

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, EXTENSÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E

DESENVOLVIMENTO – PPGAD

**POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO “CAREPA DE AÇO” NA  
FABRICAÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO**

Elisandro de Almeida

Dissertação de Mestrado apresentado como  
requisito parcial para a obtenção do título em  
Mestre em Ambiente e Desenvolvimento.

Área de concentração: Tecnologia e Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Odorico Konrad

Co-orientador: Prof. Dr. Claus Haetinger

Lajeado, junho de 2009

## I AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais esta oportunidade e por toda força ao longo da minha vida.

Ao professor Odorico Konrad pela cuidadosa orientação, valiosas idéias e, acima de tudo, pelo empenho, entusiasmos e dedicação em todas as etapas deste trabalho.

Ao professor Claus Haetinger pelo conhecimento passado ao longo da pesquisa.

Aos meus pais, Jaci e Lena, exemplos em minha vida, por a educação e humildade que me transmitiram. Sou eternamente agradecido pelo apoio incondicional, sem o qual não alcançaria meus êxitos.

Aos meus irmãos Jeverson e Noéli por todo apoio carinho e incentivo.

A Patrícia, exemplo de companheirismo, a quem aprendi a admirar e a orgulhar-me ao longo desses oito anos. Obrigada pelos incentivos, sugestões e compreensão. Você faz parte deste trabalho e representa muito para mim.

Aos meus avôs, por tudo.

Aos demais familiares que de alguma forma me incentivaram nessa longa caminhada.

A Márcio Goergen, sempre disposto a ajudar em todas as horas, pelos incentivos e auxílio com meu trabalho.

Aos amigos da CONPASUL e GERDAU pela ajuda e grato convívio, em especial ao Eng. Flávio Bartz.

Aos funcionários do Laboratório da TBS SUL pelo empenho na parte experimental: Luciano e Eduardo.



## II RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade para a fabricação de blocos de concreto com função estrutural, com adição do resíduo “carepa de aço”, em substituição parcial dos agregados presentes em sua composição. Esse resíduo é proveniente de indústrias siderúrgicas, que muitas vezes se torna um inconveniente para as mesmas, por não possuir uma estocagem adequada, bem como uma destinação correta para esse tipo de resíduo. O resíduo utilizado foi obtido junto à empresa Gerdau S/A de Charqueadas - RS. A fabricação dos blocos realizou-se na fábrica da TBS Sul - Sistemas Construtivos e Arquitetônicos Ltda de Charqueadas – RS. O estudo analisou os blocos de concreto fabricados com e sem carepa, para fins comparativos, quanto a sua resistência a compressão, os teste foram realizados aos 7, 14, 28 e 218 dias de idade, também foi analisado a absorção, aderência a reboco e ao revestimento cerâmico, bem como se houve reação à pintura, objetivando conseguir um material alternativo para a construção civil, com isso potencializando diminuir o consumo de recursos naturais utilizados atualmente na fabricação dos blocos de concreto convencionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos. Bloco de concreto. Indústria siderúrgica.

### III ABSTRACT

The aim of this paper is to study the manufacture viability of concrete blocks with a structural function, with the addition of the waste "russeting steel" in partial replacement of aggregates in its composition. This waste comes from steel companies, which often become a problem to the industries sector, as most companies do not have an adequate storage and a correct destination for this type of waste. The residues used in this research came from the company Gerdau S / A, Charqueadas – RS. The production of the blocks took place in the industry TBS SUL-Constructive Systems and Architectural Ltda of Charqueadas – RS . The present study analyzed the concrete blocks that were made with and without russetinh steel, for comparative purposes, as its resistance to compression, the tests were performed at, 7, 14, 28, and 218 days of age, were also examined the absorption, adhesion to plaster and ceramic tile, and if the reaction to the painting, aiming to achieve an alternative material for civil construction, thereby reducing the increasing consumption of natural resources currently used in the manufacture of conventional concrete blocks.

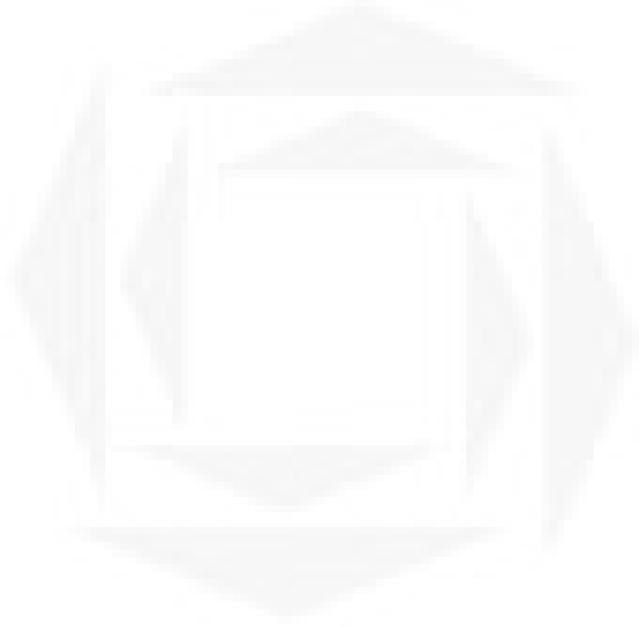
KEY-WORDS: Waste. Concrete block. Steel industry.

## IV LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 01 – Fluxo dos setores econômicos e impactos ambientais .....</b>	<b>7</b>
<b>FIGURA 02 – Fluxo de reciclagem do aço .....</b>	<b>10</b>
<b>FIGURA 03 – Fluxo simplificado de produção do aço.....</b>	<b>11</b>
<b>FIGURA 04 – Gráfico de produção de aço no Brasil .....</b>	<b>11</b>
<b>FIGURA 05 – Gráfico de geração específica de resíduos e co-produtos da Indústria metalúrgica do Brasil .....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 06 – Carepa de aço depositada no pátio da empresa TBS Sul .....</b>	<b>14</b>
<b>FIGURA 07 – Carepa de aço na superfície do tarugo de aço (esquerda) e carepa de aço eliminada pelo processo (direita) .....</b>	<b>15</b>
<b>FIGURA 08 – Sistema construtivo alvenaria estrutural.....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 09 – Modelos de bloco de concreto com e sem função estrutural....</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA 10 – Blocos de concreto especiais – disponíveis em 14 cm largura.</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 11 – Blocos de concreto especial para pilares.....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 12 – Blocos de concreto especial coloridos.....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 13 – Gráfico de produção de blocos no Brasil, segundo sua função</b>	<b>24</b>
<b>FIGURA 14 – Reboco (aplicações) .....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 15 – Fibro-prensa semi-automática TBS SUL.....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 16 – Cimento utilizado para a fabricação dos blocos.....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 17 – Agregados do bloco de concreto com carepa .....</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 18 – Gráfico material retido.....</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA 19 – Gráfico material retido acumulado .....</b>	<b>37</b>

<b>FIGURA 20 –</b>	<b>Determinação da massa unitária do pedrisco .....</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 21 –</b>	<b>Carepa de aço .....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA 22 –</b>	<b>Pedrisco.....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA 23 –</b>	<b>Fibro-prensa semi-automática TBS SUL.....</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 24 –</b>	<b>Blocos produzidos com carepa de aço pátio TBS SUL.....</b>	<b>41</b>
<b>FIGURA 25 –</b>	<b>Blocos na prensa universal para ensaios.....</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 26 –</b>	<b>Blocos submersos para determinação da absorção .....</b>	<b>43</b>
<b>FIGURA 27 –</b>	<b>Blocos na estufa determinação da absorção .....</b>	<b>43</b>
<b>FIGURA 28 –</b>	<b>Aplicação de reboco sobre os blocos de concreto com e sem carepa de aço .....</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 29 –</b>	<b>Aplicação de revestimento cerâmico nos blocos de concreto com e sem carepa de aço.....</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 30 –</b>	<b>Aplicação de tinta acrílica sobre os blocos.....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 31 –</b>	<b>Gráfico das resistências médias do traço 01 para 7,14 e 28 dias.....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 32 –</b>	<b>Gráfico das resistências médias do traço 02 para 7,14 e 28 dias.....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 33 –</b>	<b>Gráfico das resistências médias do traço 03 para 7,14 e 28 dias.....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 34 –</b>	<b>Gráfico de resistências médias dos traços 01, 02 e 03 experimentais.....</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA 35 –</b>	<b>Gráfico de resistências características à compressão dos traços experimentais 01, 02 e 03.....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 36 –</b>	<b>Gráfico de resistência dos CPs com carepa de aço .....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 37 –</b>	<b>Gráfico de resistência média dos CPs com carepa de aço.....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 38 –</b>	<b>Gráfico de resistência dos CPs sem carepa.....</b>	<b>55</b>
<b>FIGURA 39 –</b>	<b>Gráfico de resistência média dos CPs sem carepa .....</b>	<b>55</b>
<b>FIGURA 40 –</b>	<b>Gráfico comparativo da resistências média dos CPs com e sem carepa de aço .....</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA 41 –</b>	<b>Gráfico comparativo da resistência característica dos CPs com e sem carepa de aço .....</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA 42 –</b>	<b>Blocos com e sem carepa de aço: comparação visual .....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA 43 –</b>	<b>Blocos com e sem carepa de aço com aplicação de reboco .....</b>	<b>60</b>
<b>FIGURA 44 –</b>	<b>Blocos com e sem carepa de aço com revestimento cerâmico ...</b>	<b>60</b>

<b>FIGURA 45 – Tinta acrílica sobre os blocos com e sem carepa em ambiente fechado .....</b>	<b>61</b>
<b>FIGURAS 46 – Saliências de ferrugem sobre a tinta acrílica nos blocos com carepa de aço expostos as intempéries .....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA 47 – Saliências causadas por aglomerados de carepa de aço .....</b>	<b>64</b>



UNIVATES

## V LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Principais co-produtos gerados pela Gerdau S/A em 2007 por tonelada de aço produzido.....	14
QUADRO 02 – Padronização dos blocos, segundo NBR 6136/94.....	20
QUADRO 03 – Bloco de concreto simples sem função estrutural .....	20
QUADRO 04 – Bloco de concreto simples com função estrutural .....	21
QUADRO 05 – Bloco de concreto estrutural interno .....	21
QUADRO 06 – Bloco de concreto estrutural meio .....	21
QUADRO 07 – Bloco de concreto estrutural compensador .....	22
QUADRO 08 – Canaleta de concreto estrutural.....	22
QUADRO 09 – Meia canaleta de concreto estrutural .....	22
QUADRO 10 – Canaleta de concreto estrutural “J” Jota.....	22
QUADRO 11 – Resistências à compressão e absorção dos blocos de concreto para alvenaria .....	24
QUADRO 12 – Algumas vantagens dos blocos estruturais comparados com blocos cerâmicos .....	26
QUADRO 13 – Materiais usados para os traços experimentais.....	31
QUADRO 14 – Composição granulométrica dos agregados .....	36
QUADRO 15 – Massa unitária dos agregados .....	39
QUADRO 16 – Determinação da resistência à compressão em blocos com carepa de aço referente ao traço 01 .....	48

<b>QUADRO 17 – Determinação da resistência à compressão em blocos com carepa de aço referente ao traço 02 .....</b>	<b>49</b>
<b>QUADRO 18 – Determinação da resistência à compressão em blocos com carepa de aço referente ao traço 03 .....</b>	<b>50</b>
<b>QUADRO 19 – Determinação da resistência à compressão em blocos com carepa de aço .....</b>	<b>53</b>
<b>QUADRO 20 – Determinação da resistência à compressão em blocos sem carepa de aço .....</b>	<b>53</b>
<b>QUADRO 21 – Determinação da umidade do bloco de concreto com carepa de aço .....</b>	<b>57</b>
<b>QUADRO 22 – Determinação da umidade do bloco de concreto sem carepa de aço .....</b>	<b>57</b>
<b>QUADRO 23 – Médias de pesos dos blocos secos e umidos com e sem carepa de aço .....</b>	<b>58</b>

UNIVATES

## VI LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

<b>%</b>	Porcentagem
<b>ABCP</b>	Associação Brasileira de Cimento Portland
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ASTM</b>	American Society for Testing and materials
<b>cm</b>	Centímetro
<b>CP</b>	Cimento Portland
<b>CPs</b>	Corpos de prova
<b>CREA-MT</b>	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Mato Grosso
<b>D(max)</b>	Dimensão Máxima
<b>EUA</b>	Estados Unidos da America
<b>Fbk</b>	Resistência à compressão característica
<b>Fbk, est</b>	Resistência à compressão característica estimada do lote
<b>Fbm</b>	Resistência a compressão média
<b>Fbn</b>	Resistência à compressão dos blocos de amostra
<b>FCK</b>	Resistência característica do concreto a compressão

<b>g</b>	Gramas
<b>IBS</b>	Instituto Brasileiro de Siderurgia
<b>INMETRO</b>	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
<b>kg</b>	Quilo grama
<b>kg/m<sup>3</sup></b>	Quilo grama por metro cúbico
<b>kg/t</b>	Kilos por toneladas
<b>LATEC</b>	Laboratório de Tecnologia da Construção
<b>Ltda</b>	Limitada
<b>m1</b>	Massa amostra seca em estufa(g)
<b>m2</b>	Massa amostra saturada(g)
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>MF</b>	Módulo finura
<b>n</b>	número de blocos da amostra
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>nº</b>	número
<b>Ø</b>	Diâmetro
<b>RS</b>	Rio Grande do Sul
<b>S/A</b>	Sociedade Anônima
<b>SIGA</b>	Sociedade para incentivo ao gerenciamento ambiental
<b>t/t</b>	Toneladas por toneladas
<b>WWF</b>	World Wildlife Fund

## VII SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>4</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Problemática ambiental .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Recursos naturais e impactos ambientais.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3 Resíduos industriais no Brasil.....</b>	<b>8</b>
<b>3.4 Indústria siderúrgica no Brasil.....</b>	<b>9</b>
<b>3.5 Resíduos siderúrgicos.....</b>	<b>13</b>
<b>3.6 Carepa de aço.....</b>	<b>13</b>
<b>3.7 Alvenaria estrutural.....</b>	<b>16</b>
<b>3.8 Legislação vigente de blocos de concreto .....</b>	<b>17</b>
<b>3.9 Principais normas sobre alvenaria estrutural (blocos de concreto) .....</b>	<b>17</b>
<b>3.10 Bloco de concreto .....</b>	<b>18</b>
<b>3.11 Benefícios dos blocos de concreto .....</b>	<b>25</b>
<b>3.12 Paredes com blocos de concreto .....</b>	<b>26</b>
<b>3.13 Blocos de concreto – Traço (dosagem) .....</b>	<b>26</b>
<b>3.14 Verificação visual das superfícies do bloco de concreto .....</b>	<b>27</b>
<b>3.15 Reboco em paredes .....</b>	<b>28</b>

<b>4 METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>30</b>
4.1 Aspectos gerais.....	30
4.2 Fabricação dos blocos experimentais com carepa de aço para definir o traço ideal para produção dos blocos definitivos.....	31
4.3 Produção dos blocos experimentais.....	31
4.4 Produção dos blocos definitivos.....	34
4.5 Composição granulométrica (NBR NM 248/2003).....	35
4.6 Massa unitária de agregado em estado solto (NBR 7251/82).....	38
4.7 Determinação das resistências dos blocos de concreto com e sem carepa de aço.....	41
4.8 Determinação da absorção de água dos blocos.....	42
4.9 Aplicação de reboco sobre os blocos de concreto.....	44
4.10 Aplicação de revestimento cerâmico sobre blocos de concreto com e sem carepa de aço.....	45
4.11 Pintura sobre blocos de concreto com e sem carepa de aço.....	46
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>48</b>
5.1 Blocos de concreto experimentais.....	48
5.2 Blocos de concreto definitivos.....	53
5.3 Absorção de água dos blocos.....	57
5.4 Reboco sobre os blocos de concreto com e sem carepa de aço.....	58
5.5 Revestimento cerâmico sobre blocos de concreto com e sem carepa de aço.....	60
5.6 Pintura sobre blocos de concreto com e sem carepa de aço.....	60
<b>6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES.....</b>	<b>63</b>
6.1 Conclusões.....	63
6.2 Sugestões.....	65
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>
<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade humana vem contribuindo para o aumento da poluição do planeta, com o crescimento da população mundial, aumenta sua capacidade de interferir na natureza para satisfação de necessidades. Com a falta de utilização de recursos reaproveitáveis, nasce um intenso processo de discussão sobre o futuro do planeta, caracterizado pela centralidade das ações ambientais (Romaelli, 2007).

Uma das grandes problemáticas nos dias atuais é a questão dos resíduos industriais, onde o crescimento industrial e a industrialização, juntamente com os efeitos sócio-ambientais, principalmente nas áreas urbanas estão entre os maiores desafios da política de gestão ambiental. Com isso a grande geração e a carência de um gerenciamento adequado estão agravando o quadro ambiental (Kipper, 2005).

Para a definição de resíduo, segundo a Norma Brasileira 10004 (NBR) (2004) “resíduos são materiais decorrentes de atividades antrópicas, geradas como sobras de processos ou aqueles que não possam ser utilizados com a finalidade para as quais foram originalmente produzidos”.

Apesar das empresas estarem investindo recursos financeiros, novas leis tenham sido sancionadas e acordos internacionais estejam em vigor, a realidade assinalada pelas pesquisas mostra que os problemas ambientais ainda são enormes e estão longe de serem resolvidos.

Lembrando que o meio ambiente não se refere apenas às áreas de preservação e a lugares paradisíacos, mas sim a tudo que nos cerca: água, ar, flora, fauna e homem, etc. Devemos fazer nossa parte para que não ocorra a degradação de tudo isso, porque seremos todos afetados.

Segundo Amendola (2009) o impacto ambiental é considerado como qualquer alteração do meio ambiente, resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente, afetam saúde, segurança, bem-estar, atividades sociais e econômicas, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, ou seja, degradando a qualidade dos recursos ambientais.

Andozia (2009) cita que o desenvolvimento da humanidade tem sido acompanhado da substituição das fontes renováveis de energia e do consumo excessivo de recursos naturais, isso ocorreu após a Revolução Industrial, em meados do século XVIII. Desses recursos depende não só a existência humana, como o próprio crescimento econômico.

Quanto maior for a pressão de consumo, maior será a demanda de recursos naturais não-retornáveis, como metais, minerais e petróleo. Os minerais, como por exemplo, os minérios de ferro estão classificados como recursos naturais não renováveis, outro exemplo é o petróleo e, se são não renováveis é porque, após seu uso, um dia, irão se exaurir no Planeta. Com isso além do colapso precoce desses recursos, mais resíduos serão produzidos, intensificando a poluição no meio ambiente.

Na tentativa de reduzir o consumo de recursos naturais neste trabalho usou-se carepa de aço em substituição ao pedrisco, por ser um recurso natural não renovável utilizado como agregado na produção de blocos de concreto para a construção civil, e também diminuir o impacto ambiental causado pelo respectivo resíduo.

Para Cunha et al. (2006), Carepa é um co-produto oriundo da oxidação da superfície do aço quando passa por aquecimento, resfriamento, tratamento de superfície e/ou ação do tempo(oxidação lenta sobre a superfície).

Para o setor siderúrgico a carepa de aço se torna um problema por se tratar de um resíduo industrial, sua acomodação deve ser seguida conforme normas ambientais vigentes, e também, dependendo da classificação do resíduo (NBR 10004) é preciso elaborar uma análise mais apurada para que não ocorra nenhum agravo ambiental por má-aplicação ou estocagem (Cunha, 2006).



## 2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho visa a determinar o potencial na utilização do resíduo “carepa de aço”, na fabricação de blocos de concreto para alvenaria estrutural, usados na construção civil. Que por sua vez consome grande quantidade de recursos naturais para sua produção convencional.

Além de reduzir o consumo de recursos naturais usados no sistema convencional para fabricar blocos de concreto, o estudo visa também a dar uma destinação adequada ao resíduo carepa de aço, que é gerado em grande quantidade pelas indústrias siderúrgicas, não tendo, na maioria das vezes destinação adequada por parte das empresas do ramo.

Também vai contribuir para inserção social, para classes com possibilidade financeira menor, pois com a redução de custos na confecção dos blocos de concreto com carepa de aço, conseqüentemente, diminuirá o valor final das edificações que optarem por construir com esse tipo de bloco.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Problemática ambiental

A temática ambiental tem trazido grandes questionamentos sobre o papel da indústria na sociedade moderna e na tentativa de responder a esses questionamentos, nota-se um aumento nos modelos e técnicas gerenciais ambientais (Teodósio e Souza, 1998). As empresas precisam investir no desenvolvimento de pesquisas e projetos sustentáveis, para suprir necessidades tanto econômicas, quanto sociais.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP,2008), a sustentabilidade das atividades econômicas vem-se tornando um dos principais desafios enfrentados pela humanidade neste século XXI. No Brasil, a preocupação com o meio ambiente ainda é incipiente, precisando-se utilizar novas tecnologias e investimentos na área ambiental. Segundo Liddle (1994), o desenvolvimento ainda é visto em grande parte como algo contraditório à preservação ambiental.

Para Sias (2007), muito se fala, mas pouco se tem feito para preservar o meio ambiente. Apenas punir os procedimentos e maneiras consideradas agressoras com sanções penais e administrativas não é o suficiente, deveriam ser criados incentivos e benefícios fiscais além da redução de impostos para determinados setores industriais que comprovarem ter contribuído com a preservação ambiental.

Varias indústrias possuem tratamento de efluentes e resíduos, que são submetidos a um processo de beneficiamento antes de serem lançados na atmosfera. Muitos desses resíduos poderiam ser reaproveitados, mas por falta de interesse econômico acabam sendo descartadas no meio ambiente. A constituição, em seu artigo 225, assegura a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, incumbindo ao poder público o dever de preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Sias, 2007).

