1963, 2000.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ROCHA, O. **Limnologia de águas interiores. Impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos.** In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Eds.) *Águas doce do Brasil: capital ecológico, uso e conservação.* 2 ed. São Paulo: Escrituras Editora e Distribuidora de Livros, 2002.

VALENTIM, M. A. A. **Desempenho de Leitos Cultivados ("Constructed Wetland") para Tratamento de Esgoto:** contribuições para concepção e operação. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003. 233 p.

VALENTIM, M. A. A. **Uso de Leitos Cultivados no Tratamento de Efluentes de Tanque Séptico Modificado.** Campinas, SP. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

VAN DER LEEDEN, F; TROISE, F. L; TOLD, D, K. **The water encyclopedia.** 2 ed. Michigan: Lewis Publishers, 1990. In: *Água na indústria: uso racional e reuso.* MIERZWA, J. C., HESPANHOL, I. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

WOOD, A. **Constructed Wetlands in Water pollution control:** Fundamentals to their understanding. Water, Science and Technology, 32(3): 21- 29, 1995.

WESTPHALEN, S.L.; MALUF, J.R.T. **Caracterização das áreas bioclimáticas para o cultivo de Vitis vinifera L. nas regiões da Serra do Noroeste e Planalto do Estado do Rio Grande do Sul.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2000. 99 p.

ANEXOS

ANEXO 1: TABELA DE LEITURAS DE MONITORAMENTO DE VAZÃO DE ENTRADA E SAÍDA DO *WETLAND* CONSTRUÍDO

Hora leitura	Data leitura	Hidrômetro entrada m ³	Vazão m ³	Hidrômetro saída m ³	Vazão m ³	Porcentagem de evaporação
19:00	22/10	69.312	1.291	10.750	990	23,32%
07:30	23/10	70.603	1.857	11.740	1.560	15,99%
19:30	23/10	72.460	2.065	13.300	1.477	28,47%
07:30	24/10	74.525	2.071	14.777	1.479	28,59%
19:30	24/10	76.596	2.079	16.256	1.857	10,68%
07:30	25/10	78.675	2.155	18.113	1.034	52,02%
19:30	25/10	80.830	2.155	19.147	1.338	37,91%
07:30	26/10	82.985	2.000	20.485	892	55,40%
19:30	26/10	84.985	2.004	21.377	1.543	23,00%
07:30	27/10	86.989	2.118	22.920	1.165	45,00%
19:30	27/10	89.107	2.117	24.085	1.218	42,47%
07:30	28/10	91.224	2.110	25.303	1.146	45,69%
19:30	28/10	93.334	2.110	26.449	1.134	46,26%
07:30	29/10	95.444	2.398	27.583	1.557	35,07%
19:30	29/10	97.842	4.199	29.140	6.150	-46,46%
07:30	30/10	102.041	2.180	35.290	3.089	-41,70%
19:30	30/10	104.221	2.054	38.379	1.958	4,67%
07:30	31/10	106.275	2.018	40.337	1.240	38,55%
19:30	31/10	108.293	2.022	41.577	1.865	7,76%
07:30	1/11	110.315	2.057	43.442	1.453	29,36%
19:30	1/11	112.372	2.028	44.895	1.358	33,04%
07:30	2/11	114.400	2.294	46.253	1.337	41,72%
19:30	2/11	116.694	1.627	47.590	1.241	23,72%
07:30	3/11	118.321	3.592	48.831	2.880	19,82%
19:30	3/11	121.913	1.989	51.711	1.749	12,07%
07:30	4/11	123.902	2.072	53.460	1.418	31,56%
19:30	4/11	125.974	2.024	54.878	1.317	34,93%
07:30	5/11	127.998	2.031	56.195	2.031	0,00%
19:30	5/11	130.029	2.031	58.226	2.790	-37,37%
07:30	6/11	132.060	1.893	61.016	758	59,96%
19:30	6/11	133.953	1.997	61.774	849	57,49%
07:30	7/11	135.950	2.000	62.623	650	67,50%
19:30	7/11	137.950	2.128	63.273	1.118	47,46%
07:30	8/11	140.078	2.651	64.391	1.281	51,68%
19:30	8/11	142.729	2.847	65.672	2.484	12,75%
07:30	9/11	145.576	2.997	68.156	4.167	-39,04%
19:30	9/11	148.573	1.928	72.323	2.400	-24,48%
07:30	10/11	150.501	1.592	74.723	583	63,38%
19:30	10/11	152.093	1.444	75.306	942	34,76%
07:30	11/11	153.537	1.974	76.248	809	59,02%

Hora leitura	Data leitura	Hidrômetro entrada m ³	Vazão m ³	Hidrômetro saída m ³	Vazão m ³	Porcentagem de evaporação
19:30	11/11	155.511		77.057		
VAZÃO TOTAL			86.199		66.307	23,08%

ANEXO 2: TABELA DE DADOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO LOCAL DE ESTUDO