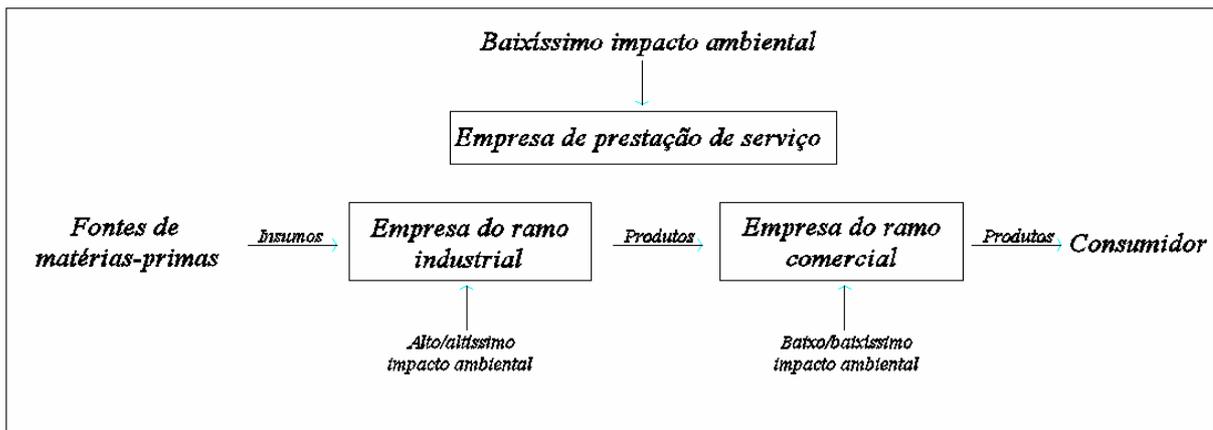
### 3.2 Recursos naturais e impactos ambientais

Segundo World Wildlife Fund (WWF, 2008), já excede em 30% a capacidade do planeta se regenerar, em relação ao consumo desenfreado de recursos naturais. Se não se conseguir frear esse consumo, juntamente com o crescimento populacional, aproximadamente em 2030 precisar-se-á de dois planetas para atender à demanda.

Já Andrade *et al.* (2002), citam que as empresas do ramo industrial precisam estabelecer estratégias ambientais visando a:

- amortização de ações legais com o governo, através de uma rigorosa observância à legislação vigente;
- mediante racionalização por meio de seus métodos operacionais , reduzir os custos com insumos produtivos,;
- criação e aprimoramento de seus processos produtivos, com a eliminação/redução de perdas e geração de resíduos ao longo da cadeia de agregação de valores;
- no contexto ambiental e ecológico, criação e aperfeiçoamento de produtos ofertados;
- redução e ou eliminação de riscos ambientais.

Entre os vários tipos de impactos ambientais e ecológicos que as organizações causam ao meio ambiente, conforme Figura 01, as indústrias são as maiores geradoras, pelo fato de transformarem insumos em produto final. Já as empresas do setor comercial causam menores danos por fazerem a intermediação dos bens produzidos pelas indústrias. O menor impacto de todas fica por conta das empresas prestadoras de serviço (Andrade *et al.* 2002).



Fonte: Adaptado de ANDRADE *et al.*(2002, p. 45)

FIGURA 01 – Fluxo dos setores econômicos e impactos ambientais

Ainda descrevendo, no mesmo contexto, quem têm a função de agente que leva às mudanças nas organizações, através da conscientização das implicações ambientais causadas, são os consumidores finais.

Ceretta *et al.* (2003), realizaram estudos onde mostram que fica evidente que é possível obter benefícios econômicos e ambientais fazendo a administração dos recursos naturais, trazendo lucros econômicos e ambientais significativos sem investimento ou com valores muito pequenos; para tanto, basta reorganizar o processo operacional das empresas, com criatividade e inovação. Com isso, comprova-se que a gestão ambiental não é onerosa e sem retorno expressivo.

Segundo May *et al.* (2003), com o desenvolvimento econômico e tecnológico, baseado no uso desenfreado de matérias-primas e energia, aumentou a velocidade de emprego dos recursos naturais; em virtude disso, os processos produtivos estão espalhando rejeitos no meio ambiente, resultando no acúmulo de poluentes acima da sua capacidade de absorção, provocando sérios danos à natureza.

Os recursos naturais dividem-se em renováveis, que voltam a ser disponíveis devido aos ciclos naturais da vida, e os não renováveis, que jamais retornarão ao planeta em sua forma natural. A fauna e flora são exemplos de recursos naturais renováveis, pois teoricamente podem ser reproduzidos infinitamente a partir de seus “pais”. Já os não renováveis, como os minerais e petróleo, por exemplo, após o uso não podem ser reproduzidos, até que um dia se esgotarão do planeta (Filho, 1992).

Ressalta-se a importância de conservar e preservar, os recursos naturais, sugerindo seu uso de forma econômica e racional, de maneira que não se extingam por mau uso rapidamente; por isso a importância da reciclagem do recurso não renovável, que prolongará o prazo de existência deste na natureza (Ely, 1986).

No Brasil foi criada a Sociedade para o Incentivo ao Gerenciamento Ambiental (SIGA), que tem como objetivo a formação de grupos de trabalho para ajudar as empresas brasileiras a encontrarem meios de utilização de matérias-primas renováveis locais, na fabricação de produtos com menor impacto ambiental (Ruthes *et al.* 2006).

### **3.3 Resíduos industriais no Brasil**

Em geral as camadas sociais estão discutindo a questão do gerenciamento de resíduos, a redução dos desperdícios e as alternativas técnicas para a gestão ambiental nas indústrias. Há necessidade de desenvolver ações na divulgação, capacitação, assistência técnica, pesquisa e desenvolvimento, para contornar eventuais lacunas no sistema de gestão de resíduos nas empresas (Silcon Ambiental, 2007).

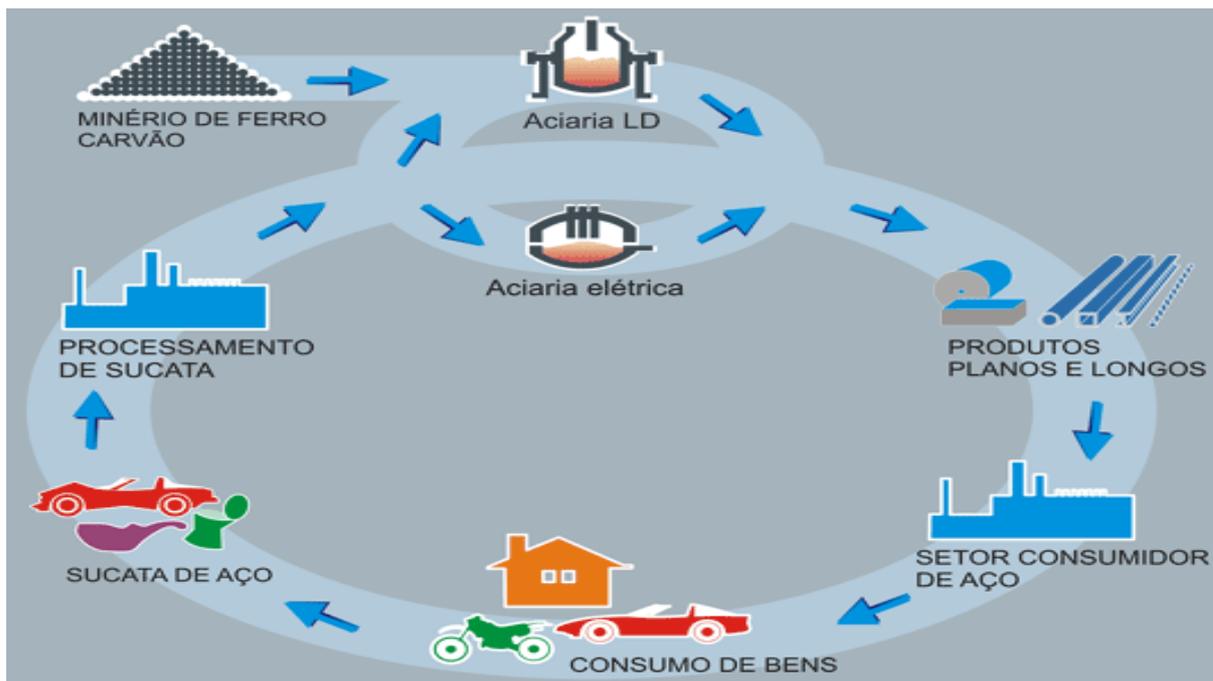
Uma das grandes problemáticas nos dias atuais é a questão dos resíduos industriais, o crescimento industrial e a industrialização, juntamente com os efeitos sócio-ambientais, principalmente nas áreas urbanas, estão entre os maiores desafios da política de gestão ambiental, e a carência de um gerenciamento adequado está agravando o quadro (Kipper, 2005).

A necessidade de uma nova postura do homem com relação ao meio ambiente é uma realidade e para buscar a redução do consumo de recursos naturais e a produção de resíduos, precisam-se implantar estratégias de sustentabilidade que tentem minimizar essa problemática (Kipper, 2005).

### **3.4 Indústria siderúrgica no Brasil**

Segundo o Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS, 2008), os portugueses chegaram ao Brasil com o intuito de encontrar e extrair metais como ouro e prata. No entanto não encontraram nenhum tipo de metal, nem mesmo ferro, num primeiro momento. Os poucos ferreiros que vieram para o Brasil empregavam o ferro vindo da Europa para produzir os instrumentos usados na agricultura. Em 1554 o padre jesuíta José de Anchieta, relatou em um informe ao rei de Portugal, a existência de depósitos de prata e minério no interior da capitania de São Vicente (atual estado de São Paulo). Quem primeiro trabalhou na redução desse minério foi Afonso Sardinha. Em 1587, ele descobriu magnetita na atual região de Sorocaba, no interior de São Paulo, e iniciou a produção de ferro a partir da redução do minério. É a primeira fábrica de ferro de que se tem notícia no Brasil (IBS, 2008).

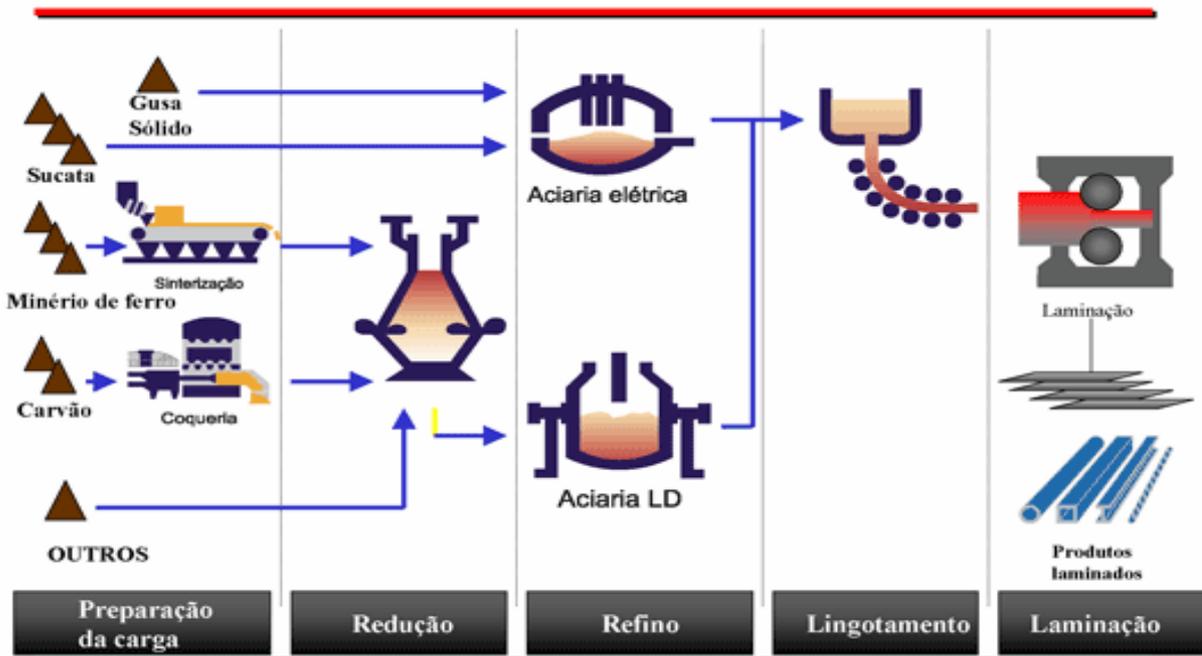
O aço é hoje o produto mais reciclável e mais reciclado do mundo. Quando findam sua vida útil, produtos como carros, geladeiras, fogões, latas, barras e arames tornam-se sucatas que alimentam os fornos das usinas, produzindo novamente aço com a mesma qualidade (IBS, 2008), conforme Figura 02.



Fonte: [http://www.ibs.org.br/meioambiente\\_reciclagem.asp](http://www.ibs.org.br/meioambiente_reciclagem.asp)> Acesso abril de 2008

FIGURA 02 – Fluxo de reciclagem do aço

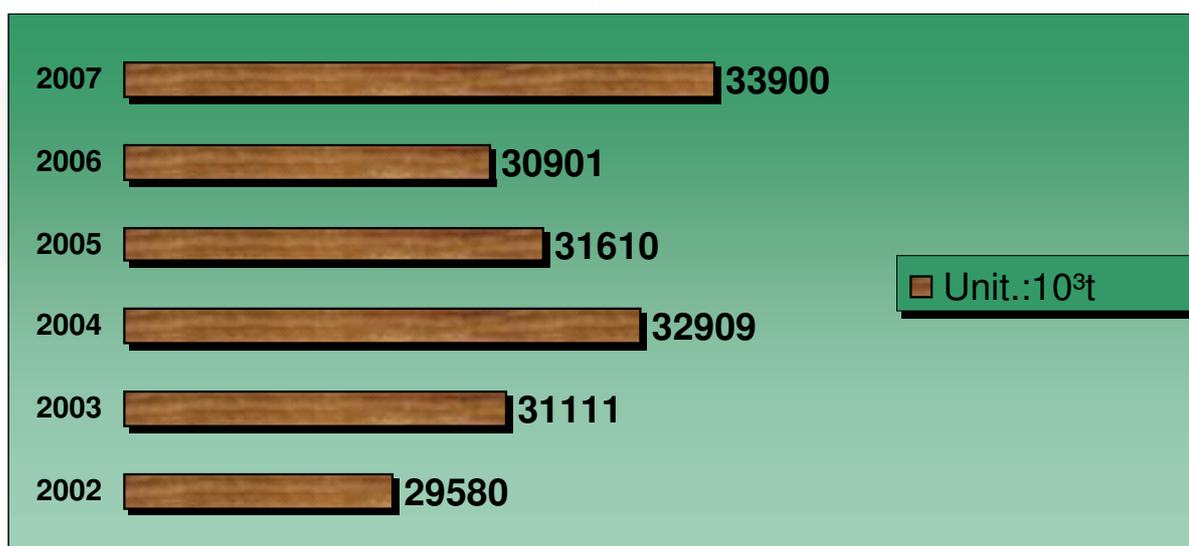
As usinas de aço em relação ao processo produtivo do mundo inteiro classificam-se de acordo com suas operações; as que operam as três fases básicas, redução, refino e laminação, são chamadas de **Usinas Integradas**; e as que operam duas fases, refino e laminação, que partem de ferro gusa, ferro esponja ou sucata metálica adquirida de terceiros para transformá-los em aço em aciarias elétricas e sua posterior laminação, são as **Usinas Semi-Integradas**. (IBS2008) Vê-se o processo de produção na Figura 03 :



Fonte: [http://www.ibs.org.br/siderurgia\\_usos\\_fluxo.asp](http://www.ibs.org.br/siderurgia_usos_fluxo.asp)> Acesso abril de 2008.

FIGURA 03 – Fluxo simplificado de produção do aço

Com um aumento considerável em relação ao ano anterior, a produção de aço em 2007 bateu recorde, com um total de 33,9 milhões de toneladas, segundo dados divulgados pelo (IBS, 2008) (Figura 04)



Fonte: Adaptado de (IBS, 2008)

FIGURA 04 – Gráfico de produção de aço no Brasil

Analisando a Figura 04 e os dados anteriormente citados pelo IBS (2007), pode-se notar uma pequena queda na produção brasileira de aço a partir de 2004; mesmo assim geraram-se na indústria siderúrgica aproximadamente 13,3 milhões de toneladas de resíduos anuais, média calculada entre 2002 a 2007. Por isso a importância de se criar meios para tentar melhorar a questão de gerenciamento e aproveitamento do resíduo industrial.

Exemplo disso é a indústria Gerdau S/A, que em 2007 produziu em seu grupo de empresas aproximadamente 17,9 milhões de toneladas de aço (Gerdau, 2008); com base nesses dados, nota-se um aumento de 13,6% em relação a 2006; apenas no Brasil foram 8,1 milhões de toneladas em 2007, com aumento de 5,4% em relação a 2006.

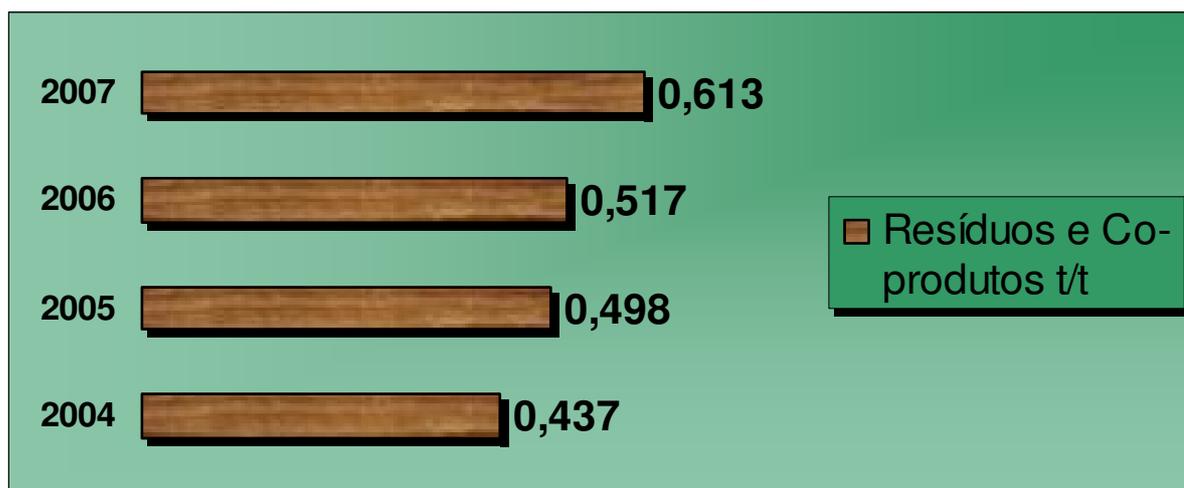
Segundo Dario (2006), as empresas precisam deixar de ver a atividade de produção como sendo uma economia linear, e que as sobras não são apenas um resíduo ou uma dificuldade necessária, mas sim um subproduto de determinada produção, que contribuirá para, além de reduzir custos, solucionar parte dos problemas ambientais.

Ao considerar o resíduo como sendo um subproduto, tem-se duas abordagens: a ambiental e a econômica. A primeira é apresentada levando em conta o aspecto ambiental e sua temática atual; já a outra, enfoca o aproveitamento e reciclagem destes materiais, tendo uma produção com um custo menor (DARIO, 2006).

Segundo Rohde (2004), as principais tendências em relação aos resíduos sólidos industriais são: não-geração ou minimização, reciclagem, incineração e monitoramento. Estas tendências podem ser decorrentes de uma otimização dos processos industriais em termos do uso de recursos naturais e energia, buscando o lucro ambiental, pela diminuição do desperdício presente nas configurações dos processos tecnológicos tradicionais.

### 3.5 Resíduos siderúrgicos.

Dados do Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS, 2007) apontam para o fato de que, no ano de 2007, a indústria do aço gerou 17,50 milhões de toneladas de resíduos nas indústrias brasileiras, com uma média de 516 kg de resíduo por tonelada de aço produzido, como pode ser visto na Figura 05.



Fonte: Adaptado de (IBS, 2008)

FIGURA 05 – Gráfico de geração específica de resíduos e co-produtos da Indústria metalúrgica do Brasil

A definição de resíduo está restrita aos materiais que não têm utilização técnica e economicamente viável; co-produtos são materiais gerados secundariamente em operações industriais, para os quais foram desenvolvidas tecnologias que permitem sua utilização, de forma ambientalmente adequada, como matéria-prima ou fonte de energia (IBS, 2008).

### 3.6 Carepa de aço

Considera-se como carepa de aço o resíduo sólido metálico originado da oxidação da superfície do aço fundido em siderúrgicas em geral, formado basicamente por óxido de ferro, com coloração preta e de fácil divisão (separação), devendo ser removido, para não comprometer a qualidade do aço. É originário de operações de lingotamento contínuo e laminação no ramo siderúrgico (Cunha,

2006). Para exemplificar, o quadro 01, que mostra alguns co-produtos gerados pela empresa Gerdau S/A na produção de aço, no seu grupo de siderúrgicas.

QUADRO 01 – Principais co-produtos gerados pela Gerdau S/A em 2007 por tonelada de aço produzido

Co-produto	Unidade	Quantidade
Agregado siderúrgico (escória)	Kg/t aço produzido	133
<b>Carepa</b>	<b>Kg/t aço produzido</b>	<b>14</b>
Pó de aciaria elétrica	Kg/t aço produzido	12

Fonte: Adaptado de (Gerdau, 2007)

Anualmente, as empresas siderúrgicas do Brasil, produzem aproximadamente 245 mil toneladas de carepa de aço, material este muitas vezes sem destinação adequada. Devido à grande quantidade de resíduos gerados, algumas empresas estão adotando uma nova política de gestão ambiental, reaproveitando-os com a finalidade de aumentarem seus lucros (GERDAU, 2007).



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 06 – Carepa de aço depositada no pátio da empresa TBS Sul

Uma solução para esse problema seria fazer parcerias empresariais, buscando dar uma destinação ecologicamente melhor para certos tipos de resíduos industriais, que é o caso da “carepa de aço”. Exemplo disso é a fabricação de blocos de concreto “pavers”, usados para pavimentação em geral, pela Compasul S/A, que

já esta produzindo e comercializando estes blocos. Bons resultados podem ser verificados na entrada dos estacionamentos da Centro Universitário UNIVATES, onde foram colocados em 2006 e até hoje, não apresentando nenhum tipo de desconformidade em relação aos blocos convencionais (DARIO, 2006).

Também em 2006, por não estarem em conformidade com as leis e regulamentos ambientais, algumas empresas do setor siderúrgico foram multadas, totalizando R\$ 1,1 milhão, além de 13 sanções não monetárias. A maior parte das irregularidades foi por não estarem em conformidade com os sistemas de tratamento e controle de efluentes de seus resíduos (IBS, 2007).