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
21/10/2010 23:06	83	19,0	0,0	16,1	0,00
22/10/2010 00:00	82	19,2	2,5	16,1	0,00
22/10/2010 00:00	89	17,4	0,0	15,6	0,00
22/10/2010 02:06	92	16,6	0,0	15,3	0,00
22/10/2010 03:06	91	16,7	0,0	15,2	0,00
22/10/2010 04:06	93	16,6	0,0	15,5	0,00
22/10/2010 05:06	95	16,3	0,0	15,5	0,00
22/10/2010 06:06	94	16,2	0,0	15,3	0,00
22/10/2010 07:06	91	18,3	0,0	16,8	0,00
22/10/2010 08:06	88	19,8	0,0	17,8	0,00
22/10/2010 09:06	77	21,7	0,0	17,5	0,00
22/10/2010 10:06	68	23,5	2,5	17,3	0,00
22/10/2010 11:06	62	25,2	1,1	17,4	0,00
22/10/2010 12:06	62	25	0,0	17,2	0,00
22/10/2010 13:06	66	23,7	3,6	17,0	0,00
22/10/2010 14:06	82	20,9	0,0	17,7	0,01
22/10/2010 15:06	94	19,6	0,0	18,6	0,12
22/10/2010 16:06	96	19,3	0,0	18,7	0,28
22/10/2010 17:06	96	20	0,0	19,4	0,33
22/10/2010 18:06	96	19,8	0,0	19,2	0,33
22/10/2010 19:06	97	18,9	0,0	18,4	0,34
22/10/2010 20:06	98	18,4	0,0	18,1	0,34
22/10/2010 21:06	99	18,1	0,0	18,0	0,34
22/10/2010 22:06	99	17,7	0,0	17,6	0,34
22/10/2010 23:06	99	17,4	0,0	17,3	0,34
23/10/2010 00:06	99	17,3	0,0	17,2	0,34
23/10/2010 01:06	99	17,3	0,0	17,2	0,34
23/10/2010 02:06	99	17,1	0,0	17,0	0,34
23/10/2010 03:06	99	17,2	5,0	17,1	0,34
23/10/2010 04:06	99	17,4	7,2	17,6	0,34
23/10/2010 05:06	96	16,8	5,0	16,2	0,35
23/10/2010 06:06	98	16,5	0,0	16,2	0,35
23/10/2010 07:06	99	16,5	2,5	16,4	0,35
23/10/2010 08:06	99	16,6	5,0	16,5	0,35
23/10/2010 09:06	95	17,7	5,0	16,9	0,35
23/10/2010 10:06	88	18,6	11,2	16,6	0,35
23/10/2010 11:06	80	20,4	6,1	16,9	0,35
23/10/2010 12:06	69	22,3	6,1	16,4	0,35
23/10/2010 13:06	62	22,9	8,6	15,3	0,35

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
23/10/2010 14:06	69	23,2	8.6	17.2	0.34
23/10/2010 15:06	68	23,1	15.8	16.9	0.24
23/10/2010 16:06	63	24	12.2	16.6	0.07
23/10/2010 17:06	60	24,7	7.2	16.4	0.02
23/10/2010 18:06	61	23,9	8.6	16.0	0.02
23/10/2010 19:06	77	20,5	6.1	16.4	0.01
23/10/2010 20:06	87	18,9	2.5	16.7	0.01
23/10/2010 21:06	91	18	3.6	16.5	0.01
23/10/2010 22:06	93	16,8	2.5	15.7	0.01
23/10/2010 23:06	95	16,5	1.1	15.7	0.01
24/10/2010 00:06	92	16,8	2.5	15.5	0.01
24/10/2010 01:06	94	16,4	2.5	15.5	0.01
24/10/2010 02:06	95	15,9	1.1	15.1	0.01
24/10/2010 03:06	98	15,1	1.1	14.8	0.01
24/10/2010 04:06	99	14,1	0.0	14.0	0.01
24/10/2010 05:06	99	14,6	2.5	14.5	0.00
24/10/2010 06:06	99	14,7	0.0	14.6	0.00
24/10/2010 07:06	98	14,8	3.6	14.5	0.00
24/10/2010 08:06	98	14,8	3.6	14.5	0.00
24/10/2010 09:06	97	14,9	0.0	14.4	0.00
24/10/2010 10:06	92	15,8	0.0	14.5	0.00
24/10/2010 11:06	84	17,7	3.6	15.0	0.00
24/10/2010 12:06	70	21,5	3.6	15.8	0.00
24/10/2010 13:06	65	24	5.0	17.0	0.00
24/10/2010 14:06	57	26,3	1.1	17.1	0.00
24/10/2010 15:06	43	28,8	7.2	15.0	0.00
24/10/2010 16:06	44	28	2.5	14.6	0.00
24/10/2010 17:06	53	26,7	9.7	16.4	0.00
24/10/2010 18:06	63	24,6	13.3	17.1	0.00
24/10/2010 19:06	77	21	15.8	16.8	0.00
24/10/2010 20:06	83	19,5	9.7	16.6	0.00
24/10/2010 21:06	88	18,5	6.1	16.5	0.00
24/10/2010 22:06	90	17,8	6.1	16.2	0.00
24/10/2010 23:06	93	17	1.1	15.9	0.00
25/10/2010 00:06	94	16,5	1.1	15.6	0.00
25/10/2010 01:06	96	15,8	1.1	15.2	0.00
25/10/2010 02:06	97	16,2	9.7	15.7	0.00
25/10/2010 03:06	---	---	---	---	0.07
25/10/2010 04:06	---	---	---	---	0.07
25/10/2010 05:06	99	15,2	2.5	15.1	0.08
25/10/2010 06:06	99	15,1	0.0	15.0	0.08
25/10/2010 07:06	99	14,9	3.6	14.8	0.08
25/10/2010 08:06	---	---	---	---	0.08
25/10/2010 09:06	---	---	---	---	0.08