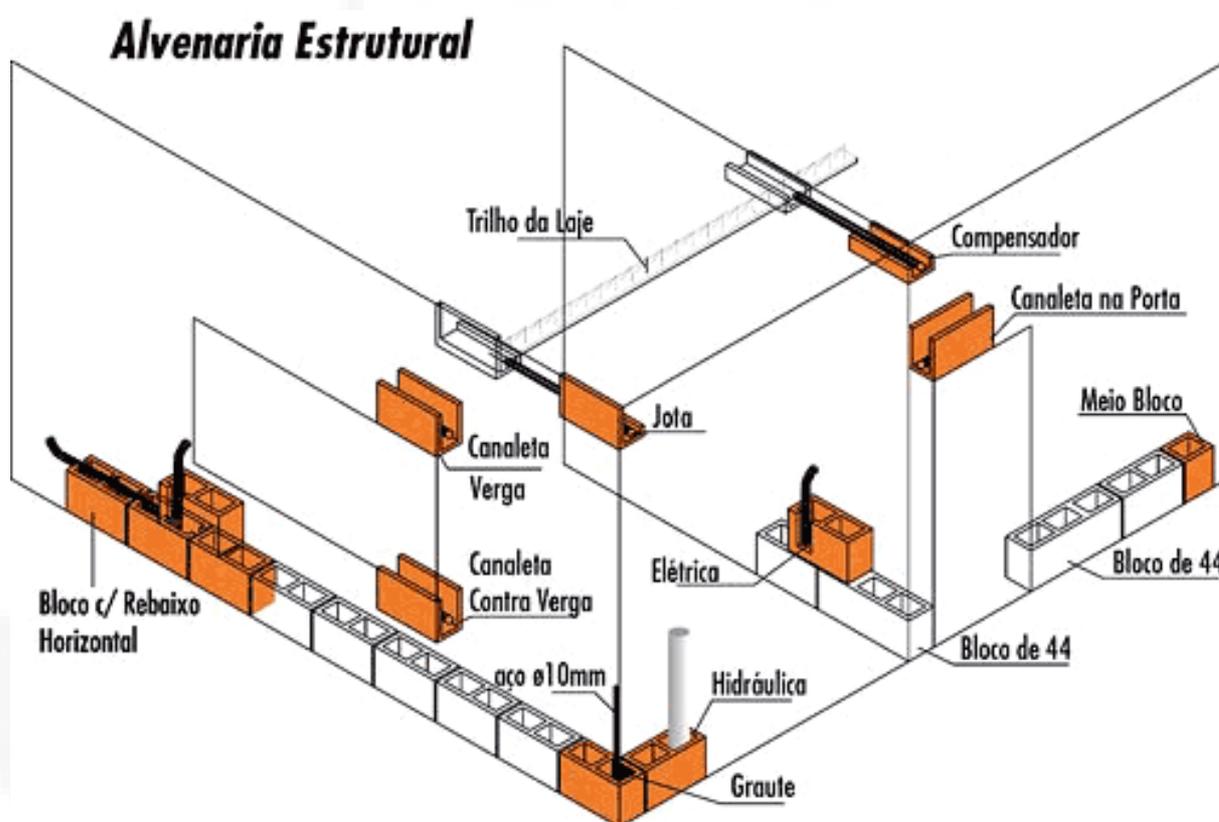
Fonte: (Cunha, 2006, p.48)

FIGURA 07 – Carepa de aço na superfície do tarugo de aço (esquerda) e carepa de aço eliminada pelo processo (direita)

De acordo com a Figura 07, que mostra o local de formação da carepa que se origina na superfície do aço e sua aparência física, pode-se notar que se trata de um resíduo com potencial para reaproveitamento. Pois segundo laudo emitido pelo laboratório (Laborquímica, 1999), trata-se de um resíduo de Classe II A- não inerte, não-inflamável, não-reativo, não-perigoso por toxicidade e não-patogênico NBR 10004 (2004) e além da NBR 10006 (2000), classificá-lo quanto à sua solubilização como sendo um resíduo não-inerte.

### 3.7 Alvenaria estrutural

Com um crescimento expressivo, o emprego da alvenaria estrutural com blocos de concreto em edificações vem sendo ampliado, em especial por possibilitar, via de regra, uma redução nos custos de produção ao final da obra. Apesar disso o sistema construtivo convencional ainda é o mais utilizado, por possuir um acabamento de qualidade, possibilidade de mudanças fáceis e devido à cultura tradicional de aceitação do brasileiro (Niglio, 2008). A Figura 08 mostra o sistema construtivo da alvenaria estrutural.



Fonte: [http://www.fazfacil.com.br/reforma\\_construcao/paredes\\_construcao\\_6.html](http://www.fazfacil.com.br/reforma_construcao/paredes_construcao_6.html) Acesso em novembro de 2008

FIGURA 08 – Sistema construtivo alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural baseia-se em blocos de concreto fabricados industrialmente, submetidos a um rigoroso controle de qualidade por meio de ensaios normativos. Pelos trabalhos de pesquisa, pelo desenvolvimento de materiais mais resistentes e pela incorporação de conceitos da indústria, apresentou maiores

e mais visíveis avanços do que qualquer outra forma de estrutura usada na construção civil (FazFacil, 2008).

Cada vez ganhando mais espaço nos canteiros de obras no Brasil, a alvenaria estrutural vem quebrando o ciclo tradicional da construção civil, que caracteriza-se basicamente pelo sistema construtivo de concreto armado, vigas e pilares.

### **3.8 Legislação vigente de blocos de concreto**

Com o intuito de regulamentar e certificar empresas do setor de fabricação de blocos de concreto foi criado o selo de qualidade ABCP, com a finalidade de assegurar a conformidade dos produtos com as normas técnicas brasileiras, e proporcionar algumas vantagens para o consumidor como contribuir para a melhoria dos sistemas construtivos e na qualidade das edificações à base de cimento (ABCP, 2008). E para as empresas do setor de que estiverem filiadas ao selo de qualidade ABCP, poderão se candidatar, por exemplo, às obras financiadas pelos governos federal, estadual e municipal (licitações).

### **3.9 Principais normas sobre alvenaria estrutural (blocos de concreto)**

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), essas são as principais normas sobre blocos de concreto:

- NBR 5712/82: Bloco vazado modular de concreto (ABNT, 1982).
- NBR 6136/94: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural (ABNT, 1994).
- NBR 7173/82: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria sem função estrutural (ABNT, 1982).

- NBR 8215/83: Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – Preparo de ensaio à compressão (ABNT, 1983).
- NBR 8798/85: Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto (ABNT, 1985).
- NBR 10837/89: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto (ABNT, 1989).
- NBR 12117/92: Blocos vazados de concreto para alvenaria – Retração por secagem (ABNT, 1992).
- NBR 12 118/92: Blocos vazados de concreto para alvenaria – Determinação da absorção de água, do teor de umidade e da área líquida (ABNT, 1992).
- ASTM C 55/97: Standard specification for concrete brick (American Society for Testing and Materials - EUA).

Segundo ABCP (2008), fica caracterizado como crime, conforme lei 8078 art. 39, inciso VIII do código de defesa do consumidor, a não-conformidade intencional das normas técnicas, causando concorrência desleal entre as empresas do setor.

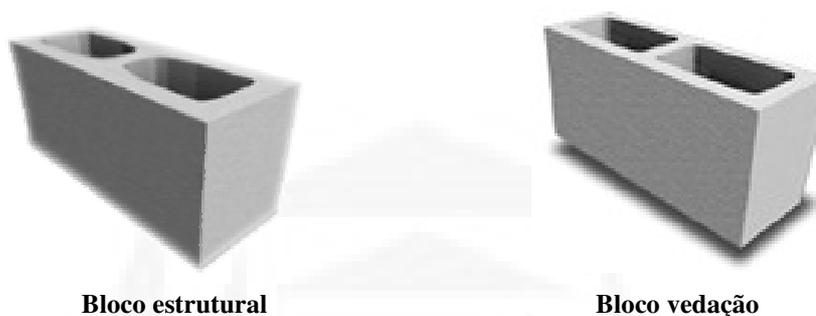
### **3.10 Bloco de concreto**

ABCP (2000) cita que os Estados Unidos foram os precursores, no final do século XIX, na fabricação dos blocos de concreto, e foi lá também que o uso da alvenaria estrutural com blocos de concreto conseguiu seu maior desenvolvimento.

Foi na década de 1950, que no Brasil marca-se o início da produção dos blocos de concreto, e importada dos Estados Unidos chega a primeira máquina para fabricação desses blocos (Barbosa, 2004).

O bloco de concreto é fabricado industrialmente e sua produção é controlada por um rigoroso controle de qualidade, ensaios e normas vigentes. São peças prismáticas que podem ser com ou sem função estrutural, conforme NBR 7173 (1982) e 6136 (1994), dependendo do tipo de obra a ser construída. São

constituídos basicamente de cimento, agregado miúdo (pedrisco) e água, moldados a partir de vibração ou prensagem (Fioriti e Akasaki, 2004). Segundo Holanda (2000), o mecanismo de vibração das vibro-prensas é um dos principais responsáveis pela qualidade dos elementos que são moldados.



Fonte: [http://www.fazfacil.com.br/reforma\\_construcao/paredes\\_construcao\\_6.html](http://www.fazfacil.com.br/reforma_construcao/paredes_construcao_6.html) Acesso em novembro de 2008

FIGURA 09 – Modelos de bloco de concreto com e sem função estrutural

Os blocos de concreto são componentes de boa aceitação no mercado nacional, por serem versáteis e de grande rendimento na execução. São materiais básicos da construção civil e apresentam uma grande variedade de tamanhos, formas, cores e texturas. Sendo assim, proporcionam construções com formas variadas, funcionais e muito bonitas, dessa forma popularizam-se entre os construtores, engenheiros e arquitetos devido à flexibilidade de criação para clientes de todos os gostos (FKCT, 2008).

As dimensões padrão dos blocos de concreto existentes no mercado constam no QUADRO 02; com uma tolerância de variação de 2 mm para a largura e 3mm para altura e comprimento. A norma brasileira estabelece a classificação dos blocos de concreto tomando como base a largura, como M-10, M-15 e M-20, referindo-se às larguras dos blocos fabricados no mercado que utilizam 9,14 e 19 cm, respectivamente (Bloco Brasil, 2008).

QUADRO 02 – Padronização dos blocos, segundo NBR 6136/94

Designação	Dimensões (mm)				
	largura	altura	comprimento	Parede transversal	Parede longitudinal
M-20	190	190	390	25	32
	190	190	190	-	-
M-15	140	190	390	25	25
	140	190	190	-	-
M-10 (somente vedação)	90	190	390	15	15
	90	190	190	-	-

Fonte: Adaptado de NBR 6136/94

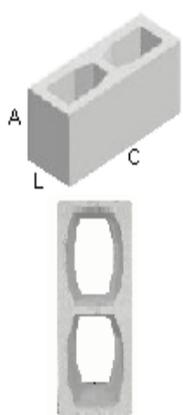
Conforme dito anteriormente, no mercado são fabricados blocos com dimensões diferentes, conforme quadros 02, o que pode ser visto com mais detalhes nos quadros a seguir de 03 a 10 e nas Figuras 10, 11 e 12 respectivamente:

QUADRO 03 – Bloco de concreto simples sem função estrutural

BLOCO DE CONCRETO VEDAÇÃO INTEIRO						
Largura	Altura	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação m <sup>2</sup>	Resistência
7	19	39	7,00	2.030	12,5	2.5 Mpa
9	19	29	7,50	1.893	16,5	2.5 Mpa
9	19	39	8,70	1.634	12,5	2.5 Mpa
11.5	19	39	9,0	1.570	12,5	2.5 Mpa
14	19	29	9,70	1.464	16,5	2.5 Mpa
14	19	39	10,50	1.352	12,5	2.5 Mpa
19	19	39	12,60	1.130	12,5	2.5 Mpa

Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.

QUADRO 04 – Bloco de concreto simples com função estrutural

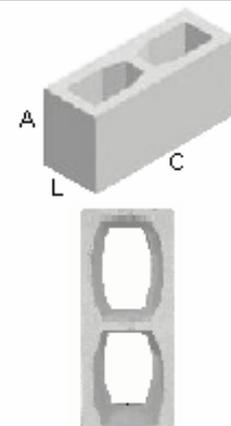


Largura	Altura	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação m2	Resistência
14	19	29	9,70	1.464	16.5	4.5 A 20.0 Mpa
14	19	39	12,50	1.070	12.5	4.5 A 20.0 Mpa
19	19	39	16,60	900	12.5	4.5 A 20.0 Mpa

Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.

Também no mercado brasileiro são encontrados vários outros tipos de blocos de concreto. Alguns modelos comercializados são vistos a seguir:

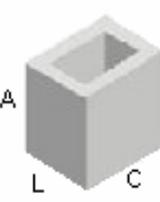
QUADRO 05 – Bloco de concreto estrutural interno



Largura	Altura	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação m2	Resistência
14	19	29	9,70	1.464	16.5	4.5 A 20.0 Mpa
14	19	39	12,50	1.070	12.5	4.5 A 20.0 Mpa
19	19	39	16,60	900	12.5	4.5 A 20.0 Mpa

Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.

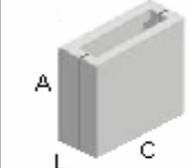
QUADRO 06 – Bloco de concreto estrutural meio



Largura	Altura	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação	Resistência
14	19	14	5,20	2.731	-	4.5 A 20.0 Mpa
14	19	19	6,60	2.152	-	4.5 20.0 Mpa
19	19	19	7,50	1.893	-	4.5 a 20.0 Mpa

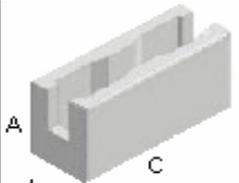
Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.

QUADRO 07 – Bloco de concreto estrutural compensador

	Largura	Altura	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação	Resistência
	14	19	04	6,60	2.152	-	4.5 A 20.0 Mpa
	14	19	09	8,70	3.381	-	4.5 A 20.0 Mpa

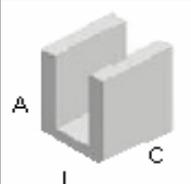
Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.

QUADRO 08 – Canaleta de concreto estrutural

	Largura	Altura	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação ml	Resistência
	14	19	29/39	-	-	3,33/2,5	4.5 A 20.0 Mpa
	19	19	39	-	-	3,33/25	4.5 A 20.0 Mpa

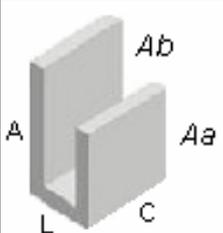
Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.

QUADRO 09 – Meia canaleta de concreto estrutural

	Largura	Altura	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação ml	Resistência
	14	19	14	6,20	2.300	6,66	4.5 a 20.0 Mpa
	14	19	19	6,60	2.152	5,0	4.5 a 20.0 Mpa
	19	19	19	8,20	1.732	5,0	4.5 a 20.0 Mpa

Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.

QUADRO 10 – Canaleta de concreto estrutural “J” Jota

	Largura	Altura Aa x Ab	Comprimento	Peso	Peças por carga	Ocupação ml	Resistência
	14	11X11	19	4,80	2.958	5,0	4.5 a 20 Mpa
	14	11X19	19	5,80	2.448	5,0	4.5 a 20 Mpa
	14	19x27	19	8,40	1.690	5,0	4.5 a 20 Mpa

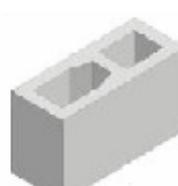
Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.



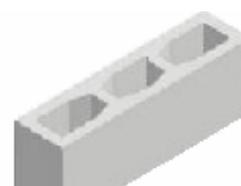
Elétrico e Hidráulico



34



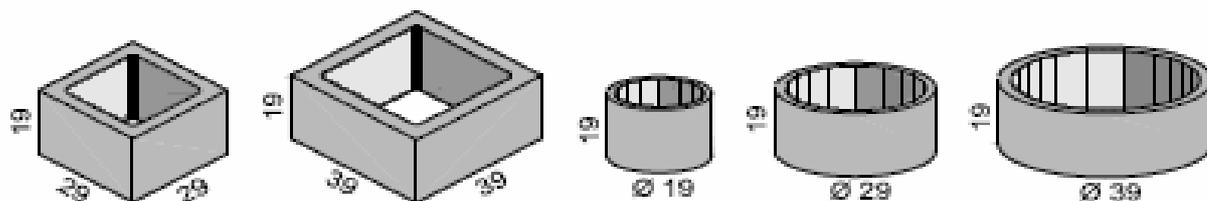
44/54



45°

Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.

FIGURA 10 – Blocos de concreto especiais – disponíveis em 14 cm largura



Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.

FIGURA 11 – Blocos de concreto especial para pilares



**Bloco stone**

**Bloco split**

Fonte: <<http://www.fkct.com.br>> Acesso em abril de 2008.

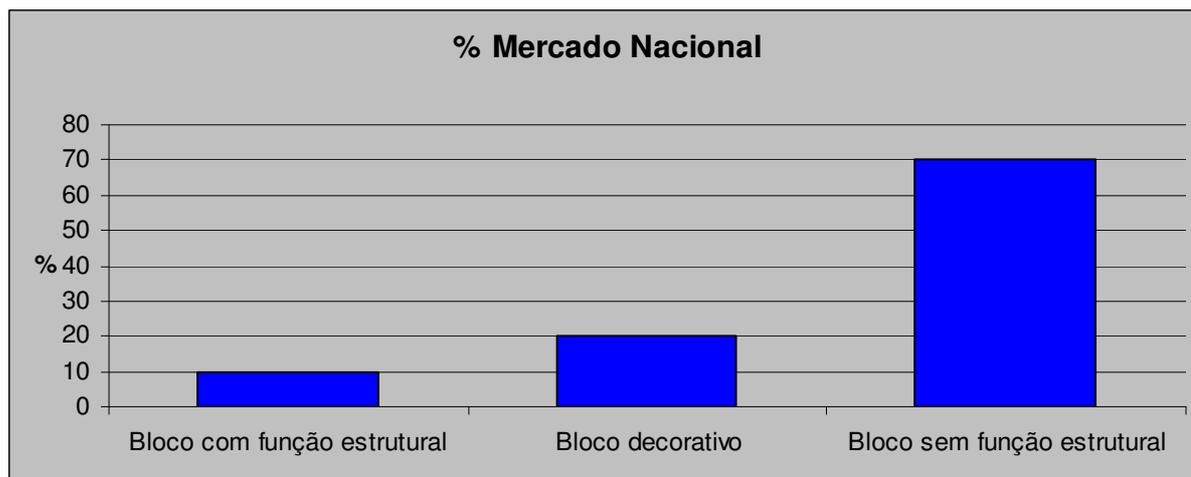
FIGURA 12 – Blocos de concreto especial coloridos

Quando se opta por construir, cabe à equipe responsável pelo projeto definir o tipo ou família do bloco, bem como sua resistência mínima, ou quaisquer outras exigências que possam vir a ser necessárias para o bom andamento da obra.

Segundo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) (2008), a produção nacional de blocos de concreto divide-se em três categorias:

- blocos de vedação sem função estrutural
- blocos aparentes ou arquitetônicos
- blocos com função estrutural

A produção se dá em termos de características técnicas do produto, para fins de construção conforme Figura 13:



Fonte: Adaptado de INMETRO

FIGURA 13 – Gráfico de produção de blocos no Brasil, segundo sua função

As normas da ABNT para blocos de concreto são divididas em diversos requisitos, sendo eles: especificação, método de ensaio, instrução de serviço, e procedimentos, etc. Elas compreendem desde a coleta do agregado até a sua resistência (Goergen, 2006).

Existem diversos fabricantes de blocos de concreto, que os oferecem ao consumidor em diversos tamanhos e cores, e cabendo a ele verificar se estão de acordo com a norma NBR 6136 (1994), que define as características necessárias para oferecer a função estrutural.

Os blocos de concreto simples para alvenaria estrutural estão subdivididos por classes de resistência, conforme o quadro 11 - NBR 6136 (1994), de acordo com a resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ).

QUADRO 11 – Resistências à compressão e absorção dos blocos de concreto para alvenaria

Tipo de Bloco	Resistência à compressão	Absorção
Estrutural	$f_{ck}$ superior a 4,5Mpa, dividido em classes de resistência	Menor ou igual a 10%
De Vedação	Média de 2,5 Mpa, Mínima individual de 2,0 Mpa	Média menor ou igual a 10% Máxima individual de 15%

Fonte: adaptado de(NBR 6136/94).

Estes são os limites de compressão e absorção que a norma brasileira estabelece para blocos vazados de concreto.

Segundo Medeiros (1993), os principais componentes empregados na fabricação de blocos de concreto são cinco:

- Agregado graúdo: pedra britada (pedrisco) e pedregulho natural;
- Agregado miúdo: areia natural e areia artificial;
- Aglomerantes: cimento Portland;
- Aditivos: plastificantes;
- Água.

Continua dizendo que, como regra geral, materiais usados para a produção de concreto convencional são apropriados para a confecção de blocos de concreto, embora várias características sejam particularizadas para o segundo caso, notadamente as que dizem respeito à granulométrica.

### **3.11 Benefícios dos blocos de concreto**

Segundo a Sistemas Construtivos e Arquitetônicos Ltda de Charqueadas – RS (TBS SUL, 2008), os blocos de concreto levam certas vantagens quando comparados com blocos cerâmicos convencionais, por exemplo, tijolos cerâmicos, veja-se a seguir:

QUADRO 12 – Algumas vantagens dos blocos estruturais comparados com blocos cerâmicos

1	Durabilidade, exigindo pequena manutenção
2	Mão-de-obra mais barata(comparando com o tempo de execução)
3	Dispensa chapisco e emboço
4	Revestimento com melhor acabamento
5	Pouco ou quase nada de desperdício com corte de peças
6	Passagem da tubulação pelos furos do bloco
7	Economia de até 30% do tempo de execução
8	Facilidade de projeto e detalhamento da obra
9	Obra limpa e sem desperdício
10	Paredes de fácil prumada
11	Isolamento térmico e acústico
12	Eliminação de formas
13	Mais economia no final da obra

Fonte: adaptado de (TBS SUL, 2008)

### 3.12 Paredes com blocos de concreto

A alvenaria com blocos de concreto oferece algumas vantagens sobre a convencional (tijolos cerâmicos); quando se faz um comparativo entre elas nota-se, por exemplo, que na primeira não se usa chapisco e nem emboço, o que significa uma economia de material e de mão-de-obra. Quando se compara do início até o final da obra, pode-se chegar a uma economia de aproximadamente 25% em relação à convencional (Faz Facil, 2008).

### 3.13 Blocos de concreto – Traço (dosagem)

Traço é um processo de definição da dosagem ideal do concreto, com a descrição e quantificação de seus componentes, como cimento, água, adições e aditivos, para que se chegue à combinação ideal desses materiais. Para a fabricação de blocos de concreto estruturais, devem ser tomadas algumas precauções quanto à sua consistência, uma vez que não é plástica igual à utilizada em estruturas de concreto convencional, pois ela é de terra úmida apenas. Pelo fato

de existir ar em volume nos blocos, não se segue o princípio do concreto de estruturas, que necessita pouca água para aumentar a resistência (Bloco Brasil, 2008).

Para os blocos estruturais, a resistência à compressão é uma propriedade fundamental, por sua função e durabilidade, e porque a absorção de água e a impermeabilidade da parede estão intimamente ligadas (Bloco Brasil, 2008).

Tango (2004) propôs um método racional de dosagem de concreto estrutural, que se baseia em seis passos:

- Adequação e granulometria dos agregados.
- Afirmação da resistência média a ser obtida.
- Avaliação dos teores de agregado/cimento, definindo-se três traços: rico, médio e pobre. Os valores são escolhidos objetivando a resistência média visada.
- Empregar um diagrama de dosagem através da composição das misturas experimentais e ensaio dos blocos à compressão, correlacionando os resultados.
- Determinar graficamente o fator água/cimento de qualquer resistência dentro do campo pesquisado.
- Adequar a proporção de argamassa e de umidade ótima do traço médio do estado fresco; deve apresentar conformidade no aspecto aparente dos blocos, massa unitária elevada e boa trabalhabilidade.

### **3.14 Verificação visual das superfícies do bloco de concreto**

Para que se tenha certeza de estar comprando blocos de concreto para uma obra com qualidade, alguns cuidados bem simples podem ser tomados, como, por exemplo, verificar visualmente se eles possuem as seguintes características estabelecidas pelas normas (Faz Facil, 2008):

- Ter uniformidade e ser compacto;

- Possuir arestas vivas;
- Ausência de rachaduras, lascas e outros defeitos;
- Superfície bastante abrasiva - para conseguir uma boa aderência ao reboco revestimentos e acabamentos.

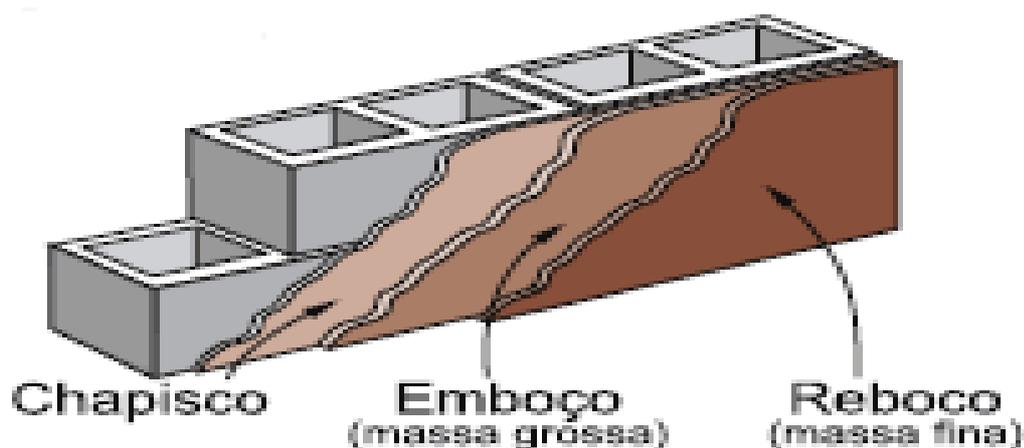
Para não afetar a resistência e durabilidade, os blocos de concreto precisam ter essas características, pois caso contrário comprometerão a construção, por não estarem em conformidade com as normas vigentes.

### **3.15 Reboco em paredes**

Segundo Faz Facil (2008), o reboco define-se como sendo a camada mais superficial da parede usada como revestimento e cobrimento do emboço, se for o caso, fazendo com que a superfície proporcione o recebimento de peças decorativas (como revestimento) ou um bom acabamento final, como cal, pintura, texturas e outros.

Servem também para dar proteção externa às paredes com tijolo comum, tijolo furado, bloco de concreto e também como impermeabilizante contra as intempéries e com isso ajudando a aumentar a vida útil do material empregado (ABCP, 2008).

Conforme Figura 14 abaixo, o chamado revestimento de parede na construção civil se constitui em aplicação de três camadas distintas: chapisco, emboço e reboco. O chapisco serve para dar aderência ao emboço, que é utilizado para regularizar a superfície da parede. A preparação para receber o acabamento final, fica por conta do reboco.



Fonte: FONTE: Adaptado de Andrade *et al.* (2002)p. 06

FIGURA 14 – Reboco (aplicações)

No que diz respeito aos blocos de concreto, esse método construtivo dispensa a aplicação das duas primeiras camadas de revestimento, pois sua composição e aspecto rugoso permitem que o reboco seja aplicado diretamente sobre ele.

O reboco geralmente é colocado com uma espessura de 01(um)cm e executado após a colocação dos peitoris e caixões das esquadrias. Seu traço ideal, segundo Faz Fácil (2008), é de 1:2:6 de cimento, cal e areia, respectivamente.

O reboco é importante porque consegue consertar quase todas as imperfeições e erros construtivos que porventura aconteçam no levantamento das paredes. Também requer cuidados a dosagem e qualidade dos aglomerantes (cimento, cal e areia), pois o excesso ou falta de cimento pode ocasionar microfissuras, com consequentes infiltrações de água (Faz Fácil, 2008).

## 4 METODOLOGIA DE PESQUISA

### 4.1 Aspectos gerais

O presente capítulo descreve a metodologia usada para fabricação e ensaios dos blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural com e sem carepa de aço, além da aplicação de reboco, revestimento cerâmico e pintura. A idéia principal é verificar se a resistência alcançada satisfaz a exigência da NBR 12118 (2006), bem como observar alguma reação química do óxido de ferro, presente na carepa de aço, com os materiais empregados nos blocos de concreto.

Basicamente a pesquisa resume-se em duas partes; a primeira, constituiu-se em descobrir o traço mais adequado para a fabricação dos blocos definitivos a serem usados, para tanto fabricou-se no dia 16 de maio de 2008, três lotes de blocos com carepa de aço, mantendo sempre as mesmas quantidades de materiais agregados (areia, pó-de-brita, carepa de aço e aditivo), apenas variando na quantidade de cimento. A fabricação e ensaios foi desenvolvida no laboratório de ensaios da fábrica de blocos de concreto TBS SUL, de Charqueadas/RS.

A segunda parte da pesquisa fez-se a partir dos dados coletados dos ensaios dos lotes experimentais, fabricando-se os blocos definitivos para fazer os testes de resistência à compressão, aplicação de pintura, reboco, revestimento cerâmico e absorção. Testes foram realizados no laboratório de Tecnologia da Construção – LATEC do Centro Universitário Univates e Laboratoria da TBS Sul - Sistemas Construtivos e Arquitetônicos Ltda de Charqueadas – RS.

## 4.2 Fabricação dos blocos experimentais com carepa de aço para definir o traço ideal para produção dos blocos definitivos

Anteriormente à fabricação dos blocos com carepa de aço definitivos, que foram usados na continuidade da pesquisa, teve-se que testar alguns traços que mais se adequariam às normas vigentes (NBR 6136/94); para tanto foram fabricados no dia 16 de maio de 2008, três lotes de blocos de concreto com carepa de aço, aqui chamados de traço 01, 02 e 03. Manteve-se sempre as mesmas quantidades de materiais, apenas variando a quantidade de cimento, conforme Quadro 13.

QUADRO 13 – Materiais usados para os traços experimentais

Material	Traço 01	Traço 02	Traço 03
	Massa(Kg)	Massa(Kg)	Massa(Kg)
Carepa de aço (02 carrinhos)	208 = 40,6%	208 = 40,6%	208 = 40,6%
Areia (02 carrinhos)	140 = 27,3%	140 = 27,3%	140 = 27,3%
Pó de brita (02 carrinhos)	144 = 28,1%	144 = 28,1%	144 = 28,1%
Cimento CP II-F32 (01 balde)	20 = 3,9%	30 = 5,85%	40 = 7,81%
Água	variável	Variável	variável
Aditivo basf rheomix 610	0,13 = 0,025%	0,13 = 0,025%	0,13 = 0,025%

Fonte: Do autor do estudo

## 4.3 Produção dos blocos experimentais

Para produzir os blocos experimentais de concreto com carepa de aço, foram utilizados os mesmos equipamentos usados para a fabricação dos blocos convencionais da TBS Sul - Sistemas Construtivos e Arquitetônicos Ltda, uma máquina fibro-prensa semi-automática (Figura 15). Também com o intuito de fazer um melhor acompanhamento, foram feitas visitas periódicas à fábrica de blocos de concreto, com isso garantindo que os blocos de concreto tivessem as mesmas propriedades.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 15 – Fibro-prensa semi-automática TBS SUL

Inicialmente buscou-se a coleta do resíduo junto à indústria Gerdau S/A de Charqueadas – RS, e foram feitas as granulometrias dos materiais empregados como: areia, pedrisco, pó de brita e da carepa de aço. Os agregados como pedrisco e pó-de-brita são originários do município de Eldorado do Sul, e a areia é proveniente da cidade de Charqueadas, ambas do Rio Grande do Sul.

Já o cimento utilizado foi o CP II-F32 – cimento portland composto com filer calcário, que tem diversas possibilidades de aplicação e por isso é um dos cimentos mais utilizados no Brasil. Suas propriedades atendem desde estruturas em concreto armado, até argamassas de assentamento e revestimento, concreto massa, artefatos de cimento e concreto para pavimentos. O CP II-F-32 tem adição de filer calcário, em teor entre 6 a 10% e não é mais indicado para aplicação em meios muito agressivos. É o mesmo usado pela empresa TBS Sul - Sistemas Construtivos e Arquitetônicos Ltda, na fabricação dos blocos convencionais.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 16 – Cimento utilizado para a fabricação dos blocos

Até o presente momento nenhum ensaio de cimento é realizado no laboratório da empresa, porém o fornecedor emite mensalmente um laudo com as análises realizadas, garantindo assim a qualidade do cimento.

Para a fabricação e ensaios dos blocos com carepa de aço, como dito anteriormente, foram realizadas três dosagens diferentes de materiais; os blocos foram fabricados com a mesma máquina, operada pelos mesmos funcionários, e ao todo foram fabricados 40 blocos para cada traço. Após a fabricação, todos os lotes de blocos foram ensaiados para determinar qual dos traços teria a maior resistência característica à compressão, pois nessa etapa foi a única característica do bloco levada em conta.

Obedecendo ao procedimento padrão da TBS Sul - Sistemas Construtivos e Arquitetônicos Ltda, a mistura do concreto foi feita em um misturador de eixo horizontal, próprio para concreto considerado seco, utilizado na produção dos blocos convencionais, até se obter a homogeneidade. Após, o concreto cai por gravidade para o interior da gaveta da máquina vibro-prensa, seguindo para abastecer as formas de aço com o material. A gaveta também possui no seu interior hastes metálicas denominadas agitadores, para facilitar a introdução do concreto nos vazios

das formas. Estando a gaveta posicionada sobre a forma dos blocos, inicia-se uma vibração para permitir o seu preenchimento.

A eficiência da vibração determina qual a quantidade de material que cada bloco de concreto terá e, conseqüentemente, seu grau de compactação. É nessa variável que podem acontecer as maiores diferenças entre os blocos, tanto na quantidade de material usado e até mesmo na sua resistência, pois o tempo de vibração e prensagem depende do operador. Na operação da máquina vibro-prensa há um revezamento de funcionários, com isso podendo haver alguma variância nos resultados.

A seguir serão vistos os diferentes traços experimentais e suas respectivas resistências, para num segundo momento definir qual dos três traços terá resistência maior e se vai atender à NBR 6136/94 (ABNT).

A resistência à compressão é fundamental para o processo de exclusão dos traços não apropriados para a produção dos blocos de concreto definitivos; portanto, será a única característica avaliada nessa etapa da pesquisa.

#### **4.4 Produção dos blocos definitivos**

De posse dos dados necessários obtidos nos ensaios dos lotes de blocos experimentais, iniciou-se a produção dos blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural, com adição de carepa de aço.

Primeiramente é preciso salientar que há vários tipos de equipamentos para se fabricar blocos de concreto; nesse caso específico os blocos foram fabricados na TBS Sul - Sistemas Construtivos e Arquitetônicos Ltda, de Charqueadas – RS, e foi usado uma vibro-prensa semi-automática operada manualmente por um funcionário. No entanto, essa pesquisa é válida apenas para blocos produzidos com esse tipo de maquinário, não podendo seus dados serem admitidos para outros tipos de equipamentos.

Vários ensaios foram realizados nos blocos de concreto para determinar quais características teriam maior alteração em sua produção. Isso se fez através de uma

comparação direta entre os blocos com carepa de aço e os convencionais, como por exemplo, absorção de água, massa específica e resistência à compressão.

Para dar início à produção dos blocos foram realizadas análises granulométricas e determinação das massas unitárias dos materiais (areia, pó-de-brita, pedrisco e carepa de aço), conforme quadro 14.

#### **4.5 Composição granulométrica (NBR NM 248/2003)**

Os ensaios de composição granulométrica dos agregados foram executados momentos antes de iniciar o processo de produção dos blocos definitivos.

O primeiro passo foi coletar o material conforme determina a NBR NM 26 (2001) e NBR NM 27 (2001); de posse das amostras devidamente separadas, é colocado o material numa série de peneiras, com abertura de malha em ordem crescente da base até o topo, encaixando o fundo na base. Colocou-se então o conjunto de peneiras num peneirador elétrico, para promover a agitação mecânica de 10 a 15 minutos. Após o término deste tempo, é feita a pesagem de material retido em cada fração (Figura 18). Por fim, com base nas massas retidas é determinada a porcentagem retida individual, e a porcentagem retida acumulada.

Ainda com este ensaio determina-se a dimensão máxima característica (D.max), em mm, como sendo abertura da malha da peneira na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5%. Por fim, determina-se o módulo de finura (MF), que é a soma das porcentagens retidas acumuladas nas peneiras da série normal, dividida por 100. O valor é tanto maior quanto maior o tamanho do agregado.



a) Pedrisco



b) Pó-de-brita



c) Areia



d) Carepa de aço

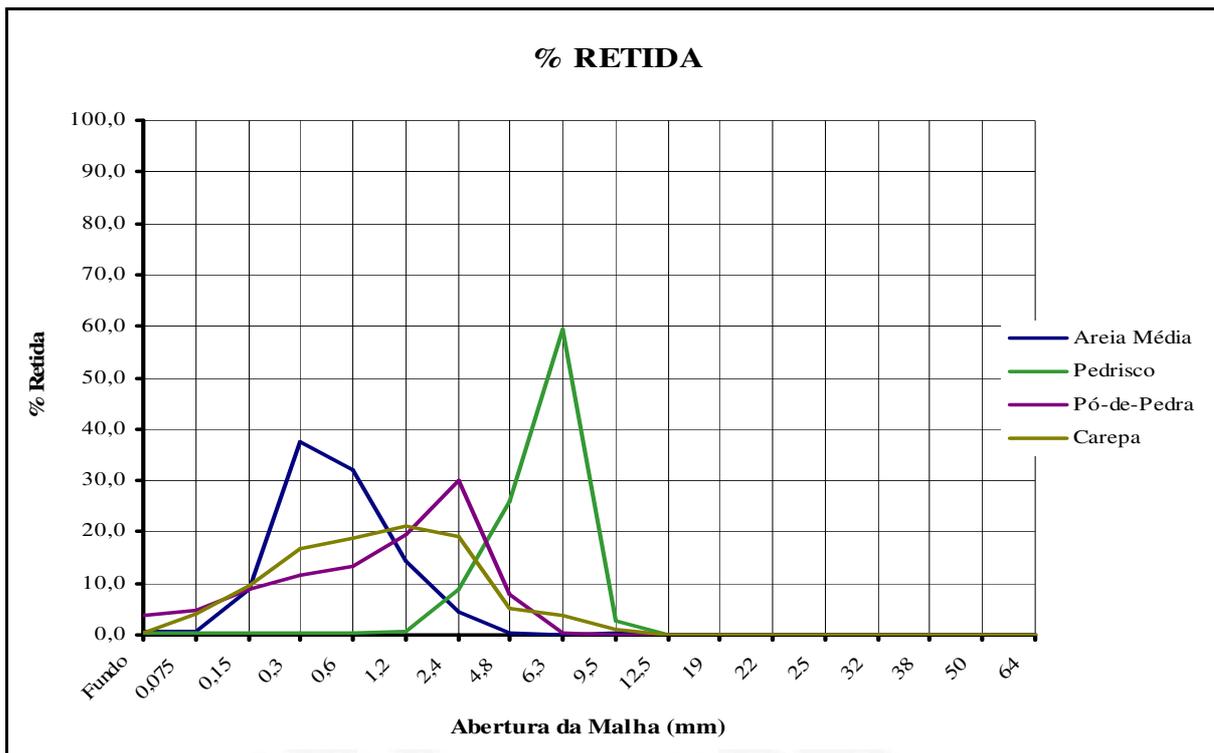
Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 17 – Agregados do bloco de concreto com carepa

QUADRO 14 – Composição granulométrica dos agregados

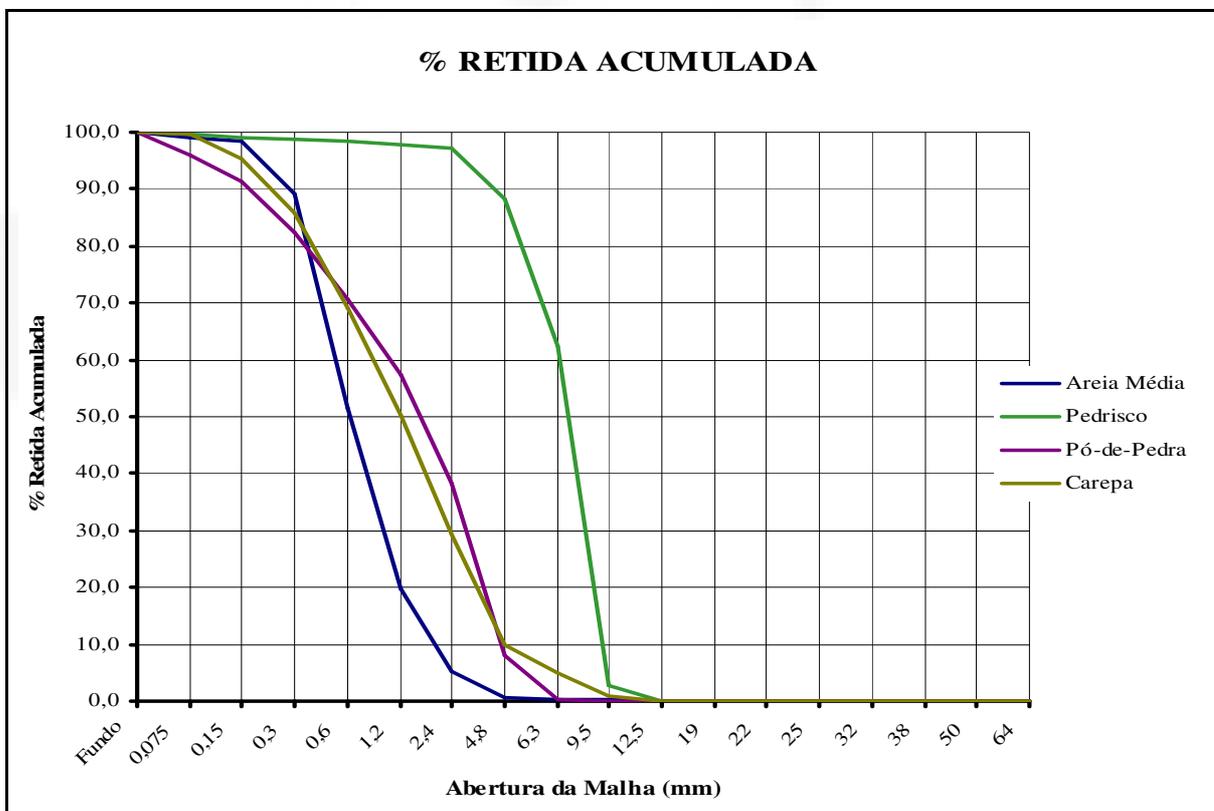
Peneiras (mm)	% Retida				% Retida acumulada			
	Areia média	Pedrisco	Pó-de-brita	Carepa	Areia Média	Pedrisco	Pó-de-brita	Carepa
9,5	0,2	2,8		1,1	0,2	2,8		1,1
6,3		59,4	0,2	3,7	0,2	62,2	0,2	4,8
4,8	0,4	26,1	8,0	5,2	0,6	88,4	8,2	10,0
2,4	4,6	8,8	30,0	19,2	5,2	97,2	38,2	29,2
1,2	14,4	0,8	19,4	21,1	19,7	98,0	57,6	50,4
0,6	32,0	0,4	13,3	18,7	51,7	98,4	70,8	69,1
0,3	37,7	0,4	11,6	16,6	89,3	98,8	82,4	85,7
0,15	9,0	0,4	9,0	9,7	98,3	99,2	91,4	95,3
0,075	0,8	0,4	4,7	4,2	99,2	99,6	96,1	99,6
Fundo	0,8	0,4	3,9	0,4	100,0	100,0	100,0	100,0
Soma	100,0	100,0	100,0	100,0	265,1	582,7	348,6	340,7
Módulo de finura					2,65	5,83	3,49	3,41
Dimensão máxima característica (mm)					4,8	9,5	6,3	6,3

Fonte: Do autor do estudo



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 18 – Gráfico material retido



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 19 – Gráfico material retido acumulado

#### 4.6 Massa unitária de agregado em estado solto (NBR 7251/82)

Para obter amostra do agregado conforme NBR NM 26 e NBR NM 27, o volume de material deverá ser no mínimo o dobro do volume do recipiente utilizado. O agregado, secado previamente, é lançado a uma altura de 10 a 12 centímetros do recipiente, preenchendo-o totalmente, após rasando-se o recipiente para que não fique nenhuma partícula acima das laterais do mesmo. Logo após, foi pesado e teve a sua massa unitária calculada (Quadro 15).



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 20 – Determinação da massa unitária do pedrisco

A massa unitária é calculada pela seguinte expressão:

$$\text{massa unitária} = \frac{\text{massa de agregado (kg)}}{\text{volume de recipiente (m}^3\text{)}}$$

QUADRO 15 – Massa unitária dos agregados

	Areia média	Pó de brita	Pedrisco	Carepa
Peso (kg)	21,01	21,85	18,93	32,08
Volume (m <sup>3</sup> )	0,0135	0,0135	0,0135	0,0135
Densidade	1556 kg/m <sup>3</sup>	1618 kg/m <sup>3</sup>	1402 kg/m <sup>3</sup>	2376 kg/m <sup>3</sup>

Fonte: Do autor do estudo

Para a fabricação dos blocos definitivos, o agregado pedrisco (Figura 22) usado nos blocos convencionais foi substituído completamente pelo resíduo carepa de aço (Figura 21). O objetivo principal é a substituição de um agregado natural por um artificial, na fabricação de blocos de concreto, e que com isso não se percam suas características principais.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 21 – Carepa de aço



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 22 – Pedrisco

A carepa de aço não foi selecionada e não passou por peneiramento; isso se fez com o intuito de não haver sobras deste resíduo novamente, da mesma forma

que foi gerada na indústria GERDAU S/A, foi utilizada para a fabricação dos blocos, com aproveitamento de 100% do resíduo.

Foram confeccionados blocos de concreto M-20, padronizado pela NBR 6136 (1994), com 19X19X390, largura, altura e comprimento respectivamente.