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
25/10/2010 10:06	99	15,9	2.5	15.8	0.08
25/10/2010 11:06	91	16,5	3.6	15.0	0.08
25/10/2010 12:06	91	16,3	5.0	14.8	0.08
25/10/2010 13:06	87	17,2	3.6	15.0	0.08
25/10/2010 14:06	76	19,4	9.7	15.1	0.08
25/10/2010 15:06	65	21,2	14.8	14.4	0.08
25/10/2010 16:06	61	22,4	8.6	14.5	0.08
25/10/2010 17:06	62	21,9	5.0	14.3	0.08
25/10/2010 18:06	66	20,2	7.2	13.7	0.08
25/10/2010 19:06	76	17,6	8.6	13.3	0.08
25/10/2010 20:06	81	15,8	1.1	12.6	0.08
25/10/2010 21:06	80	16	5.0	12.6	0.08
25/10/2010 22:06	79	15,1	1.1	11.5	0.08
25/10/2010 23:06	76	15,1	5.0	10.9	0.08
26/10/2010 00:06	82	14,8	8.6	11.8	0.08
26/10/2010 01:06	92	13,3	11.2	12.0	0.08
26/10/2010 02:06	90	13,7	11.2	12.1	0.08
26/10/2010 03:06	90	13,1	0.0	11.5	0.01
26/10/2010 04:06	92	12,6	0.0	11.4	0.01
26/10/2010 05:06	96	11,5	0.0	10.9	0.00
26/10/2010 06:06	97	10,7	0.0	10.3	0.00
26/10/2010 07:06	86	15,9	0.0	13.6	0.00
26/10/2010 08:06	73	18,3	2.5	13.4	0.00
26/10/2010 09:06	70	17,7	2.5	12.2	0.00
26/10/2010 10:06	56	18,4	8.6	9.5	0.00
26/10/2010 11:06	---	---	---	---	0.00
26/10/2010 12:06	50	20,2	7.2	9.5	0.00
26/10/2010 13:06	47	20,7	0.0	9.0	0.00
26/10/2010 14:06	42	21,8	9.7	8.3	0.00
26/10/2010 15:06	45	21,5	9.7	9.1	0.00
26/10/2010 16:06	45	21,1	15.8	8.7	0.00
26/10/2010 17:06	43	21,6	7.2	8.5	0.00
26/10/2010 18:06	48	19,5	7.2	8.2	0.00
26/10/2010 19:06	58	16,5	0.0	8.2	0.00
26/10/2010 20:06	55	16,1	3.6	7.1	0.00
26/10/2010 21:06	59	15,1	5.0	7.2	0.00
26/10/2010 22:06	58	15,1	5.0	6.9	0.00
26/10/2010 23:06	75	11,9	0.0	7.6	0.00
27/10/2010 00:06	82	11,8	1.1	8.8	0.00
27/10/2010 01:06	84	11,7	0.0	9.1	0.00
27/10/2010 02:06	88	11,7	0.0	9.8	0.00
27/10/2010 03:06	92	10,7	0.0	9.5	0.00
27/10/2010 04:06	95	10,3	0.0	9.5	0.00
27/10/2010 05:06	97	10,2	0.0	9.8	0.00