Foi usada a mesma máquina na qual fabricou-se os blocos experimentais, uma vibro-prensa semi-automática (Figura 23) indicada para produção de blocos em escala industrial, compacta, com silo para concreto, gaveta para enchimento da forma e alimentador de paletes, com comando hidráulico.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 23 – Fibro-prensa semi-automática TBS SUL

Os blocos foram moldados na fábrica TBS Sul - Sistemas Construtivos e Arquitetônicos Ltda, de Charqueadas - RS, onde foram fabricados 300 blocos de concreto vazado de concreto simples com função estrutural, com adição de carepa de aço, para dar continuidade ao desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 24 – Blocos produzidos com carepa de aço pátio TBS SUL

A cura dos blocos (Figura 24), realizou-se no pátio da TBS Sul - Sistemas Construtivos e Arquitetônicos Ltda, pelo sistema de cura natural em condições-ambiente, com aspiração de água frequentemente para que não houvesse fissuras durante a secagem e que se alcançasse a resistência mínima estabelecida pela norma NBR 12118 (2006). Aos 7, 14 e 28 dias de idade foram ensaiados 12 blocos, sendo 6 de blocos com carepa de aço e 6 de blocos convencionais, para fins de comparação.

#### **4.7 Determinação das resistências dos blocos de concreto com e sem carepa de aço**

O processo de ensaio para a determinação da resistência à compressão simples seguiu o método descrito na norma NBR – 12118 (2006). A Figura 25 ilustra como foram feitos os ensaios, usando uma prensa universal, marca EMIC, onde pode ser observada a presença de pratos de aço que são acoplados à prensa e usados como apoio para que a distribuição de tensão seja uniforme.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 25 – Blocos na prensa universal para ensaios

#### **4.8 Determinação da absorção de água dos blocos**

Para determinar a absorção de água, nos ensaios, seguiram-se as instruções da NBR – 12118 (2006). Para o ensaio em questão foram utilizados seis blocos, sendo três blocos com carepa de aço e três de blocos de concreto convencionais.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 26 – Blocos submersos para determinação da absorção



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 27 – Blocos na estufa determinação da absorção

Este ensaio serviu para verificar o percentual de água que é absorvida pela amostra, sendo o valor da absorção de água de cada corpo-de-prova expresso em porcentagem, calculada pela seguinte equação:

$$A = \frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_1}$$

onde:

$m_1$  = massa da amostra seca em estufa (g);

$m_2$  = massa da amostra saturada (g);

De acordo com a norma, os blocos devem atender aos níveis de absorção por secagem, estabelecida pela NBR 6136 (2006).

A média feita entre as três amostras com carepa de aço resultou em 4,98%, considerada boa uma vez que a umidade estimada do projeto é de  $\leq 10\%$ ; já a média entre as três amostras sem a utilização de carepa foi de 5,18%.

#### **4.9 Aplicação de reboco sobre os blocos de concreto**

Foi aplicado reboco diretamente sobre os blocos de concreto com carepa de aço, para verificar a aderência e algum tipo de patologia que porventura venha a acontecer em função do contato com a cal hidratada. Para isso usou-se reboco no traço 1:2:6 cimento, cal hidratada e areia fina, respectivamente, onde foi aplicada uma camada de 10 mm de espessura sobre a superfície dos blocos de concreto, a qual fica pronta para receber o acabamento final, como lixamento, tinta-base e pintura.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 28 – Aplicação de reboco sobre os blocos de concreto com e sem carepa de aço

#### **4.10 Aplicação de revestimento cerâmico sobre blocos de concreto com e sem carepa de aço**

A aplicação foi feita no laboratório de Tecnologia da Construção – LATEC do Centro Universitário Univates, seguindo-se a orientação da NBR 13754 (ABNT) – Revestimento de parede interna com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimentos.

Para o revestimento cerâmico usou-se azulejo 20x30, marca Unigres e para colocação optou-se por usar cimento-cola (argamassa colante) marca Quartzolit, saco de 20 kg, o qual foi aplicado diretamente sobre o bloco de concreto, pois ele dispensa chapisco e emboço para sua aplicação, como é feito normalmente em paredes de blocos cerâmicos.

Também foi usada argamassa de rejuntamento para dar o acabamento final. Os blocos foram colocados dentro do LATEC, fora das intempéries do ambiente.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 29 – Aplicação de revestimento cerâmico nos blocos de concreto com e sem carepa de aço

#### 4.11 Pintura sobre blocos de concreto com e sem carepa de aço

Para aplicação de pintura sobre os blocos usaram-se os mesmos blocos fabricados e utilizados nos ensaios anteriores e tinta acrílica marca Kresil na cor branca fosca, a qual foi aplicada diretamente sobre os blocos, não usando reboco para regularizar imperfeições como é normalmente é feito, com o objetivo de observar a ocorrência de alguma reação entre a tinta e o óxido de ferro existente na carepa de aço, usado na fabricação dos blocos.

Foram usados seis blocos para o teste, três blocos com carepa de aço e três blocos convencionais para fins de comparação, conforme Figura 30.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 30 – Aplicação de tinta acrílica sobre os blocos

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

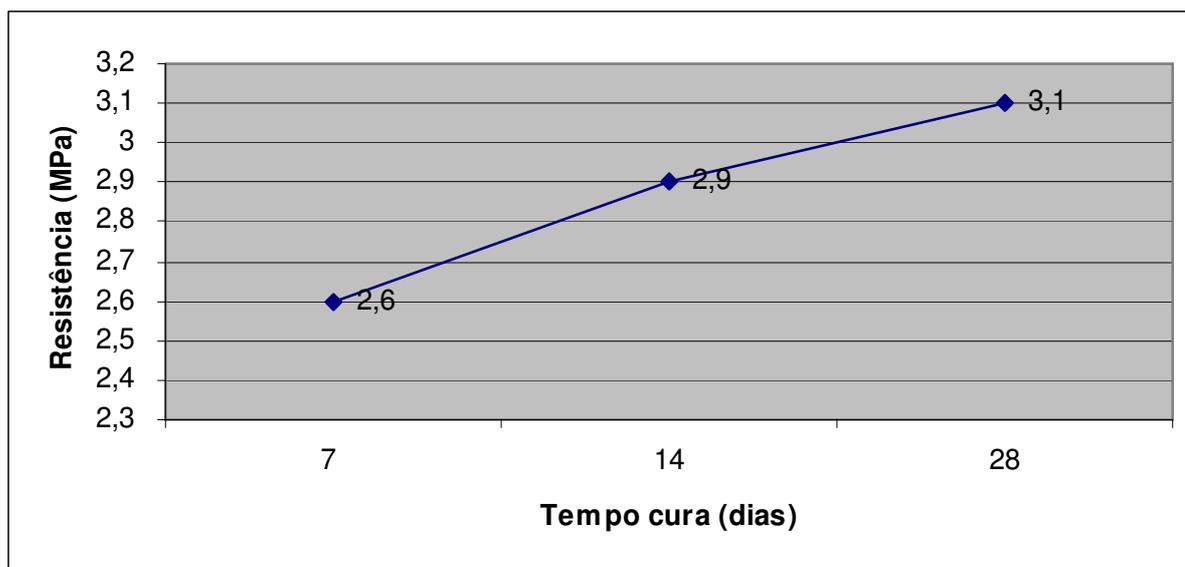
### 5.1 Blocos de concreto experimentais

Os blocos experimentais, como dito anteriormente, foram fabricados em três diferentes traços para que se pudesse adotar o que mais se adequaria aos padrões adotados pela ABCP; com isso, os resultados obtidos foram os seguintes, conforme Figura 34:

QUADRO 16 – Determinação da resistência à compressão em blocos com carepa de aço referente ao traço 01

	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6
7 dias	2,3	2,3	2,7	2,4	3,1	2,5
14 dias	2,5	2,5	2,6	3,0	3,3	3,4
28 dias	2,8	2,9	2,9	3,1	3,4	3,4

Fonte: Do autor do estudo



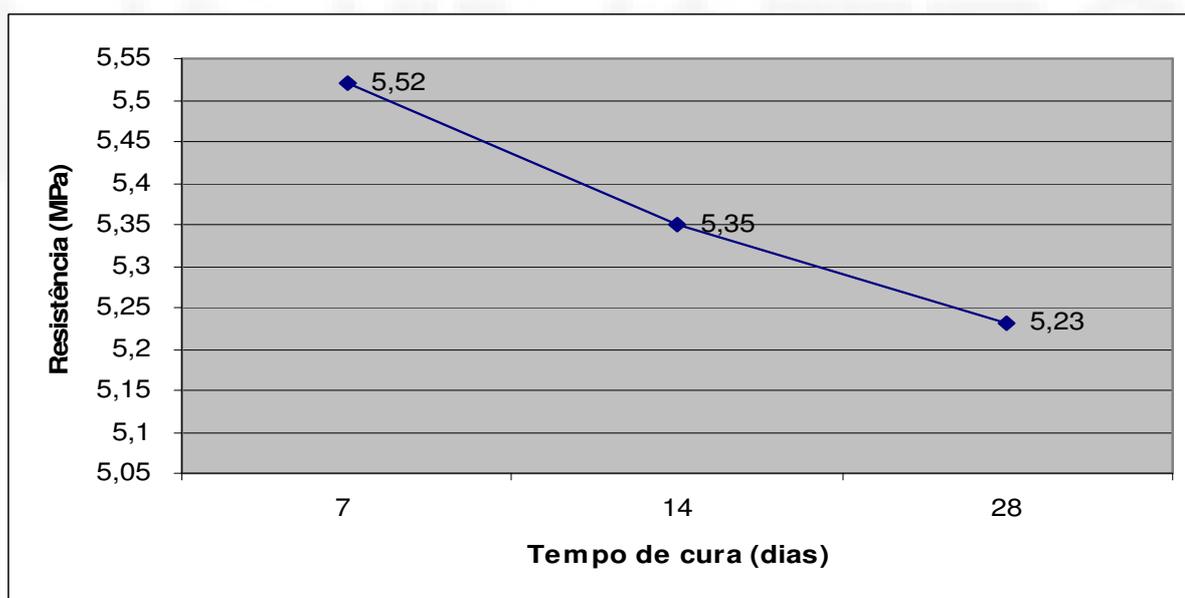
Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 31 – Gráfico das resistências médias do traço 01 para 7, 14 e 28 dias

QUADRO 17 – Determinação da resistência à compressão em blocos com carepa de aço referente ao traço 02

	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6
7 dias	4,3	6,3	5,4	6,7	4,8	5,6
14 dias	4,6	5,2	5,2	5,6	5,8	5,8
28 dias	4,5	4,7	5,3	5,5	5,6	5,7

Fonte: Do autor do estudo



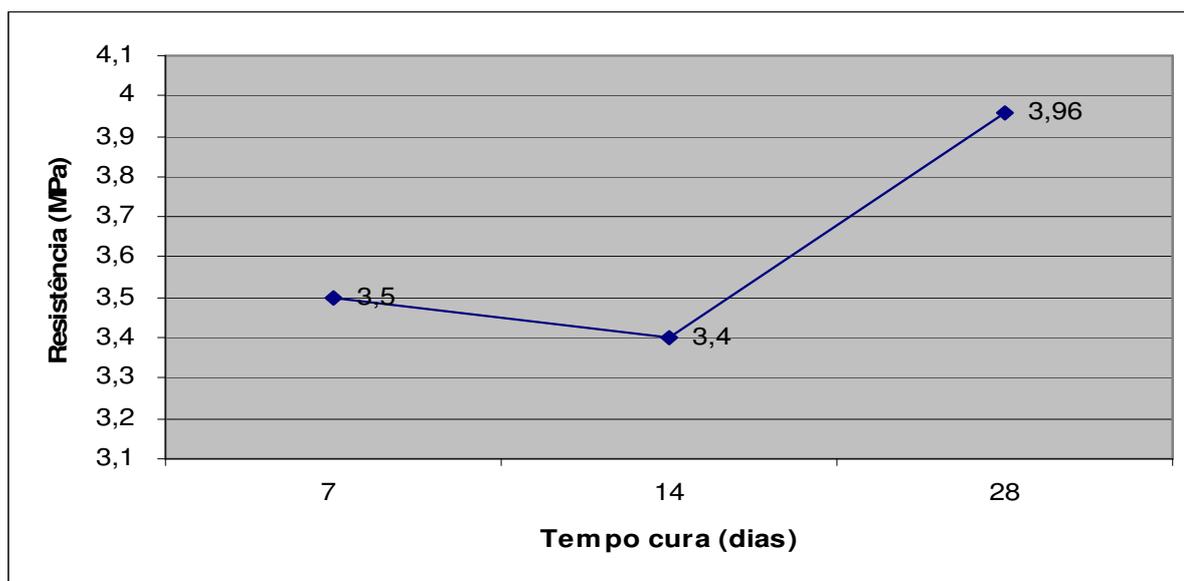
Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 32 – Gráfico das resistências médias do traço 02 para 7, 14 e 28 dias

QUADRO 18 – Determinação da resistência à compressão em blocos com carepa de aço referente ao traço 03

	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6
7 dias	3,9	3,3	3,6	3,2	3,9	3,3
14 dias	3,2	3,2	3,2	3,3	3,8	3,8
28 dias	2,7	3,6	3,8	4,5	4,7	4,7

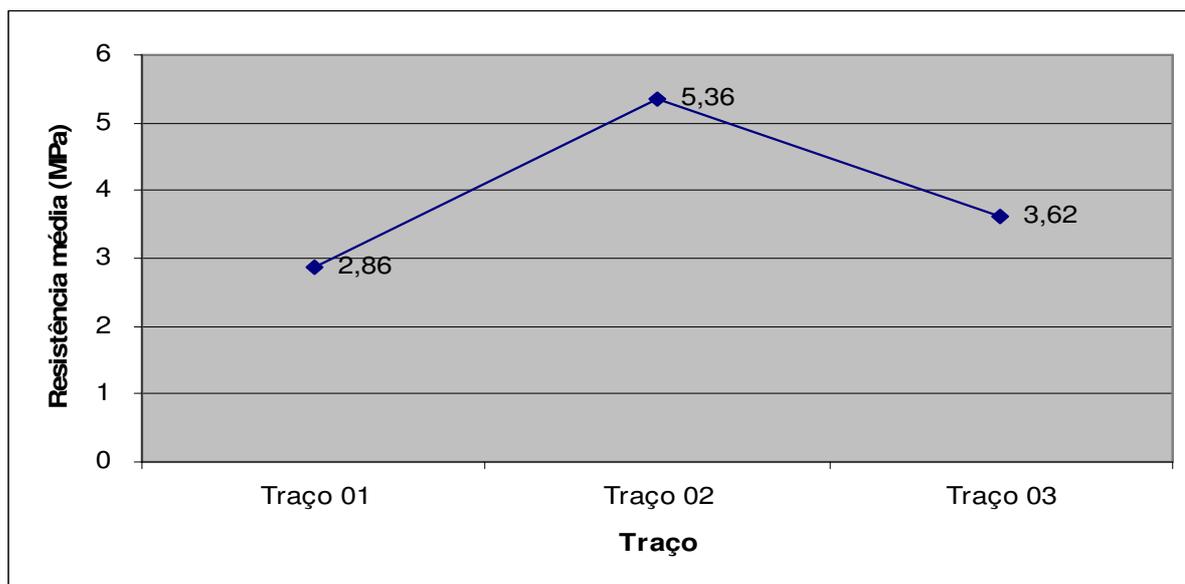
Fonte: Do autor do estudo



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 33 – Gráfico das resistências médias do traço 03 para 7,14 e 28 dias

Para visualizar a diferença de resistência à compressão dos traços experimentais com os diferentes traços, dos blocos de concreto com carepa de aço, veja-se a Figura 34 abaixo.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 34 – Gráfico de resistências médias dos traços 01, 02 e 03 experimentais

Com todos os ensaios realizados com os diferentes traços, verificou-se que o traço que melhor atendeu à NBR 12118 (2006) foi o traço 02, que se conseguiu uma resistência média de  $f_{bk}=5,36$  Mpa, conforme Figura 34.

É necessário lembrar que as resistências à compressão obtidas foram através das médias aritméticas, porém para que o lote seja aprovado é necessário determinar a resistência característica à compressão, a qual é descrita pela expressão a seguir.

$$f_{bk,est.} = 2 \frac{f_{b1} + f_{b2} + \dots + f_{b\ m-1}}{m-1} - f_{bm}$$

Onde:

$f_{bk,est.}$  = resistência à compressão característica estimada do lote

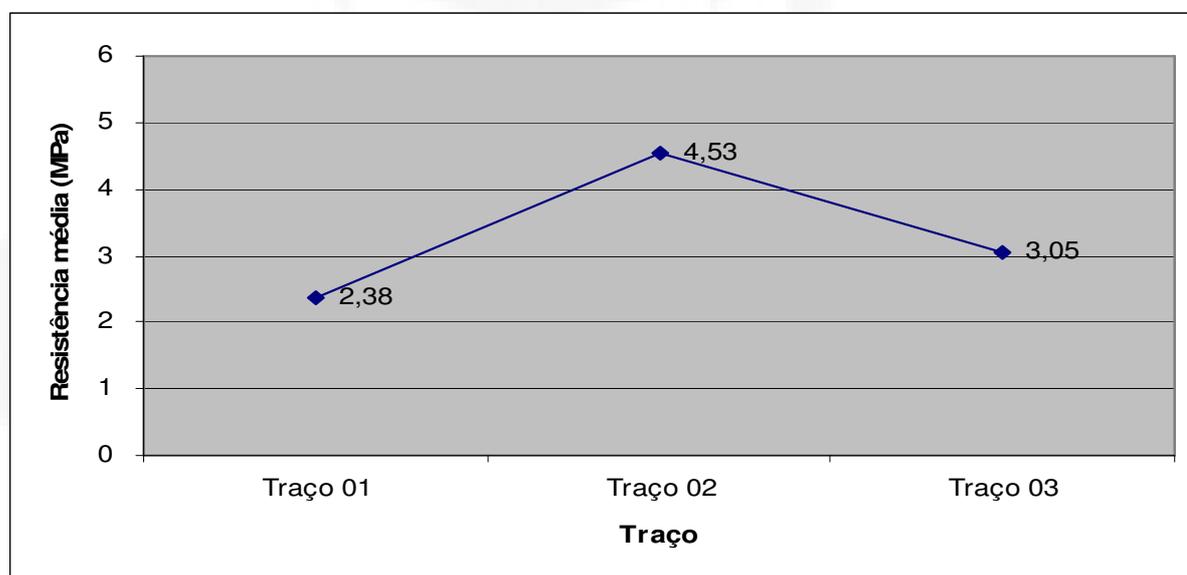
$f_{b1} + f_{b2} + \dots + f_{bn}$  = valores de resistência à compressão dos blocos da amostra, ordenados crescentemente, isto é,  $f_{b1}$  é o menor valor obtido e  $f_{bn}$  é o maior.

$$m = \frac{n}{2}, \text{ se } n \text{ for par}$$

$$m = \frac{n + 1}{2}, \text{ se } n \text{ for ímpar}$$

$n = n^\circ$  de blocos da amostra

Com isso foi calculado o valor característico à compressão, valores nos quais podem ser verificados na Figura 35, os valores encontrados para os lotes de blocos com carepa de aço para os traços 01, 02 e 03 ficaram respectivamente: traço 01 com  $f_{bk,est} = 2,38$  Mpa, já o lote com o traço 02 ficou com  $f_{bk,est} = 4,53$  Mpa e o traço 03 com  $f_{bk,est} = 3,05$  Mpa; sendo assim, o único traço que atendeu à exigência da norma NBR 12118 (2006), foi o traço 02, ficando acima da resistência característica mínima que é de  $f_{bk,est} = 4,50$  Mpa. Portanto, com isso ficou estipulado que seria usado o traço 02, para a fabricação dos blocos definitivos, para dar sequência à pesquisa.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 35 – Gráfico de resistências características à compressão dos traços experimentais 01, 02 e 03

## 5.2 Blocos de concreto definitivos

Definido o traço, começou-se a fabricação dos blocos de concreto definitivos, os quais apresentaram os seguintes resultados:

Abaixo segue Quadro 19 com os resultados (Mpa) das resistências de 7,14,28 e 218 dias para blocos com carepa e Quadro 20 com os resultados (Mpa) das resistências de 7,14 e 28 dias para blocos sem carepa.

QUADRO 19 – Determinação da resistência à compressão em blocos com carepa de aço

	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6
7 dias	5,7	5,7	5,8	5,9	6,4	6,6
14 dias	6,4	6,6	6,7	6,7	6,8	7,0
28 dias	6,5	6,6	6,7	7,3	7,6	8,0
218 dias	7,2	7,2	7,5	7,8	7,8	8,8

Fonte: Do autor do estudo

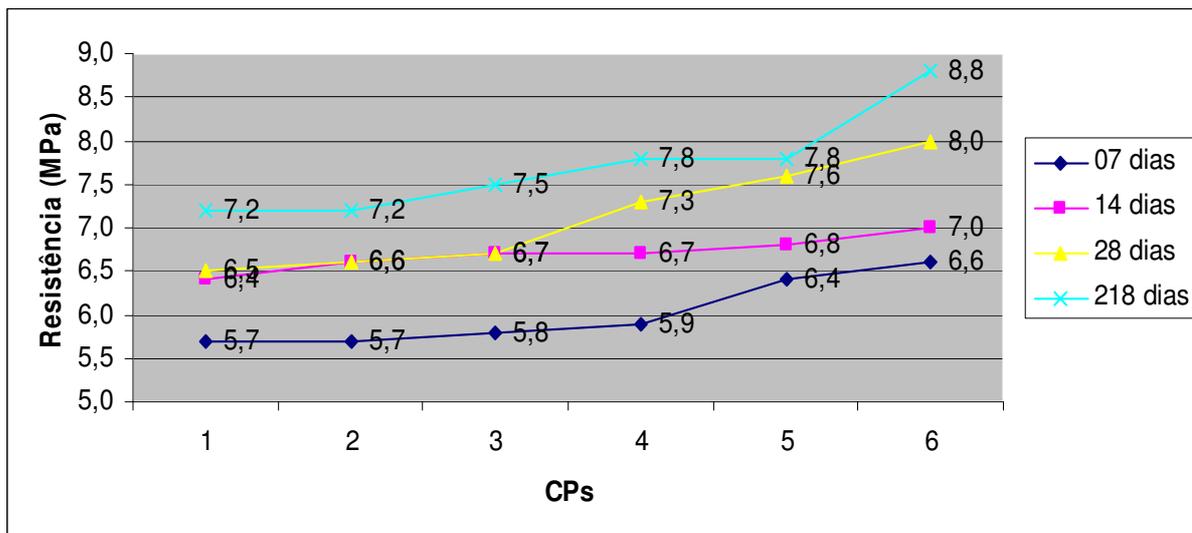
QUADRO 20 – Determinação da resistência à compressão em blocos sem carepa de aço

	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6
7 dias	3,31	3,23	3,49	3,32	3,58	3,91
14 dias	4,85	4,91	4,96	5,16	5,18	5,24
28 dias	5,41	6,06	6,30	6,48	6,72	6,83

Fonte: Do autor do estudo

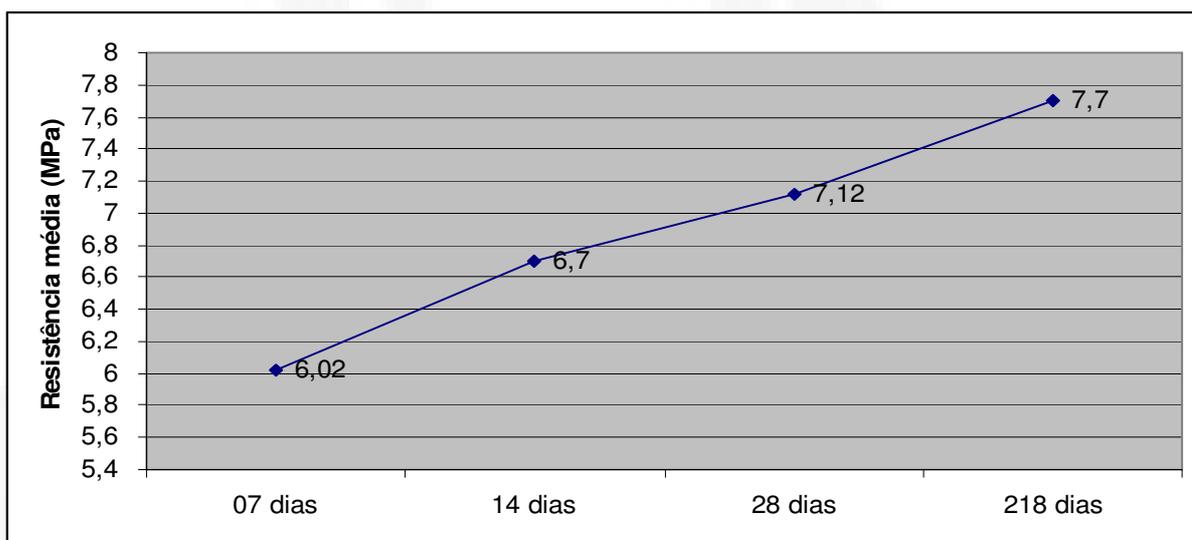
Analisando os quadros 19 e 20, pode-se notar que todos os valores dos CPs ficaram próximos à média, não sendo necessário descartar nenhum deles para obtenção da mesma.

Para uma melhor visualização comparativa entre os dois tipos de blocos, fez-se gráficos utilizando as resistências médias, conforme Figuras 36 e 37.



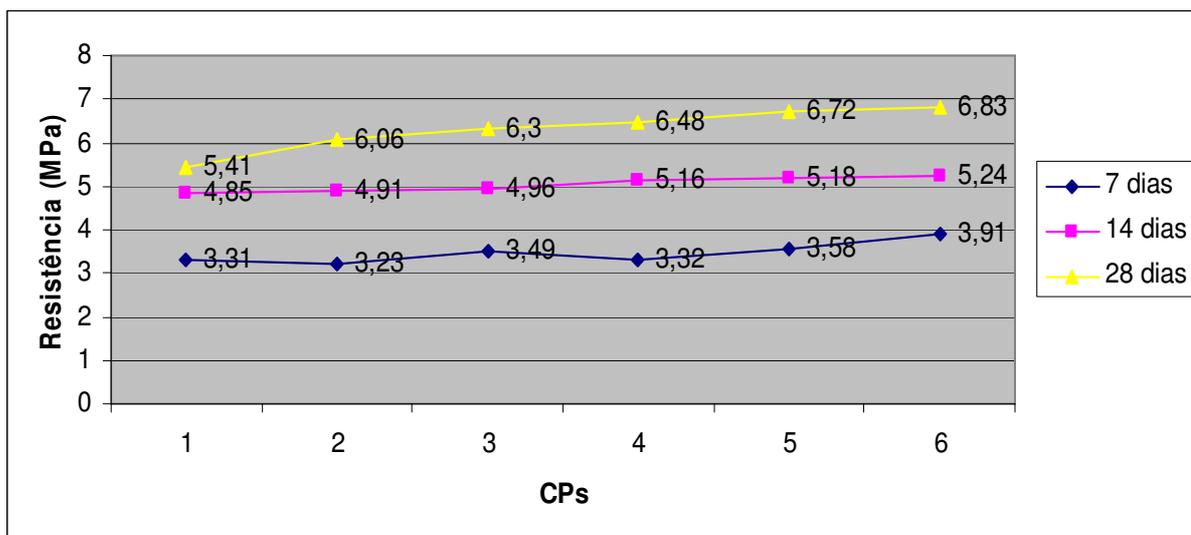
Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 36 – Gráfico de resistência dos CPs com carepa de aço



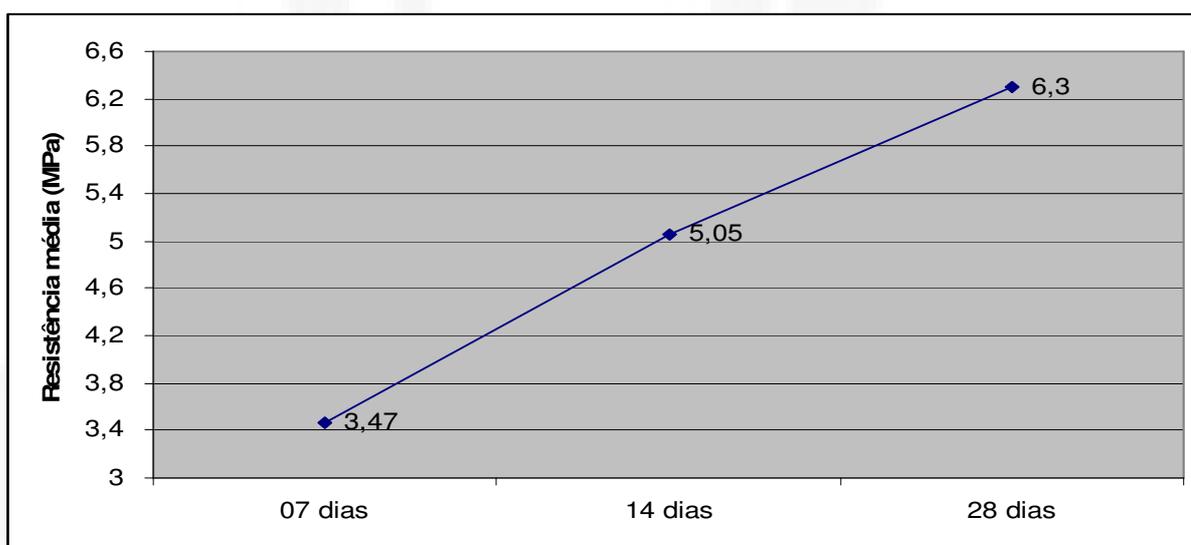
Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 37 – Gráfico de resistência média dos CPs com carepa de aço



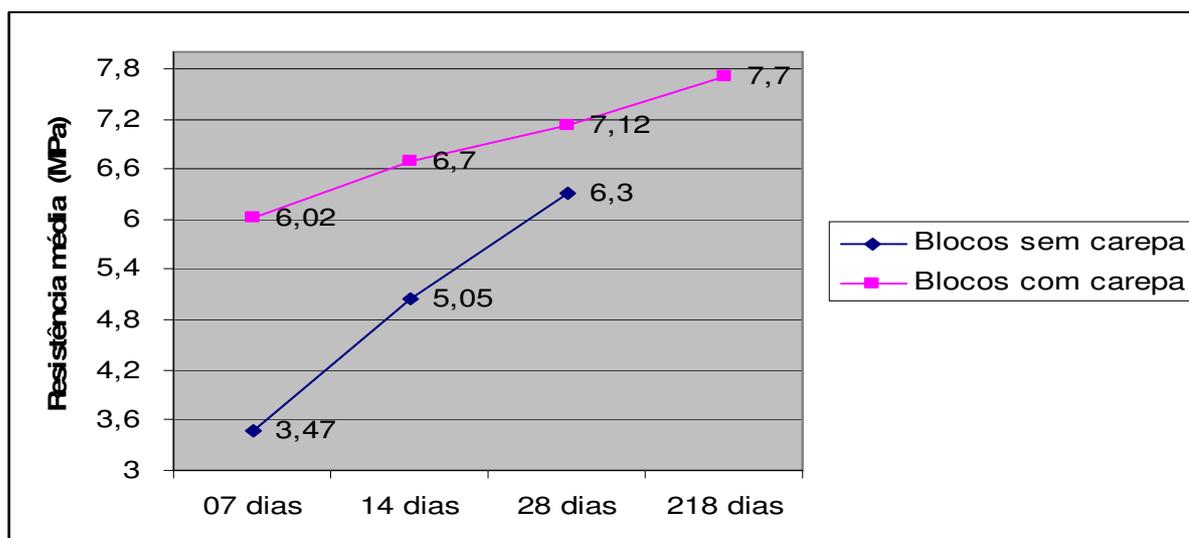
Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 38 – Gráfico de resistência dos CPs sem carepa



Fonte: Do autor do estudo

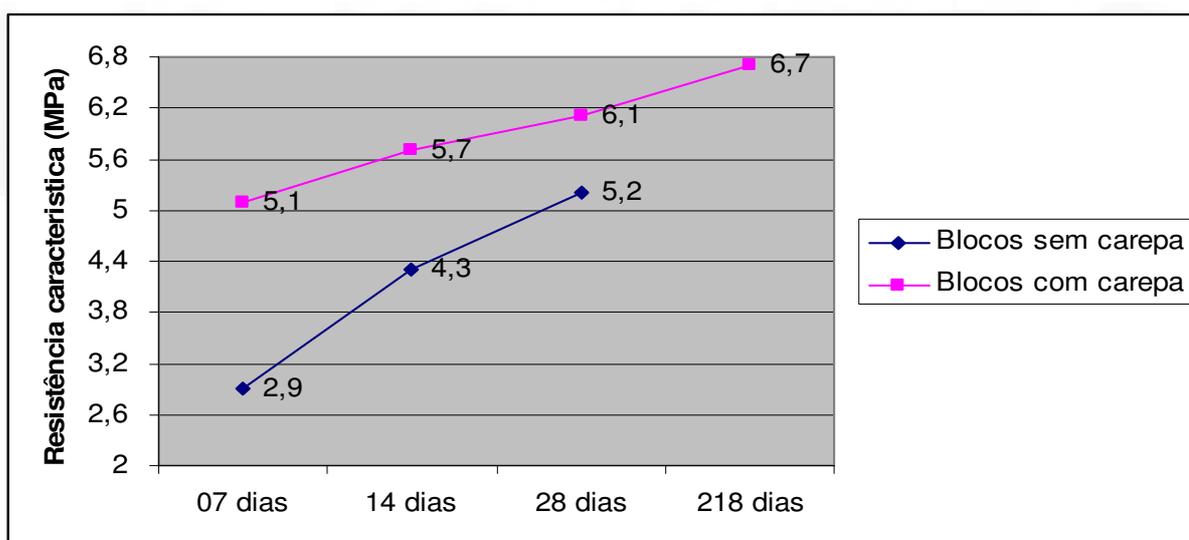
FIGURA 39 – Gráfico de resistência média dos CPs sem carepa



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 40 – Gráfico comparativo da resistências média dos CPs com e sem carepa de aço

Conforme visto anteriormente nas Figuras 36, 37, 38, 39 e 40 os gráficos, foram obtidos através das médias aritméticas, e para que seja feita a validação do lote é necessário determinar a resistência característica à compressão ( $f_{bk}$ ), calculado pela expressão mencionada no item 5.1, resultando nas resistências abaixo citadas.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 41 – Gráfico comparativo da resistência característica dos CPs com e sem carepa de aço

Percebe-se de que a resistência a compressão com os blocos de concreto com carepa de aço, tem elevada resistência logo nas primeiras idades, quando comparadas com os blocos convencionais. Com o decorrer do tempo, a resistência à compressão dos blocos com carepa de aço tende a se aproximar dos convencionais, como pode ser visto na Figura 40 com as médias aritméticas, quanto na Figura 41 com as resistências características.

O valor característico à compressão encontrado para o lote de blocos sem carepa foi de  $f_{bk,est} = 5,20$  Mpa; já o lote com adição de carepa de aço, compreendeu  $f_{bk,est} = 6,10$  Mpa. Ambos atendem à exigência da norma NBR 12118 (2006). Foi usada a idade de 28 dias como padrão de comparação para os testes de compressão, já que na idade de 218 dias não houve ensaios para os blocos fabricados sem carepa de aço.

### 5.3 Absorção de água dos blocos

Os resultados dos ensaios de absorção dos blocos de concreto com e sem carepa de aço estão representados nos quadros a seguir:

Os quadros 21 e 22 apresentam dados dos ensaios com blocos de concreto com e sem carepa de aço, os quais atendem à norma NBR 6136 (1994).

QUADRO 21 – Determinação da umidade do bloco de concreto com carepa de aço

BLOCO	Peso(Kg) seco	Peso(Kg) úmido	Absorção(Kg)	Absorção(%)
Bloco A	19,88	20,80	0,92	4,63
Bloco B	18,90	20,00	1,10	5,82
Bloco C	19,90	20,80	0,90	4,52
<b>Média</b>	<b>19,56</b>	<b>20,53</b>	<b>0,97</b>	<b>4,98</b>

Fonte: Do autor do estudo

QUADRO 22 – Determinação da umidade do bloco de concreto sem carepa de aço

Bloco	Peso(Kg) seco	Peso(Kg) úmido	Absorção(Kg)	Absorção(%)
Bloco A	17,30	18,20	0,90	5,20
Bloco B	16,83	17,60	0,77	4,58
Bloco C	17,02	18,00	0,98	5,76
<b>Média</b>	<b>17,05</b>	<b>17,93</b>	<b>0,88</b>	<b>5,18</b>

Fonte: Do autor do estudo

QUADRO 23 – Médias de pesos dos blocos secos e úmidos com e sem carepa de aço

	Bloco s/carepa	Bloco c/carepa
Média peso (Kg) seco	17,05	19,56
Média peso (Kg) úmido	17,93	20,53

Fonte: Do autor do estudo

A absorção de água nos blocos de concreto com carepa de aço é menor do que nos convencionais, embora seja uma diferença muito pequena. Outro dado observado é a relação inversa entre a absorção de água com o peso (massa) dos blocos.

Assim, os blocos de concreto com carepa de aço embora tenham peso maior, possuem menor taxa de absorção de água; já os convencionais, têm peso menor e possuem taxa de absorção maior.

A média feita entre as três amostras com carepa de aço resultou em 4,98%, considerada boa, uma vez que a umidade estimada de projeto é de  $\leq 10\%$ ; já a média entre as três amostras sem a utilização de carepa, foi de 5,18%.

#### 5.4 Reboco sobre os blocos de concreto com e sem carepa de aço

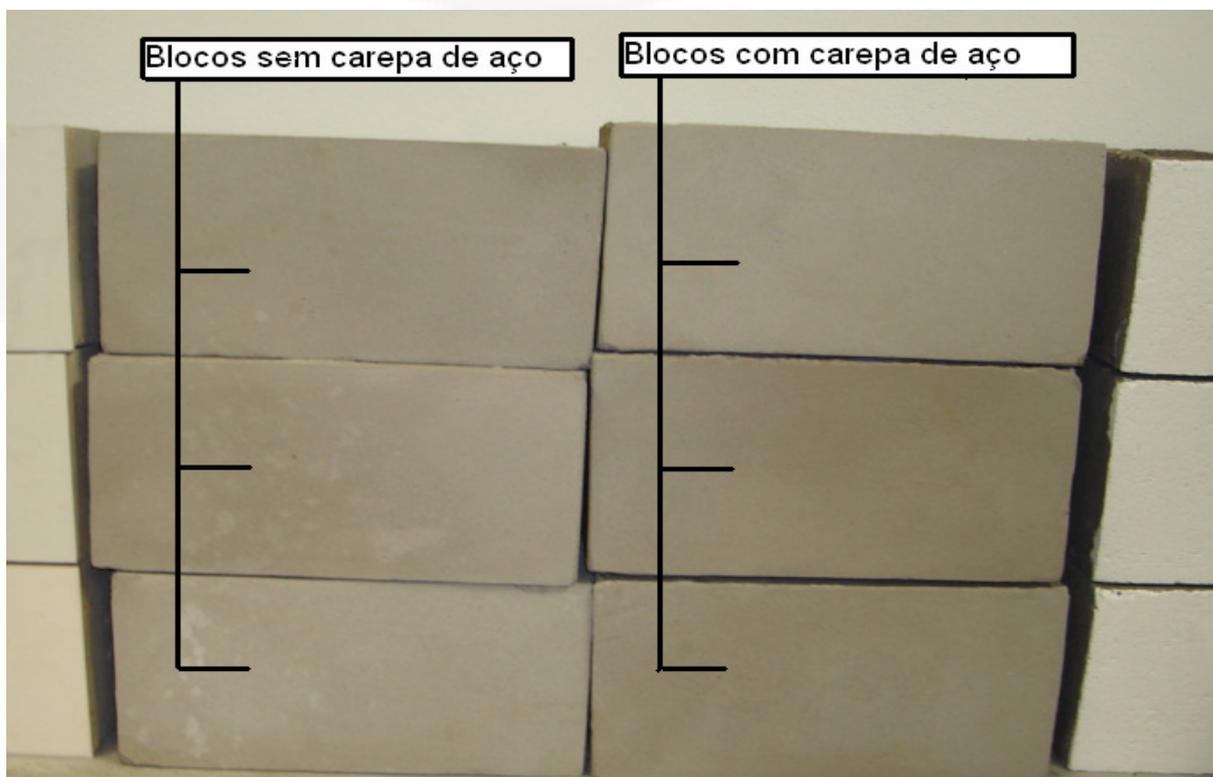
Conforme pode-se ver na Figura 43, o reboco aplicado nos blocos de concreto, após passados 90 dias, está em perfeitas condições, não apresentando nenhum tipo de patologia em função do contato e aderência com o óxido de ferro existente na carepa de aço.

Quando comparados com os blocos de concreto convencional, nota-se apenas um leve escurecimento no reboco, em função da coloração mais escura dos blocos de concreto com carepa de aço, conforme pode ser visto na Figura 43.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 42 – Blocos com e sem carepa de aço: comparação visual



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 43 – Blocos com e sem carepa de aço com aplicação de reboco

### 5.5 Revestimento cerâmico sobre blocos de concreto com e sem carepa de aço

A Figura 44 mostra os blocos de concreto cobertos com revestimento cerâmico; igualmente ao sub-item 3.11, permaneceram 90 dias sob observações periódicas, nas quais não se observou nenhuma manifestação patológica ou qualquer outra reação a olho nu, que pudesse comprometer a aderência ou a qualidade no acabamento final.



Fonte: Do autor do estudo

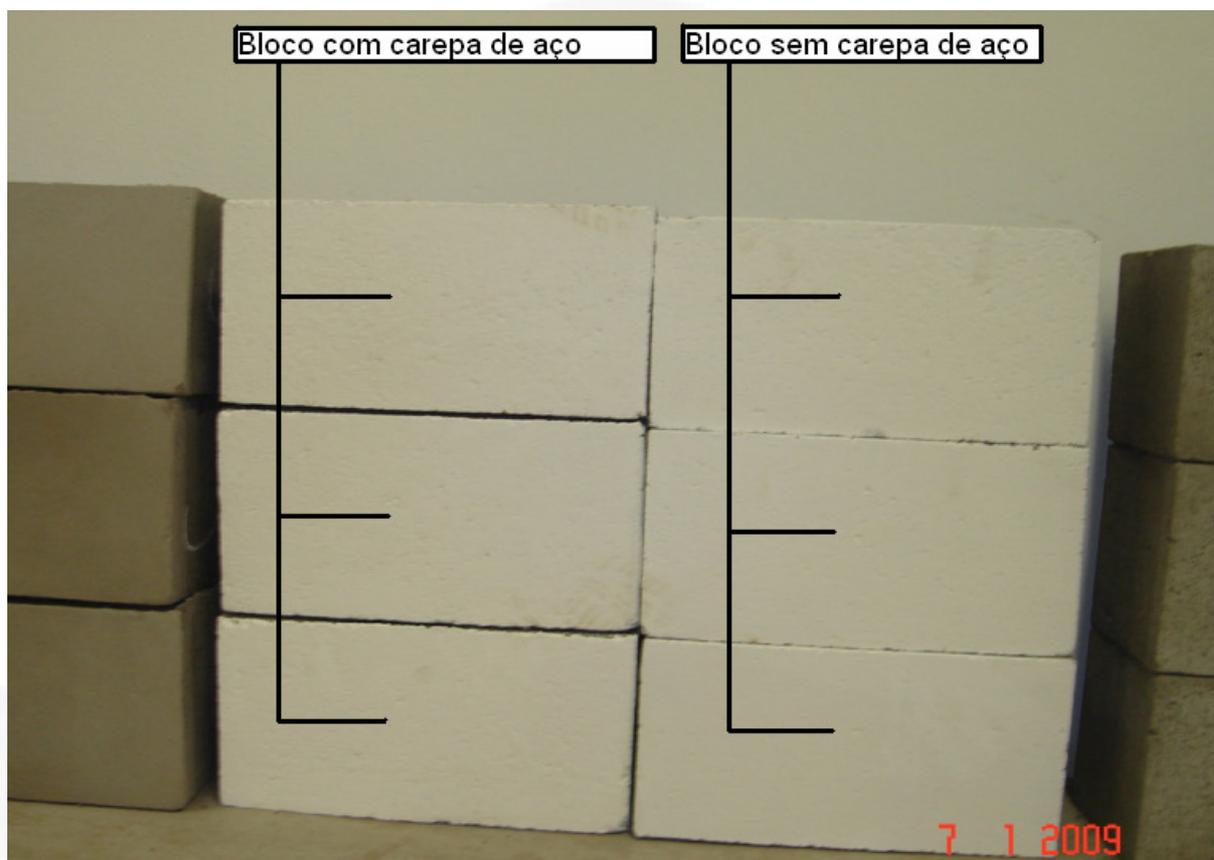
FIGURA 44 – Blocos com e sem carepa de aço com revestimento cerâmico

### 5.6 Pintura sobre blocos de concreto com e sem carepa de aço

Conforme pode ser visto na Figura 42, apesar dos blocos de concreto com carepa de aço serem de coloração mais escura, não há diferença de tonalidade após aplicação de tinta, como se pode observar na Figura 45.