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
27/10/2010 06:06	98	9,1	0.0	8.8	0.00
27/10/2010 07:06	82	16,3	0.0	13.2	0.00
27/10/2010 08:06	72	16,6	1.1	11.6	0.00
27/10/2010 09:06	74	15,4	1.1	10.8	0.00
27/10/2010 10:06	68	17,5	5.0	11.6	0.00
27/10/2010 11:06	62	17,5	3.6	10.2	0.00
27/10/2010 12:06	58	18,7	1.1	10.3	0.00
27/10/2010 13:06	52	20,2	3.6	10.1	0.00
27/10/2010 14:06	47	21,8	6.1	10.0	0.00
27/10/2010 15:06	42	23,3	3.6	9.7	0.00
27/10/2010 16:06	49	21,7	6.1	10.5	0.00
27/10/2010 17:06	42	22,9	2.5	9.3	0.00
27/10/2010 18:06	51	21,2	13.3	10.7	0.00
27/10/2010 19:06	64	18,2	9.7	11.3	0.00
27/10/2010 20:06	70	16,7	3.6	11.2	0.00
27/10/2010 21:06	75	15,5	0.0	11.1	0.00
27/10/2010 22:06	78	14,6	1.1	10.8	0.00
27/10/2010 23:06	81	14,1	2.5	10.9	0.00
28/10/2010 00:06	84	13,6	0.0	11.0	0.00
28/10/2010 01:06	89	12,6	1.1	10.9	0.00
28/10/2010 02:06	91	11,7	0.0	10.3	0.00
28/10/2010 03:06	94	11,3	2.5	10.4	0.00
28/10/2010 04:06	95	11,1	1.1	10.3	0.00
28/10/2010 05:06	96	10,8	1.1	10.2	0.00
28/10/2010 06:06	99	10,3	0.0	10.2	0.00
28/10/2010 07:06	87	14,7	1.1	12.6	0.00
28/10/2010 08:06	78	16,6	0.0	12.8	0.00
28/10/2010 09:06	70	18,3	3.6	12.8	0.00
28/10/2010 10:06	64	20,5	5.0	13.5	0.00
28/10/2010 11:06	55	22,2	3.6	12.8	0.00
28/10/2010 12:06	51	23,3	2.5	12.6	0.00
28/10/2010 13:06	46	24,4	0.0	12.1	0.00
28/10/2010 14:06	44	24,7	7.2	11.7	0.00
28/10/2010 15:06	46	24,3	9.7	12.0	0.00
28/10/2010 16:06	45	24,7	6.1	12.0	0.00
28/10/2010 17:06	45	23,9	13.3	11.3	0.00
28/10/2010 18:06	49	22,9	1.1	11.6	0.00
28/10/2010 19:06	58	19,7	5.0	11.2	0.00
28/10/2010 20:06	64	18	2.5	11.1	0.00
28/10/2010 21:06	68	16,7	2.5	10.8	0.00
28/10/2010 22:06	71	15,5	2.5	10.3	0.00
28/10/2010 23:06	75	14,6	0.0	10.2	0.00
29/10/2010 00:06	80	14,3	2.5	10.9	0.00
29/10/2010 01:06	82	13,9	1.1	10.9	0.00

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
29/10/2010 02:06	87	12,7	0.0	10.6	0.00
29/10/2010 03:06	90	12	0.0	10.4	0.00
29/10/2010 04:06	92	11,7	0.0	10.5	0.00
29/10/2010 05:06	95	11,2	0.0	10.4	0.00
29/10/2010 06:06	96	11,1	1.1	10.5	0.00
29/10/2010 07:06	85	14,5	5.0	12.0	0.00
29/10/2010 08:06	83	16,3	1.1	13.4	0.00
29/10/2010 09:06	69	20,5	1.1	14.6	0.00
29/10/2010 10:06	64	22,6	3.6	15.5	0.00
29/10/2010 11:06	57	25	3.6	15.9	0.00
29/10/2010 12:06	54	27	1.1	16.9	0.00
29/10/2010 13:06	46	28,6	1.1	15.9	0.00
29/10/2010 14:06	44	29,4	0.0	15.9	0.00
29/10/2010 15:06	56	27,1	5.0	17.6	0.00
29/10/2010 15:25	44	29.4	0.0	15.9	0.00
29/10/2010 16:25	56	27.1	5.0	17.6	0.00
29/10/2010 17:25	64	25.4	5.0	18.1	0.00
29/10/2010 18:25	68	24.3	8.6	18.0	0.00
29/10/2010 19:25	61	23.0	12.2	15.1	0.00
29/10/2010 20:25	88	18.6	7.2	16.6	0.02
29/10/2010 21:25	95	17.4	0.0	16.6	0.15
29/10/2010 22:25	---	---	---	---	0.15
29/10/2010 23:25	97	17.4	6.1	16.9	0.74
30/10/2010 00:25	95	17.5	11.2	16.7	0.85
30/10/2010 01:25	95	17.5	2.5	16.7	0.85
30/10/2010 02:25	97	16.9	0.0	16.4	0.85
30/10/2010 03:25	91	18.3	2.5	16.8	0.85
30/10/2010 04:25	92	17.9	2.5	16.6	0.85
30/10/2010 05:25	89	18.5	1.1	16.7	0.85
30/10/2010 06:25	91	17.6	0.0	16.1	0.85
30/10/2010 07:25	92	17.0	0.0	15.7	0.85
30/10/2010 08:25	92	17.2	0.0	15.9	0.85
30/10/2010 09:25	88	19.0	1.1	17.0	0.85
30/10/2010 10:25	83	20.5	5.0	17.5	0.86
30/10/2010 11:25	84	20.3	6.1	17.5	0.86
30/10/2010 12:25	89	18.7	3.6	16.9	0.86
30/10/2010 13:25	96	17.5	12.2	16.9	0.98
30/10/2010 14:25	89	20.3	3.6	18.5	0.99
30/10/2010 15:25	77	24.9	2.5	20.6	0.99
30/10/2010 16:25	69	24.7	6.1	18.7	0.99
30/10/2010 17:25	71	24.9	1.1	19.3	0.99
30/10/2010 18:25	76	22.7	7.2	18.3	0.99
30/10/2010 19:25	77	22.3	2.5	18.1	0.99
30/10/2010 20:25	79	21.2	7.2	17.4	0.97