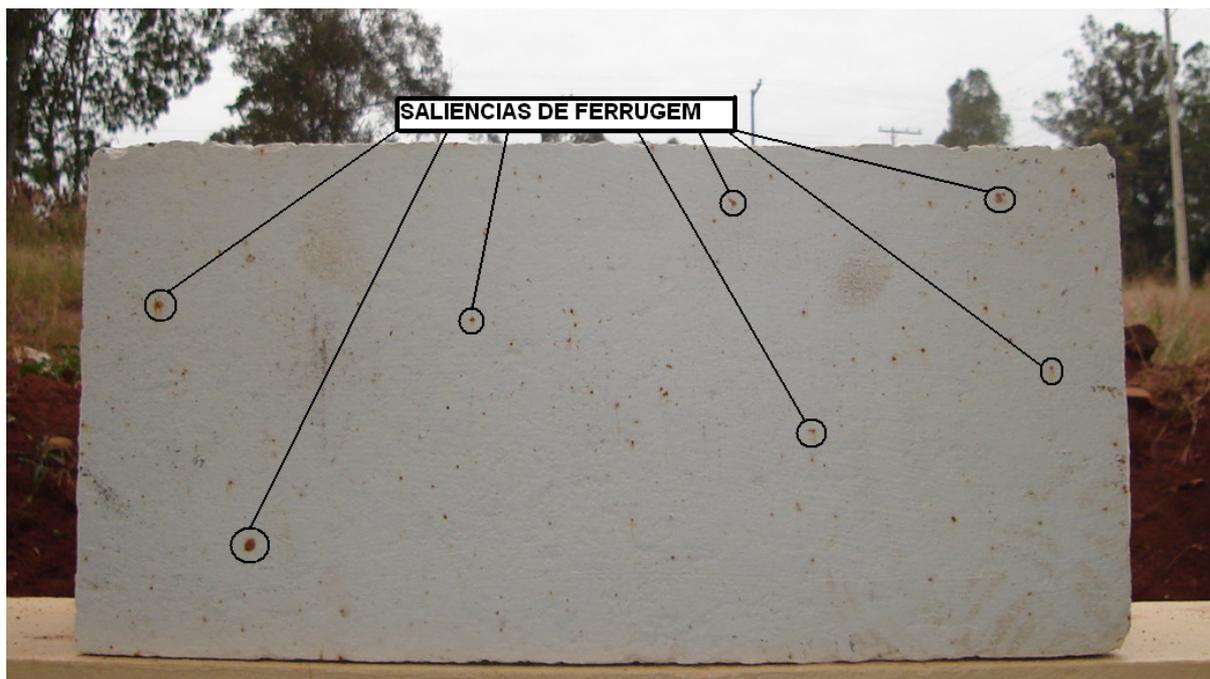
Para os blocos que ficaram em ambiente seco e sem interferência de mudanças climáticas, não se observou nenhuma patologia aparente.

Porém os blocos com carepa de aço que ficaram colocados no pátio do campus da UNIVATES e expostos às intempéries do ambiente como chuva, sol, umidade, decorridos os 218 dias pode se observar o aparecimento de pequenas saliências de ferrugem aflorando sobre a superfície da tinta, conforme pode se observar na Figura 46.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 45 – Tinta acrílica sobre os blocos com e sem carepa em ambiente fechado



Fonte: Do autor do estudo

FIGURAS 46 – Saliências de ferrugem sobre a tinta acrílica nos blocos com carepa de aço expostos as intempéries

## 6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES

### 6.1 Conclusões

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que os blocos de concreto com carepa de aço tiveram melhor desempenho quanto à resistência à compressão em todas as idades ensaiadas, em relação aos blocos convencionais. Essa foi a principal característica levada em conta, já que os blocos são de função estrutural.

Verificou-se que os blocos de concreto com carepa de aço atingiram uma resistência característica satisfatória, que foi de  $f_{bk,est} = 6,10$  Mpa que segundo a NBR 12118 (2006), determina para essa classe de blocos como sendo de  $f_{bk,est} = 4,5$  Mpa. Notou-se que quando comparados com os blocos convencionais, os blocos com carepa de aço até a idade de 28 dias, possuem maior resistência característica à compressão.

Quanto à aparência visual, à trabalhabilidade do concreto fresco, à cura e à colocação dos blocos, não apresentaram modificações relevantes. Apenas foram constatadas, em alguns blocos isolados, saliências pequenas, conforme Figura 46; esse fato ocorre porque alguns blocos apresentam aglomerados da carepa de aço, pois como foi dito anteriormente, no item 4.6, a carepa não passou por nenhum tipo de beneficiamento e isso se resolveria com um peneiramento, eliminando esses aglomerados.



Fonte: Do autor do estudo

FIGURA 47 – Saliências causadas por aglomerados de carepa de aço

Embora sendo pequena a diferença, a absorção de água é menor para os blocos com carepa de aço, ficando com 4,98%, quando comparados com os blocos convencionais 5,18%. Este fato pode ter ocorrido devido a presença do óxido de ferro existente na carepa de aço, o qual não é tão impermeável, quando comparado com os blocos convencionais fabricados com pedrisco.

Quanto à aplicação de reboco e revestimento cerâmico nos blocos de concreto com carepa de aço, apesar do curto tempo de acompanhamento, também não se verificou nenhum problema depois de passados 100 dias desde a data de aplicação. A aderência dos materiais aos blocos com carepa de aço até o momento é a mesma dos blocos de concreto convencionais.

Com a pintura ocorreu pequenas manchas na superfície dos blocos fabricados com carepa de aço, isso ocorreu apenas nos blocos que ficaram expostos em ambiente externo (chuva, vento, frio, etc), os blocos que ficaram protegidos em local seco, nada ocorreu com a pintura, como pode ser visto nas Figuras 45 e 46.

Para maior confiabilidade neste ensaio dever-se-ia aplicar diferentes tipos de tintas, sobre os blocos com carepa de aço para se observar se a ocorrência dessas saliências de ferrugem independentemente de marca ou composição das tintas.

O maior benefício que a pesquisa proporcionou em relação ao meio ambiente foi a questão da economia de recursos naturais, que são usados na fabricação dos blocos convencionais, pois com a substituição do agregado pedrisco, poder-se-á se economizar, apenas na fábrica TBS SUL de Charqueadas – RS, por exemplo, o

equivalente a aproximadamente 10,9 mil toneladas de pedrisco-ano, recurso natural não renovável.

## 6.2 Sugestões

Sugere-se, para dar sequência a esta pesquisa, os seguintes temas:

- Determinar um traço ideal para se fabricar blocos de concreto com adição de carepa de aço, já que nesta pesquisa os traços experimentais usados foram estipulados aleatoriamente;
- Determinar se há condutividade elétrica nos blocos de concreto com carepa de aço, pois constituem-se à base de óxido de ferro;
- Análise mais detalhada com relação à resistência característica à compressão dos blocos com o passar do tempo;
- Verificar a aplicação de carepa de aço em artefatos de cimento, como por exemplo, pilares e vigas pré-fabricados;
- Aplicar carepa de aço em concretos moldados in loco, como contra pisos e calçadas.
- Realizar estudos sobre corrosão do metal nos blocos com carepa de aço.
- Testar os blocos com carepa de aço em diferentes ambientes; ex: phs variados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5712 - Blocos vazados Modular de concreto**, Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **NBR 6136 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria Estrutural**, 06 páginas, Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **NBR 7173 – Determinação da Resistência à Compressão**, Blocos vazado de Concreto simples para alvenaria sem função Estrutural, Rio de Janeiro, 1982.

\_\_\_\_\_. **NBR 7184 – Método de ensaio - Determinação da Resistência à Compressão**, Blocos vazados de Concreto simples para Alvenaria sem função Estrutural, Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 8215 – Preparo de ensaio à compressão**, Prismas de blocos vazados de Concreto simples para Alvenaria Estrutural, Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 8798 – Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**, Rio de Janeiro, 1985.

\_\_\_\_\_. **NBR 10004 - Classificação de Resíduos**, 61 páginas, Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 10006 – Gestão de Qualidade – Diretrizes para a Qualidade no Gerenciamento de Projetos**, 18 páginas, Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 10837 – Calculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**, Rio de Janeiro, 1989.

\_\_\_\_\_. **NBR 12117 – Retração por Secagem**, Blocos de Concreto simples para Alvenaria Estrutural , Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 12118 – Determinação da absorção de água, do teor de umidade e da área líquida**, Blocos de Concreto simples para Alvenaria Estrutural, Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 13754 – Revestimento de padere interna com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante**, Procedimentos, Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 248 – Determinação da composição granulométrica**, Agregados para concreto, Rio de Janeiro, 2003.

ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. São Paulo, 2002.

AMENDOLA, E. **A influencia do impacto ambiental na vida dos seres humanos**, Webartigos.com, São Paulo, 2009.

ANDOZIA, A. **Desenvolvimento sustentável justo**, Artigo. Disponível em: <<http://www.Webartigos.com>>. São Paulo, 2009.

ANDRADE, R. O. B. et al. (2002). **Gestão Ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Education – Makrons Books.

ASTM C 55 – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. **standard specification for concrete brick**, EUA, 1997.

BARBOSA, C. S. **Resistência e deformidade de blocos vazados de concreto e suas correlações com as propriedades mecânicas do material constituinte**. Dissertação de Mestrado, São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2004. 153 páginas.

BLOCO BRASIL. **Associação Brasileira Da indústria De Bloco De Concreto – Bloco Brasil**. Disponível em: <<http://www.blocobrasil.com.br>>. Acesso em novembro de 2008.

CERETTA, P. S. et al. (2003). **“Responsabilidade social: gestão ambiental pode gerar lucro.”** In III Congresso USP Controladoria e Contabilidade, São Paulo.

CERF, **Civil Engineering research foundation**. Entidade ligada ao American Society of civil engineers (ASCE), dos EUA.

CREA-MT. **Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Mato Grosso**. Disponível em <<http://www.crea-mt.org.br>>. Acesso em novembro de 2008.

DA CUNHA, A. F. **Caracterização, Beneficiamento e Reciclagem de Carepas Geradas em Processos Siderúrgicos**. Ouro Preto: REDEMAT/UFOP, 2006. 110 páginas. (Dissertação de Mestrado).

DA CUNHA, A. F.; DE ARAÚJO FILHO, G.; JUNIOR, A. M.; GOMES, O. C. B.; ASSIS, P. S.; **Aspectos Técnicos da Utilização da Carepa gerada em processos siderúrgicos e tratada por desagregação ultra-sônica**. São Paulo: Tecnologia em Metalurgia e Materiais, v.3. n.2, p. 1-5, out.-dez. 2006.

DE AZEVEDO, G. O. D.; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S. **Resíduos da Construção Civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável. Artigo técnico.** Salvador: VOL.II Nº. I – jan/mar 2006, 65-72.

ELY, Aloísio. **ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE:** uma apreciação introdutória interdisciplinar da poluição, ecologia e qualidade ambiental. Porto Alegre, Fundação de Economia e Estatística, 1986.

FAZFACIL. **O Site que ensina fazer.** Disponível em <<http://www.fazfacil.com.br>>. Acesso em novembro de 2008.

FILHO, G. P. **Recursos Naturais.** Artigo. 1992. Disponível em: <<http://www.niglio.com.br>>. Acesso em novembro de 2008.

FIORITI, C. F.; AKASAKI, J. L. **Fabricação de blocos de concreto com resíduos de borracha de pneus.** Artigo técnico, São Paulo, 2004.

FKCT. **Especialista em artefatos de concreto, madeiras, lajes e outros.** Disponível em: <<http://www.fkct.com.br>>. Acesso em novembro de 2008.

GERDAU. Disponível em: <<http://www.gerdau.com.br/port/agerdau/index.asp>>. Acesso em abril 2008.

GERDAU. **Relatório de Gestão Ambiental da Gerdau Riograndense,** Disponível em: <[http://www.gerdau.com.br/port/meioambiente/download/gestao\\_ambiental.pdf](http://www.gerdau.com.br/port/meioambiente/download/gestao_ambiental.pdf)>. Acesso em março 2008.

GOERGEN, D. A. **O potencial na utilização de “carepa de aço”, na fabricação de blocos de concreto.** Centro Universitário Univates, 2006.(Trabalho Conclusão).

HOLANDA, O. G. J. **Blocos de Concreto Para Alvenaria Estrutural.** In: Congresso Brasileiro do Concreto, 42, 2000, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: Instituto Brasileiro do Concreto, 2000. (CD-ROM).

IBS. Instituto Brasileiro de Siderurgia, **Relatório de Sustentabilidade, 2007.** Disponível em: <[http://www.ibs.org.br/balanco\\_social2.asp](http://www.ibs.org.br/balanco_social2.asp)>. Acesso em abril 2008.

INMETRO. **Ministério do desenvolvimento, indústria e Comercio Exterior.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/index.asp>>. Acesso em novembro de 2008.

JOHN, V. M. **A construção, o meio ambiente e a reciclagem.** Artigo. São Paulo: PCC-EPUSP. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em abril de 2008.

KIPPER, L. M. **Ações estratégicas sistêmicas para a rede sustentável de reciclagem de plásticos.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

LABORQUÍMICA, Laboratório de análises Químicas, Laudo emitido para Gerdau S/A, 1999.

LIDDLE, B. T. **Construction for Sustainability and the Sustainability of the Construction Industry**. In: CIB TG 16 Sustainable Construction. Proceedings. Tampa, Florida, p.47-56, 1994.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2003.

MEDEIROS, J. S. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto produção de componentes e parâmetros de projeto**. São Paulo: Escola Politécnica de São Paulo, 1993. 449 páginas. (Dissertação de Mestrado).

MME. Ministério de Minas e Energia, **Anuário Estatístico**, 2007.

NIGLIO. **Sistemas construtivos**. Disponível em: <<http://www.niglio.com.br>>. Acesso em novembro 2008.

ROHDE, Geraldo M.; ZWONOK, Oleg; CHIES, Fradique; SILVA, Neli Iloni da. **Cinzas de carvão fóssil no Brasil – Aspectos técnicos e ambientais**. Porto Alegre: CIENTEC, 2006.

ROMANELLI, F. A. **Problemas ambientais: Qual a Situação ambiental do planeta nesse começo de milênio?** 2008.

RUTHES, S.; CERETTA, P. S.; ROCHA, A. M. C.; SONZA, I. B. **Cooperação na gestão dos resíduos das indústrias metalúrgicas**. Revista de Economia, V. 32, n. 1 (ano 30), p. 113-134, jan/jun. 2006. Editora UFPR.

SILCON AMBIENTAL . **A urgência de tratar resíduos industriais**. Disponível em: <<http://www.silcon.com.br>>. Acesso em dezembro de 2008.

TANGO, C. E. S., ou DE SIQUEIRA TANGO, C.E. ; MACHADO, J. R. ; DIONISI, A. ; HIGA, C. K. . **Compcret - Dosagem de Concreto pelo Método IPT**. 1994.

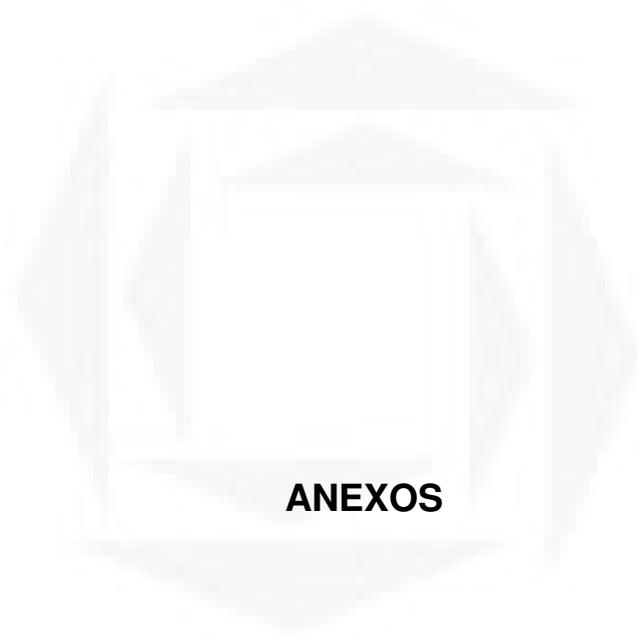
TEODÓSIO. A. S.S., DE SOUZA. A. A. **Construindo a gestão ambiental: um estudo em organizações do setor siderúrgico mineiro**. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2004.

VAUTA. **Especializada em madeiras em geral. Compensados plastificados, madeirite, blocos cerâmicos, blocos de concreto, portas e batentes**. Disponível em: <<http://www.vauta.com.br>>. Acesso em abril de 2008.

WWF. **Relatório planeta vivo 2008**. Disponível em: <<http://assets.wwf.org.br>>. Acesso em novembro de 2008.

## GLOSSÁRIO

- ADITIVOS** Produtos que adicionados em pequena quantidade a concretos de cimento Portland modificam algumas de suas propriedades, no sentido de melhor adequá-las a determinadas condições.
- AGREGADO** Material sem forma ou volume definido, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para produção de argamassas e concreto. Desempenhando uma função econômica da máxima importância, o agregado atua de forma decisiva no incremento de certas propriedades, tais como: a redução da retração, aumento da resistência ao desgastes , além de outras.
- CHAPISCO** Argamassa usada para revestir paredes ou tetos. Sua finalidade é facilitar o revestimento posterior, garantindo maior aderência, devido à sua superfície porosa. É constituído da mistura de cimento e areia média ou grossa sem peneirar.
- EMBOÇO** Primeira camada de argamassa que se aplica na parede, antes do reboco normalmente constituído de uma mistura de areia, cimento e cal.
- REBOCO** Camada de revestimento aplicada após o emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final.
- TRAÇO** A quantidade de cada componente do concreto (cimento, água, agregado miúdo, agregado graúdo e/ou aditivo) visando obter características de trabalhabilidade adequada, enquanto fresco, e de resistência e durabilidade, enquanto endurecido.



**ANEXOS**

UNIVATES

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO A – Laudos dos ensaios dos blocos com e sem carepa de aço e suas respectivas idades .....</b>	<b>7373 a 82</b>
<b>ANEXO B – Laudo de ensaio do cimento CP II–F-32.....</b>	<b>83</b>

UNIVATES

ANEXO A – Laudos dos ensaios dos blocos com e sem carepa de aço e suas respectivas idades

	<b>ENSAIO À COMPRESSÃO</b>		Código: RG-LAB-07				
			Data: 28/02/08				
				Revisão: 00			
				Página: 1/1			
<b>BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA NBR 6136/06</b>							
CLIENTE:	<b>TBS SUL</b>		NÚMERO:	<b>TESTE 1 - CAREPA</b>			
LOTE:	<b>TESTE 1 - CAREPA</b>						
PRODUTO:	<b>BEA 19X19X39 SÓ BLOCOS - ENG° ELISANDRO / ENG° FLAVIO BARTZ</b>						
DATA DE FABRICAÇÃO:	<b>16/05/08</b>	RESISTÊNCIA:	<b>TESTE</b>				
DATA DE ENSAIO:	<b>24/05/08</b>	CLASSE:					
DATA DE EMISSÃO:		IDADE (DIAS):	<b>08</b>				
<b>RESULTADOS DOS ENSAIOS</b>							
C.P. N°	DIMENSÕES (mm)			ÁREA (mm²)	CARGA DE RUPTURA (kg)	PESO (g)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)
	Largura	Altura	Comp.				
1	191,2	191,5	390,0	74568,0	17400	18152	2,3
2	191,3	191,8	390,0	74607,0	17400	19128	2,3
3	190,9	191,5	390,0	74451,0	20400	18999	2,7
4	190,8	192,3	390,0	74412,0	17600	18186	2,4
5	191,3	191,9	390,0	74607,0	23000	19119	3,1
6	191,2	191,4	390,0	74568,0	18800	18381	2,5
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Número de blocos da amostra		<b>n =</b>	<b>6</b>	<b>Blocos</b>			
Resistência média		<b>f<sub>bm</sub> =</b>	<b>2,6</b>	<b>MPa</b>			
Desvio-padrão		<b>S<sub>d</sub> =</b>	<b>0,3</b>	<b>MPa</b>			
Resistência característica		<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>1,9</b>	<b>MPa</b>			
0,85% da média		<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>2,2</b>	<b>MPa</b>			
y <sub>6</sub> ·f <sub>b1</sub>		<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>2,1</b>	<b>MPa</b>			
<b>Observações:</b>					<b>Responsável Técnico:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método de ensaio:</li> <li>- Cimento:</li> <li>- Aditivo:</li> </ul>							

	<b>ENSAIO À COMPRESSÃO</b>				Código: RG-LAB-07		
					Data: 28/02/08		
				Revisão: 00			
				Página: 1/1			
<b>BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA NBR 6136/06</b>							
CLIENTE:	<b>TBS SUL</b>			NÚMERO:	<b>TESTE 1 - CAREPA</b>		
LOTE:	<b>TESTE 1 - CAREPA</b>						
PRODUTO:	<b>BEA 19X19X39 SÓ BLOCOS - ENG° ELISANDRO / ENG° FLAVIO BARTZ</b>						
DATA DE FABRICAÇÃO:	<b>16/05/08</b>			RESISTÊNCIA:	<b>TESTE</b>		
DATA DE ENSAIO:	<b>30/05/08</b>			CLASSE:			
DATA DE EMISSÃO:	<b>19/06/08</b>			IDADE (DIAS):	<b>14</b>		
<b>RESULTADOS DOS ENSAIOS</b>							
C.P. N°	DIMENSÕES (mm)			ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA DE RUPTURA (kg)	PESO (g)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)
	Largura	Altura	Comp.				
1	190,0	190,0	390,0	74100,0	18600	18124	2,5
2	190,0	190,0	390,0	74100,0	18600	18165	2,5
3	190,0	190,0	390,0	74100,0	19400	18997	2,6
4	190,0	190,0	390,0	74100,0	22000	19984	3,0
5	190,0	190,0	390,0	74100,0	24800	19108	3,3
6	190,0	190,0	390,0	74100,0	25400	18457	3,4
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Número de blocos da amostra	<b>n = 6</b>			<b>Blocos</b>			
Resistência média	<b>f<sub>bm</sub> = 2,9</b>			<b>MPa</b>			
Desvio-padrão	<b>S<sub>d</sub> = 0,4</b>			<b>MPa</b>			
Resistência característica	<b>f<sub>bk,est</sub> = 2,4</b>			<b>MPa</b>			
0,85% da média	<b>f<sub>bk,est</sub> = 2,5</b>			<b>MPa</b>			
y <sub>6</sub> *f <sub>b1</sub>	<b>f<sub>bk,est</sub> = 2,2</b>			<b>MPa</b>			
<b>Observações:</b>					<b>Responsável Técnico:</b>		
- Método de ensaio: - Cimento: - Aditivo:							