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
30/10/2010 21:25	84	19.9	5.0	17.1	0.84
30/10/2010 22:25	73	18.7	9.7	13.8	0.84
30/10/2010 23:25	78	17.0	6.1	13.2	0.25
31/10/2010 00:25	80	16.3	2.5	12.9	0.14
31/10/2010 01:25	64	16.0	3.6	9.2	0.14
31/10/2010 02:25	72	14.6	2.5	9.6	0.14
31/10/2010 03:25	70	14.6	2.5	9.2	0.14
31/10/2010 04:25	69	14.7	3.6	9.1	0.14
31/10/2010 05:25	67	14.3	5.0	8.3	0.14
31/10/2010 06:25	60	13.2	6.1	5.6	0.14
31/10/2010 07:25	57	12.9	1.1	4.6	0.14
31/10/2010 08:25	58	16.1	1.1	7.9	0.14
31/10/2010 09:25	47	20.0	1.1	8.4	0.14
31/10/2010 10:25	39	20.3	2.5	5.9	0.13
31/10/2010 11:25	40	20.7	2.5	6.6	0.13
31/10/2010 12:25	36	21.9	15.8	6.2	0.13
31/10/2010 13:25	30	23.2	9.7	4.7	0.01
31/10/2010 14:25	32	23.9	5.0	6.2	0.00
31/10/2010 15:25	25	24.8	9.7	3.5	0.00
31/10/2010 16:25	24	25.3	14.8	3.3	0.00
31/10/2010 17:25	22	26.3	6.1	2.9	0.00
31/10/2010 18:25	21	25.5	7.2	1.6	0.00
31/10/2010 19:25	23	24.3	9.7	1.9	0.00
31/10/2010 20:25	30	21.3	5.0	3.0	0.00
31/10/2010 21:25	33	20.2	3.6	3.4	0.00
31/10/2010 22:25	44	17.5	0.0	5.1	0.00
31/10/2010 23:25	46	16.6	0.0	5.0	0.00
1/11/2010 00:25	41	17.2	1.1	3.9	0.00
1/11/2010 01:25	44	16.2	0.0	4.0	0.00
1/11/2010 02:25	49	15.3	7.2	4.7	0.00
1/11/2010 03:25	55	15.0	3.6	6.1	0.00
1/11/2010 04:25	61	12.7	1.1	5.4	0.00
1/11/2010 05:25	63	12.9	1.1	6.0	0.00
1/11/2010 06:25	80	9.9	0.0	6.6	0.00
1/11/2010 07:25	88	9.4	0.0	7.5	0.00
1/11/2010 08:25	70	15.6	0.0	10.2	0.00
1/11/2010 09:25	59	17.6	6.1	9.5	0.00
1/11/2010 10:25	57	18.1	8.6	9.5	0.00
1/11/2010 11:25	57	18.5	9.7	9.8	0.00
1/11/2010 12:25	46	20.2	5.0	8.2	0.00
1/11/2010 13:25	43	21.6	14.8	8.5	0.00
1/11/2010 14:25	39	22.4	7.2	7.8	0.00
1/11/2010 15:25	36	23.8	7.2	7.9	0.00
1/11/2010 16:25	33	25.2	5.0	7.8	0.00

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
1/11/2010 17:25	27	25.4	6.1	5.1	0.00
1/11/2010 18:25	22	24.9	12.2	1.8	0.00
1/11/2010 19:25	26	25.2	3.6	4.4	0.00
1/11/2010 20:25	39	20.5	1.1	6.1	0.00
1/11/2010 21:25	43	19.0	1.1	6.2	0.00
1/11/2010 22:25	46	18.7	5.0	6.9	0.00
1/11/2010 23:25	51	17.5	2.5	7.3	0.00
2/11/2010 00:25	54	17.3	1.1	7.9	0.00
2/11/2010 01:25	56	16.8	1.1	8.0	0.00
2/11/2010 02:25	60	16.0	2.5	8.3	0.00
2/11/2010 03:25	64	15.2	2.5	8.5	0.00
2/11/2010 04:25	67	14.8	3.6	8.8	0.00
2/11/2010 05:25	68	14.5	2.5	8.7	0.00
2/11/2010 06:25	78	12.1	1.1	8.4	0.00
2/11/2010 07:25	84	10.6	0.0	8.0	0.00
2/11/2010 08:25	70	17.3	1.1	11.8	0.00
2/11/2010 09:25	55	20.4	2.5	11.1	0.00
2/11/2010 10:25	51	20.5	8.6	10.0	0.00
2/11/2010 11:25	47	21.0	5.0	9.3	0.00
2/11/2010 12:25	43	22.0	5.0	8.9	0.00
2/11/2010 13:25	41	22.4	8.6	8.5	0.00
2/11/2010 14:25	34	23.5	3.6	6.8	0.00
2/11/2010 15:25	33	24.6	5.0	7.3	0.00
2/11/2010 16:25	33	25.0	6.1	7.6	0.00
2/11/2010 17:25	31	25.0	11.2	6.7	0.00
2/11/2010 18:25	36	24.4	8.6	8.4	0.00
2/11/2010 19:25	38	24.4	3.6	9.2	0.00
2/11/2010 20:25	48	20.6	1.1	9.2	0.00
2/11/2010 21:25	55	18.5	0.0	9.3	0.00
2/11/2010 22:25	59	17.2	0.0	9.1	0.00
2/11/2010 23:25	60	17.0	1.1	9.2	0.00
3/11/2010 00:25	62	16.6	0.0	9.3	0.00
3/11/2010 01:25	71	14.9	0.0	9.7	0.00
3/11/2010 02:25	83	13.3	0.0	10.5	0.00
3/11/2010 03:25	81	13.0	1.1	9.8	0.00
3/11/2010 04:25	84	12.0	0.0	9.4	0.00
3/11/2010 05:25	89	11.0	0.0	9.3	0.00
3/11/2010 06:25	94	10.4	0.0	9.5	0.00
3/11/2010 07:25	95	10.3	1.1	9.5	0.00
3/11/2010 08:25	78	15.7	1.1	11.9	0.00
3/11/2010 09:25	68	19.8	0.0	13.7	0.00
3/11/2010 10:25	59	22.4	3.6	14.0	0.00
3/11/2010 11:25	50	25.5	0.0	14.3	0.00
3/11/2010 12:25	44	25.7	0.0	12.6	0.00

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
3/11/2010 13:25	41	26.2	1.1	11.9	0.00
3/11/2010 14:25	41	27.1	2.5	12.7	0.00
3/11/2010 15:25	32	28.1	6.1	9.9	0.00
3/11/2010 16:25	38	27.7	2.5	12.1	0.00
3/11/2010 17:25	32	29.2	2.5	10.8	0.00
3/11/2010 18:25	26	31.7	3.6	9.9	0.00
3/11/2010 19:25	33	28.3	0.0	10.5	0.00
3/11/2010 20:25	47	23.6	1.1	11.7	0.00
3/11/2010 21:25	51	22.4	0.0	11.8	0.00
3/11/2010 22:25	60	20.4	0.0	12.4	0.00
3/11/2010 23:25	64	20.1	0.0	13.1	0.00
4/11/2010 00:25	72	18.2	0.0	13.1	0.00
4/11/2010 01:25	73	17.8	0.0	12.9	0.00
4/11/2010 02:25	76	16.9	1.1	12.7	0.00
4/11/2010 03:25	81	15.7	0.0	12.5	0.00
4/11/2010 04:25	84	15.2	0.0	12.5	0.00
4/11/2010 05:25	80	15.3	0.0	11.9	0.00
4/11/2010 06:25	81	15.2	0.0	12.0	0.00
4/11/2010 07:25	84	14.7	0.0	12.0	0.00
4/11/2010 08:25	70	20.1	0.0	14.5	0.00
4/11/2010 09:25	55	23.7	2.5	14.2	0.00
4/11/2010 10:25	55	24.9	3.6	15.3	0.00
4/11/2010 11:25	52	26.6	5.0	16.0	0.00
4/11/2010 12:25	43	29.3	3.6	15.5	0.00
4/11/2010 13:25	34	31.1	5.0	13.4	0.00
4/11/2010 14:25	29	30.7	12.2	10.7	0.00
4/11/2010 15:25	28	33.9	2.5	12.9	0.00
4/11/2010 16:25	27	34.1	2.5	12.5	0.00
4/11/2010 17:25	27	33.1	0.0	11.6	0.00
4/11/2010 18:25	20	33.9	5.0	7.8	0.00
4/11/2010 19:25	21	34.2	0.0	8.8	0.00
4/11/2010 20:25	34	27.1	0.0	9.9	0.00
4/11/2010 21:25	40	25.3	0.0	10.8	0.00
4/11/2010 22:25	48	22.9	0.0	11.3	0.00
4/11/2010 23:25	50	22.4	1.1	11.5	0.00
5/11/2010 00:25	58	20.3	0.0	11.8	0.00
5/11/2010 01:25	71	18.7	2.5	13.4	0.00
5/11/2010 02:25	75	18.6	0.0	14.1	0.00
5/11/2010 03:25	81	17.4	0.0	14.1	0.00
5/11/2010 04:25	77	17.6	0.0	13.5	0.00
5/11/2010 05:25	72	18.2	0.0	13.1	0.00
5/11/2010 06:25	68	19.4	0.0	13.4	0.00
5/11/2010 07:25	77	19.3	0.0	15.2	0.00
5/11/2010 08:25	85	17.7	1.1	15.2	0.00

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
5/11/2010 09:25	84	18.8	1.1	16.1	0.00
5/11/2010 10:25	82	18.6	14.8	15.5	0.00
5/11/2010 11:25	94	17.5	15.8	16.5	0.01
5/11/2010 12:25	95	17.5	3.6	16.7	0.01
5/11/2010 13:25	83	20.5	5.0	17.5	0.01
5/11/2010 14:25	88	19.4	3.6	17.4	0.01
5/11/2010 15:25	89	19.8	1.1	18.0	0.04
5/11/2010 16:25	93	19.2	2.5	18.1	0.05
5/11/2010 17:25	94	19.2	0.0	18.2	0.05
5/11/2010 18:25	95	19.0	0.0	18.2	0.06
5/11/2010 19:25	99	16.5	12.2	16.4	0.06
5/11/2010 20:25	---	---	---	---	0.09
5/11/2010 21:25	99	15.7	5.0	15.6	0.21
5/11/2010 22:25	99	15.2	9.7	15.1	0.21
5/11/2010 23:25	99	15.0	3.6	14.9	0.21
6/11/2010 00:25	99	14.9	0.0	14.8	0.21
6/11/2010 01:25	99	14.7	0.0	14.6	0.21
6/11/2010 02:25	99	14.5	1.1	14.4	0.21
6/11/2010 03:25	96	14.4	0.0	13.8	0.21
6/11/2010 04:25	98	13.8	0.0	13.5	0.21
6/11/2010 05:25	99	13.9	0.0	13.8	0.21
6/11/2010 06:25	99	12.5	0.0	12.4	0.21
6/11/2010 07:25	99	12.7	0.0	12.6	0.21
6/11/2010 08:25	91	16.9	2.5	15.4	0.22
6/11/2010 09:25	91	16.3	1.1	14.8	0.22
6/11/2010 10:25	74	20.9	2.5	16.1	0.22
6/11/2010 11:25	70	21.6	5.0	15.9	0.21
6/11/2010 12:25	62	23.4	2.5	15.7	0.21
6/11/2010 13:25	62	24.5	5.0	16.8	0.21
6/11/2010 14:25	46	25.7	9.7	13.2	0.21
6/11/2010 15:25	39	25.4	14.8	10.5	0.19
6/11/2010 16:25	38	25.5	3.6	10.2	0.18
6/11/2010 17:25	36	26.5	8.6	10.2	0.18
6/11/2010 18:25	36	25.4	6.1	9.3	0.17
6/11/2010 19:25	44	24.9	7.2	11.8	0.17
6/11/2010 20:25	43	21.1	3.6	8.1	0.13
6/11/2010 21:25	55	19.3	3.6	10.1	0.01
6/11/2010 22:25	59	18.3	2.5	10.2	0.01
6/11/2010 23:25	65	16.8	3.6	10.2	0.01
7/11/2010 00:25	58	17.9	5.0	9.5	0.01
7/11/2010 01:25	74	14.6	1.1	10.0	0.01
7/11/2010 02:25	83	12.8	1.1	10.0	0.01
7/11/2010 03:25	86	12.1	0.0	9.8	0.01
7/11/2010 04:25	88	11.5	0.0	9.6	0.01

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
7/11/2010 05:25	90	11.1	0.0	9.5	0.01
7/11/2010 06:25	91	11.2	0.0	9.8	0.01
7/11/2010 07:25	93	10.8	0.0	9.7	0.01
7/11/2010 08:25	74	16.7	1.1	12.1	0.00
7/11/2010 09:25	63	22.0	1.1	14.7	0.00
7/11/2010 10:25	53	25.0	2.5	14.8	0.00
7/11/2010 11:25	42	26.1	3.6	12.2	0.00
7/11/2010 12:25	38	26.5	6.1	11.1	0.00
7/11/2010 13:25	37	28.0	2.5	12.0	0.00
7/11/2010 14:25	35	28.3	5.0	11.4	0.00
7/11/2010 15:25	30	28.9	7.2	9.6	0.00
7/11/2010 16:25	29	30.4	2.5	10.4	0.00
7/11/2010 17:25	25	31.8	5.0	9.4	0.00
7/11/2010 18:25	30	30.7	0.0	11.2	0.00
7/11/2010 19:25	25	33.2	2.5	10.6	0.00
7/11/2010 20:25	38	25.3	2.5	10.0	0.00
7/11/2010 21:25	44	22.7	2.5	9.8	0.00
7/11/2010 22:25	48	22.3	0.0	10.8	0.00
7/11/2010 23:25	52	21.7	0.0	11.4	0.00
8/11/2010 00:25	64	18.7	0.0	11.8	0.00
8/11/2010 01:25	76	16.5	2.5	12.3	0.00
8/11/2010 02:25	77	16.2	1.1	12.2	0.00
8/11/2010 03:25	76	16.4	0.0	12.2	0.00
8/11/2010 04:25	77	16.2	0.0	12.2	0.00
8/11/2010 05:25	79	16.3	1.1	12.7	0.00
8/11/2010 06:25	82	16.1	0.0	13.0	0.00
8/11/2010 07:25	85	16.2	0.0	13.7	0.00
8/11/2010 08:25	71	21.3	0.0	15.9	0.00
8/11/2010 09:25	64	24.1	2.5	16.9	0.00
8/11/2010 10:25	60	26.9	0.0	18.5	0.00
8/11/2010 11:25	54	28.7	3.6	18.5	0.00
8/11/2010 12:25	50	30.8	3.6	19.2	0.00
8/11/2010 13:25	45	31.0	2.5	17.7	0.00
8/11/2010 14:25	34	33.4	6.1	15.4	0.00
8/11/2010 15:25	33	34.1	1.1	15.6	0.00
8/11/2010 16:25	38	33.7	3.6	17.5	0.00
8/11/2010 17:25	35	33.5	3.6	16.0	0.00
8/11/2010 18:25	35	32.8	1.1	15.4	0.00
8/11/2010 19:25	30	34.7	1.1	14.6	0.00
8/11/2010 20:25	46	28.9	1.1	16.2	0.00
8/11/2010 21:25	53	26.1	0.0	15.8	0.00
8/11/2010 22:25	52	26.5	1.1	15.9	0.00
8/11/2010 23:25	53	25.2	0.0	15.0	0.00
9/11/2010 00:25	63	22.1	0.0	14.8	0.00

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
9/11/2010 01:25	71	21.2	1.1	15.8	0.00
9/11/2010 02:25	68	21.7	0.0	15.6	0.00
9/11/2010 03:25	77	20.6	0.0	16.5	0.00
9/11/2010 04:25	81	20.5	0.0	17.2	0.00
9/11/2010 05:25	82	20.7	0.0	17.5	0.00
9/11/2010 06:25	85	20.2	0.0	17.6	0.00
9/11/2010 07:25	87	19.6	1.1	17.4	0.00
9/11/2010 08:25	68	25.8	0.0	19.5	0.00
9/11/2010 09:25	61	27.3	2.5	19.2	0.00
9/11/2010 10:25	55	30.6	3.6	20.6	0.00
9/11/2010 11:25	48	32.3	1.1	19.9	0.00
9/11/2010 12:25	46	32.9	5.0	19.8	0.00
9/11/2010 13:25	69	27.9	0.0	21.7	0.01
9/11/2010 14:25	87	21.3	20.9	19.1	0.14
9/11/2010 15:25	91	20.5	5.0	19.0	0.20
9/11/2010 16:25	89	20.4	2.5	18.5	0.22
9/11/2010 17:25	92	20.0	0.0	18.7	0.24
9/11/2010 18:25	95	20.1	0.0	19.3	0.24
9/11/2010 19:25	94	19.5	0.0	18.5	0.25
9/11/2010 20:25	95	19.0	1.1	18.2	0.26
9/11/2010 21:25	95	18.7	5.0	17.9	0.26
9/11/2010 22:25	96	15.6	11.2	15.0	0.27
9/11/2010 23:25	95	14.9	17.3	14.1	0.28
10/11/2010 00:25	97	13.7	15.8	13.2	0.30
10/11/2010 01:25	98	11.8	11.2	11.5	0.31
10/11/2010 02:25	98	11.2	13.3	10.9	0.32
10/11/2010 03:25	99	10.9	7.2	10.8	0.32
10/11/2010 04:25	99	10.5	12.2	10.4	0.32
10/11/2010 05:25	99	10.0	12.2	9.9	0.32
10/11/2010 06:25	99	9.4	13.3	9.3	0.32
10/11/2010 07:25	98	9.1	13.3	8.8	0.32
10/11/2010 08:25	96	8.7	7.2	8.1	0.32
10/11/2010 09:25	91	8.8	12.2	7.4	0.32
10/11/2010 10:25	82	10.8	7.2	7.9	0.32
10/11/2010 11:25	70	13.2	7.2	7.9	0.32
10/11/2010 12:25	57	14.0	8.6	5.6	0.32
10/11/2010 13:25	50	15.3	9.7	5.0	0.31
10/11/2010 14:25	44	17.0	9.7	4.7	0.18
10/11/2010 15:25	42	18.1	5.0	5.0	0.12
10/11/2010 16:25	46	18.7	13.3	6.9	0.09
10/11/2010 17:25	42	19.6	8.6	6.4	0.08
10/11/2010 18:25	46	18.6	11.2	6.8	0.08
10/11/2010 19:25	47	18.8	6.1	7.3	0.07
10/11/2010 20:25	59	15.2	0.0	7.3	0.06

Data/Hora	Umidade externa %	Temperatura externa °C	Velocidade do vento km/h	Temperatura mínima °C	Chuva (24h) mm
10/11/2010 21:25	67	13.2	0.0	7.2	0.06
10/11/2010 22:25	72	12.6	1.1	7.7	0.05
10/11/2010 23:25	74	11.6	0.0	7.1	0.04
11/11/2010 00:25	79	11.2	1.1	7.7	0.02
11/11/2010 01:25	85	9.7	0.0	7.3	0.01
11/11/2010 02:25	94	8.2	0.0	7.3	0.00
11/11/2010 03:25	95	8.2	0.0	7.5	0.00
11/11/2010 04:25	95	8.6	0.0	7.9	0.00
11/11/2010 05:25	98	8.7	0.0	8.4	0.00
11/11/2010 06:25	99	9.3	1.1	9.2	0.00
11/11/2010 07:25	98	9.6	0.0	9.3	0.00
11/11/2010 08:25	94	10.2	1.1	9.3	0.00
11/11/2010 09:25	93	10.6	1.1	9.5	0.00
11/11/2010 10:25	85	13.0	5.0	10.6	0.00
11/11/2010 11:25	70	16.9	3.6	11.4	0.00
11/11/2010 12:25	64	18.6	1.1	11.7	0.00
11/11/2010 13:25	52	20.6	2.5	10.4	0.00
11/11/2010 14:25	52	20.9	3.6	10.7	0.00
11/11/2010 15:25	47	22.4	6.1	10.6	0.00
11/11/2010 16:25	47	23.0	6.1	11.1	0.00
11/11/2010 17:25	46	22.1	5.0	10.0	0.00
11/11/2010 18:25	44	21.3	13.3	8.6	0.00
11/11/2010 19:25	45	20.7	8.6	8.4	0.00