	<b>ENSAIO À COMPRESSÃO</b>				Código: RG-LAB-07		
					Data: 28/02/08		
					Revisão: 00		
					Página: 1/1		
<b>BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA NBR 6136/06</b>							
CLIENTE:	<b>TBS SUL</b>			NÚMERO:	<b>TESTE 1 - CAREPA</b>		
LOTE:	<b>TESTE 1 - CAREPA</b>						
PRODUTO:	<b>BEA 19X19X39 SÓ BLOCOS - ENG° ELISANDRO / ENG° FLAVIO BARTZ</b>						
DATA DE FABRICAÇÃO:	<b>16/05/08</b>			RESISTÊNCIA:	<b>TESTE</b>		
DATA DE ENSAIO:	<b>13/06/08</b>			CLASSE:			
DATA DE EMISSÃO:				IDADE (DIAS):	<b>28</b>		
<b>RESULTADOS DOS ENSAIOS</b>							
C.P. N°	DIMENSÕES (mm)			ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA DE RUPTURA (kg)	PESO (g)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)
	Largura	Altura	Comp.				
1	190,0	190,0	390,0	74100,0	21000	18215	2,8
2	190,0	190,0	390,0	74100,0	21600	18099	2,9
3	190,0	190,0	390,0	74100,0	21600	18846	2,9
4	190,0	190,0	390,0	74100,0	23000	18367	3,1
5	190,0	190,0	390,0	74100,0	25200	18329	3,4
6	190,0	190,0	390,0	74100,0	25600	18471	3,5
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Número de blocos da amostra				<b>n =</b>	<b>6</b>	<b>Blocos</b>	
Resistência média				<b>f<sub>bm</sub> =</b>	<b>3,1</b>	<b>MPa</b>	
Desvio-padrão				<b>S<sub>d</sub> =</b>	<b>0,3</b>	<b>MPa</b>	
Resistência característica				<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>2,8</b>	<b>MPa</b>	
0,85% da média				<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>2,6</b>	<b>MPa</b>	
y <sub>6</sub> *f <sub>b1</sub>				<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>2,5</b>	<b>MPa</b>	
<b>Observações:</b>						<b>Responsável Técnico:</b>	
- Método de ensaio: - Cimento: - Aditivo:							

	<b>ENSAIO À COMPRESSÃO</b>				Código: RG-LAB-07		
					Data: 28/02/08		
				Revisão: 00			
				Página: 1/1			
<b>BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA NBR 6136/06</b>							
CLIENTE:	<b>TBS SUL</b>			NÚMERO:	<b>TESTE 2-CAREPA</b>		
LOTE:	<b>TESTE 2-CAREPA</b>						
PRODUTO:	<b>BEA 19X19X39 SÓ BLOCOS - ENG° ELISANDRO / ENG° FLAVIO BARTZ</b>						
DATA DE FABRICAÇÃO:	<b>16/05/08</b>			RESISTÊNCIA:	<b>TESTE</b>		
DATA DE ENSAIO:	<b>24/05/08</b>			CLASSE:			
DATA DE EMISSÃO:				IDADE (DIAS):	<b>08</b>		
<b>RESULTADOS DOS ENSAIOS</b>							
C.P. N°	DIMENSÕES (mm)			ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA DE RUPTURA (kg)	PESO (g)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)
	Largura	Altura	Comp.				
1	190,5	194,4	390,0	74295,0	31800	20857	4,3
2	190,8	192,9	390,0	74412,0	47000	20559	6,3
3	190,3	191,6	390,0	74217,0	39800	20495	5,4
4	191,1	192,4	390,0	74529,0	50200	21008	6,7
5	191,4	192,9	390,0	74646,0	36200	20539	4,8
6	190,8	192,4	390,0	74412,0	41400	20408	5,6
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Número de blocos da amostra	<b>n = 6</b>			<b>Blocos</b>			
Resistência média	<b>f<sub>bm</sub> = 5,5</b>			<b>MPa</b>			
Desvio-padrão	<b>S<sub>d</sub> = 0,9</b>			<b>MPa</b>			
Resistência característica	<b>f<sub>bk,est</sub> = 5,2</b>			<b>MPa</b>			
0,85% da média	<b>f<sub>bk,est</sub> = 4,7</b>			<b>MPa</b>			
y <sub>6</sub> *f <sub>b1</sub>	<b>f<sub>bk,est</sub> = 3,8</b>			<b>MPa</b>			
<b>Observações:</b>					<b>Responsável Técnico:</b>		
- Método de ensaio: - Cimento: - Aditivo:							

	<b>ENSAIO À COMPRESSÃO</b>				Código: RG-LAB-07		
					Data: 28/02/08		
					Revisão: 00		
					Página: 1/1		
<b>BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA NBR 6136/06</b>							
CLIENTE:	<b>TBS SUL</b>			NÚMERO:	<b>TESTE 2-CAREPA</b>		
LOTE:	<b>TESTE 2-CAREPA</b>						
PRODUTO:	<b>BEA 19X19X39 SÓ BLOCOS - ENG° ELISANDRO / ENG° FLAVIO BARTZ</b>						
DATA DE FABRICAÇÃO:	<b>16/05/08</b>			RESISTÊNCIA:	<b>TESTE</b>		
DATA DE ENSAIO:	<b>30/05/08</b>			CLASSE:			
DATA DE EMISSÃO:				IDADE (DIAS):	<b>14</b>		
<b>RESULTADOS DOS ENSAIOS</b>							
C.P. N°	DIMENSÕES (mm)			ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA DE RUPTURA (kg)	PESO (g)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)
	Largura	Altura	Comp.				
1	190,0	190,0	390,0	74100,0	33800	21468	4,6
2	190,0	190,0	390,0	74100,0	38600	20480	5,2
3	190,0	190,0	390,0	74100,0	38600	40442	5,2
4	190,0	190,0	390,0	74100,0	41400	40326	5,6
5	190,0	190,0	390,0	74100,0	43000	21007	5,8
6	190,0	190,0	390,0	74100,0	43200	20639	5,8
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Número de blocos da amostra	<b>n = 6</b>			<b>Blocos</b>			
Resistência média	<b>f<sub>bm</sub> = 5,4</b>			<b>MPa</b>			
Desvio-padrão	<b>S<sub>d</sub> = 0,5</b>			<b>MPa</b>			
Resistência característica	<b>f<sub>bk,est</sub> = 4,6</b>			<b>MPa</b>			
0,85% da média	<b>f<sub>bk,est</sub> = 4,6</b>			<b>MPa</b>			
y6*fb1	<b>f<sub>bk,est</sub> = 4,1</b>			<b>MPa</b>			
<b>Observações:</b>					<b>Responsável Técnico:</b>		
- Método de ensaio: - Cimento: - Aditivo:							

	<b>ENSAIO À COMPRESSÃO</b>				Código: RG-LAB-07		
					Data: 28/02/08		
					Revisão: 00		
					Página: 1/1		
<b>BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA NBR 6136/06</b>							
CLIENTE:	<b>TBS SUL</b>			NÚMERO:	<b>TESTE 2-CAREPA</b>		
LOTE:	<b>TESTE 2-CAREPA</b>						
PRODUTO:	<b>BEA 19X19X39 SÓ BLOCOS - ENG° ELISANDRO / ENG° FLAVIO BARTZ</b>						
DATA DE FABRICAÇÃO:	<b>16/05/08</b>			RESISTÊNCIA:	<b>TESTE</b>		
DATA DE ENSAIO:	<b>13/06/08</b>			CLASSE:			
DATA DE EMISSÃO:				IDADE (DIAS):	<b>28</b>		
<b>RESULTADOS DOS ENSAIOS</b>							
C.P. N°	DIMENSÕES (mm)			ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA DE RUPTURA (kg)	PESO (g)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)
	Largura	Altura	Comp.				
1	190,0	190,0	390,0	74100,0	33400	20949	4,5
2	190,0	190,0	390,0	74100,0	35000	21347	4,7
3	190,0	190,0	390,0	74100,0	39800	20151	5,4
4	190,0	190,0	390,0	74100,0	41200	20808	5,6
5	190,0	190,0	390,0	74100,0	41600	20663	5,6
6	190,0	190,0	390,0	74100,0	42400	21001	5,7
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Número de blocos da amostra				<b>n =</b>	<b>6</b>	<b>Blocos</b>	
Resistência média				<b>f<sub>bm</sub> =</b>	<b>5,2</b>	<b>MPa</b>	
Desvio-padrão				<b>S<sub>d</sub> =</b>	<b>0,5</b>	<b>MPa</b>	
Resistência característica				<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>3,9</b>	<b>MPa</b>	
0,85% da média				<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>4,5</b>	<b>MPa</b>	
y6*fb1				<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>4,0</b>	<b>MPa</b>	
<b>Observações:</b>					<b>Responsável Técnico:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método de ensaio:</li> <li>- Cimento:</li> <li>- Aditivo:</li> </ul>							

	<b>ENSAIO À COMPRESSÃO</b>				Código: RG-LAB-07		
					Data: 28/02/08		
				Revisão: 00			
				Página: 1/1			
<b>BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA NBR 6136/06</b>							
CLIENTE:	<b>TBS SUL</b>			NÚMERO:	<b>TESTE 3-CAREPA</b>		
LOTE:	<b>TESTE 3-CAREPA</b>						
PRODUTO:	<b>BEA 19X19X39 SÓ BLOCOS - ENG° ELISANDRO / ENG° FLAVIO BARTZ</b>						
DATA DE FABRICAÇÃO:	<b>16/05/08</b>			RESISTÊNCIA:	<b>TESTE</b>		
DATA DE ENSAIO:	<b>24/05/08</b>			CLASSE:			
DATA DE EMISSÃO:				IDADE (DIAS):	<b>08</b>		
<b>RESULTADOS DOS ENSAIOS</b>							
C.P. N°	DIMENSÕES (mm)			ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA DE RUPTURA (kg)	PESO (g)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)
	Largura	Altura	Comp.				
1	190,9	194,4	390,0	74451,0	29000	19586	3,9
2	191,5	189,1	390,0	74685,0	24600	19235	3,3
3	190,7	191,3	390,0	74373,0	27000	19490	3,6
4	190,8	191,3	390,0	74412,0	23800	19198	3,2
5	190,6	190,9	390,0	74334,0	29200	19419	3,9
6	190,8	190,0	390,0	74412,0	24400	19227	3,3
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Número de blocos da amostra		<b>n =</b>	<b>6</b>	<b>Blocos</b>			
Resistência média		<b>f<sub>bm</sub> =</b>	<b>3,5</b>	<b>MPa</b>			
Desvio-padrão		<b>S<sub>d</sub> =</b>	<b>0,3</b>	<b>MPa</b>			
Resistência característica		<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>3,6</b>	<b>MPa</b>			
0,85% da média		<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>3,0</b>	<b>MPa</b>			
y6*fb1		<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>3,5</b>	<b>MPa</b>			
<b>Observações:</b>					<b>Responsável Técnico:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método de ensaio:</li> <li>- Cimento:</li> <li>- Aditivo:</li> </ul>							

	<b>ENSAIO À COMPRESSÃO</b>					Código: RG-LAB-07	
						Data: 28/02/08	
						Revisão: 00	
						Página: 1/1	
<b>BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA NBR 6136/06</b>							
CLIENTE:	<b>TBS SUL</b>			NÚMERO:	<b>TESTE 3-CAREPA</b>		
LOTE:	<b>TESTE 3-CAREPA</b>						
PRODUTO:	<b>BEA 19X19X39 SÓ BLOCOS - ENG° ELISANDRO / ENG° FLAVIO BARTZ</b>						
DATA DE FABRICAÇÃO:	<b>16/05/08</b>			RESISTÊNCIA:	<b>TESTE</b>		
DATA DE ENSAIO:	<b>30/05/08</b>			CLASSE:			
DATA DE EMISSÃO:				IDADE (DIAS):	<b>14</b>		
<b>RESULTADOS DOS ENSAIOS</b>							
C.P. N°	DIMENSÕES (mm)			ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA DE RUPTURA (kg)	PESO (g)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)
	Largura	Altura	Comp.				
1	190,0	190,0	390,0	74100,0	23400	19194	3,2
2	190,0	190,0	390,0	74100,0	23600	19228	3,2
3	190,0	190,0	390,0	74100,0	23600	19480	3,2
4	190,0	190,0	390,0	74100,0	24400	19198	3,3
5	190,0	190,0	390,0	74100,0	28000	19512	3,8
6	190,0	190,0	390,0	74100,0	28200	19424	3,8
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Número de blocos da amostra	<b>n = 6</b>		<b>Blocos</b>				
Resistência média	<b>f<sub>bm</sub> = 3,4</b>		<b>MPa</b>				
Desvio-padrão	<b>S<sub>d</sub> = 0,3</b>		<b>MPa</b>				
Resistência característica	<b>f<sub>bk,est</sub> = 3,2</b>		<b>MPa</b>				
0,85% da média	<b>f<sub>bk,est</sub> = 2,9</b>		<b>MPa</b>				
y6*fb1	<b>f<sub>bk,est</sub> = 2,8</b>		<b>MPa</b>				
<b>Observações:</b>					<b>Responsável Técnico:</b>		
- Método de ensaio: - Cimento: - Aditivo:							

	<b>ENSAIO À COMPRESSÃO</b>				Código: RG-LAB-07		
					Data: 28/02/08		
				Revisão: 00			
				Página: 1/1			
<b>BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA NBR 6136/06</b>							
CLIENTE:	<b>TBS SUL</b>			NÚMERO:	<b>TESTE 3-CAREPA</b>		
LOTE:	<b>TESTE 3-CAREPA</b>						
PRODUTO:	<b>BEA 19X19X39 SÓ BLOCOS - ENG° ELISANDRO / ENG° FLAVIO BARTZ</b>						
DATA DE FABRICAÇÃO:	<b>16/05/08</b>			RESISTÊNCIA:	<b>TESTE</b>		
DATA DE ENSAIO:	<b>13/06/08</b>			CLASSE:			
DATA DE EMISSÃO:				IDADE (DIAS):	<b>28</b>		
<b>RESULTADOS DOS ENSAIOS</b>							
C.P. N°	DIMENSÕES (mm)			ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA DE RUPTURA (kg)	PESO (g)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)
	Largura	Altura	Comp.				
1	190,0	190,0	390,0	74100,0	19800	19247	2,7
2	190,0	190,0	390,0	74100,0	26400	19199	3,6
3	190,0	190,0	390,0	74100,0	28000	19326	3,8
4	190,0	190,0	390,0	74100,0	33200	19207	4,5
5	190,0	190,0	390,0	74100,0	34600	19417	4,7
6	190,0	190,0	390,0	74100,0	34800	19482	4,7
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Número de blocos da amostra				<b>n =</b>	<b>6</b>	<b>Blocos</b>	
Resistência média				<b>f<sub>bm</sub> =</b>	<b>4,0</b>	<b>MPa</b>	
Desvio-padrão				<b>S<sub>d</sub> =</b>	<b>0,8</b>	<b>MPa</b>	
Resistência característica				<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>2,5</b>	<b>MPa</b>	
0,85% da média				<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>3,4</b>	<b>MPa</b>	
y <sub>6</sub> *f <sub>b1</sub>				<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>2,4</b>	<b>MPa</b>	
<b>Observações:</b>					<b>Responsável Técnico:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método de ensaio:</li> <li>- Cimento:</li> <li>- Aditivo:</li> </ul>							

TBS SUL		ENSAIO DE COMPRESSÃO					
<b>BLOCO VAZADO DE CONCRETO PARA ALVENARIA</b>							
<b>NBR 6136/06</b>							
<b>CLIENTE:</b>	Univates - Teste carepa em Bloco estrutural				<b>NÚMERO:</b>	0	
<b>LOTE:</b>							
<b>PRODUTO:</b>	BEA 1945						
<b>DATA DE FABRICAÇÃO</b>	08/09/08			<b>CLASSE DE RESISTÊNCIA:</b>			
<b>DATA DE ENSAIO:</b>	14/04/09			<b>CLASSE:</b>	B		
<b>DATA DE EMISSÃO:</b>	14/04/09			<b>IDADE (DIAS):</b>	218		
RESULTADOS DOS ENSAIOS							
C.P. Nº	DIMENSÕES (mm)			ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA DE RUPTURA (N)	PESO (g)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)
	Largura	Altura	Comp.				
1	190,8	192,5	391,0	74602,8	53600	20162	7,2
2	192,0	190,8	392,0	75264,0	54000	18920	7,2
3	191,2	193,0	393,0	75141,6	56200	18800	7,5
4	192,0	191,0	392,0	75264,0	58400	19991	7,8
5	191,8	190,2	391,0	74993,8	58200	19900	7,8
6	191,5	190,8	392,0	75068,0	64800	20452	8,6
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
<b>Número de blocos da amostra</b>	<b>n =</b>	<b>6</b>	<b>Blocos</b>				
<b>Resistência média</b>	<b>f<sub>bm</sub> =</b>	<b>7,7</b>	<b>MPa</b>				
<b>Desvio-padrão</b>	<b>S<sub>d</sub> =</b>	<b>0,5</b>	<b>MPa</b>				
<b>Resistência característica</b>	<b>f<sub>bk,est</sub> =</b>	<b>6,9</b>	<b>MPa</b>				
<b>Observações:</b>						<b>Responsável Técnico:</b>	
- Método de ensaio: NBR 6136/06 - Cimento: - Aditivo:							

ANEXO B – Laudo de ensaio do cimento CP II-F-32



RELATORIO DE ENSAIOS DE CIMENTO

TIPO / CLASSE : CP II-F-32

PERÍODO : 06/08  
Estado : C/1008

Data	Químicos										Físicos				Resistência à Compressão						
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>2</sub>	Perda Fogo	CaO Livre	Resid. Insol.	Equiv. Alcal.	Exp. Quente	Tempo de Pegar (h:min)	Cons. Normal	Blaine	# 200	# 325	1 dia	3 dias	7 dias	28 dias	
1	4,12	18,54	2,58	59,85	4,33	3,05	5,30	0,78	1,07	0,80	1:00	05:30	28,0	3250	4,30	17,5	10,3	26,1	32,2	39,2	40,1
2	4,17	18,74	2,58	59,84	4,07	3,08	5,13	0,78	1,07	0,80	1:00	05:30	28,0	3250	4,30	17,5	10,3	26,1	32,2	39,2	40,1
3	4,14	18,73	2,58	59,82	4,11	2,98	5,04	1,07	1,48	0,80	1:00	05:30	28,0	3250	4,30	17,5	10,4	24,6	31,0	38,8	38,8
4	4,15	18,61	2,58	59,89	4,15	2,97	5,33	0,98	1,24	0,80	1:00	05:30	28,0	3250	4,30	17,5	10,4	24,6	31,0	38,8	38,8
5	4,14	18,65	2,58	59,81	4,10	2,91	5,06	0,98	1,24	0,80	1:00	05:30	28,0	3250	4,30	17,5	11,2	20,5	30,9	38,6	38,6
6	4,13	18,64	2,58	59,85	4,14	2,98	5,08	1,21	1,15	0,81	0:58	03:55	26,2	3510	6,70	20,10	12,4	28,6	32,1	38,5	38,5
7	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
8	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
9	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
10	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
11	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
12	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
13	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
14	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
15	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
16	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
17	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
18	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
19	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
20	4,13	18,63	2,58	59,80	4,12	2,98	5,12	1,01	1,06	0,81	0:58	03:55	26,2	3480	4,30	15,50	12,8	28,5	33,0	40,2	40,2
21	4,11	18,63	2,58	59,88	4,72	3,03	6,28	1,32	1,28	0,81	0:58	03:55	26,2	3120	4,40	19,00	11,1	25,3	31,9	40,1	40,1
22	4,12	18,63	2,58	59,88	4,61	3,04	5,11	1,26	1,34	0,81	0:58	03:55	26,2	3120	4,40	19,00	11,2	25,3	31,9	40,1	40,1
23	4,12	18,63	2,58	59,88	4,71	3,14	5,31	1,12	1,45	0,81	0:58	03:55	26,2	3120	4,40	19,00	11,5	24,7	31,4	40,2	40,2
24	4,12	18,63	2,58	59,88	4,71	3,14	5,31	1,12	1,45	0,81	0:58	03:55	26,2	3120	4,40	19,00	11,5	24,7	31,4	40,2	40,2
25	4,12	18,63	2,58	59,88	4,71	3,14	5,31	1,12	1,45	0,81	0:58	03:55	26,2	3120	4,40	19,00	11,5	24,7	31,4	40,2	40,2
26	4,11	18,62	2,58	59,85	4,75	3,18	5,16	1,21	1,08	0,81	0:58	03:55	26,2	3200	4,70	18,50	11,5	25,0	31,0	36,3	36,3
27	4,11	18,62	2,58	59,85	4,75	3,18	5,16	1,21	1,08	0,81	0:58	03:55	26,2	3200	4,70	18,50	11,5	25,0	31,0	36,3	36,3
28	4,11	18,62	2,58	59,85	4,75	3,18	5,16	1,21	1,08	0,81	0:58	03:55	26,2	3200	4,70	18,50	11,5	25,0	31,0	36,3	36,3
29	4,11	18,62	2,58	59,85	4,75	3,18	5,16	1,21	1,08	0,81	0:58	03:55	26,2	3200	4,70	18,50	11,5	25,0	31,0	36,3	36,3
30	4,10	18,81	2,58	59,81	4,72	3,10	5,19	1,07	1,54	0,80	0:58	03:55	28,0	3470	3,70	14,00	13,7	25,1	31,6	39,2	39,2
31	4,10	18,81	2,58	59,81	4,72	3,10	5,19	1,07	1,54	0,80	0:58	03:55	28,0	3470	3,70	14,00	13,7	25,1	31,6	39,2	39,2
32	4,10	18,81	2,58	59,81	4,72	3,10	5,19	1,07	1,54	0,80	0:58	03:55	28,0	3470	3,70	14,00	13,7	25,1	31,6	39,2	39,2
33	4,12	18,66	2,58	59,89	4,44	3,07	5,15	1,02	1,32	0,80	0:58	03:45	25,3	3310	4,38	14,93	11,7	25,9	32,5	40,1	40,1
Média	0,02	0,06	0,00	0,05	0,28	0,18	0,12	0,24	0,21	0,01	0,28	00:47	0,4	166,52	0,80	2,28	0,0	0,8	0,9	0,8	0,8
Sd	4,08	18,54	2,57	59,77	4,07	2,87	5,01	0,26	0,96	0,59	0,50	02:50	24,4	3,040	3,10	11,20	9,7	24,0	31,0	38,8	38,8
Min	4,17	18,81	2,09	59,89	4,81	3,21	6,43	1,49	1,77	0,61	1,00	05:45	28,0	3,590	6,70	20,10	12,9	27,2	33,8	41,8	41,8
Max	4,17	18,81	2,09	59,89	4,81	3,21	6,43	1,49	1,77	0,61	1,00	05:45	28,0	3,590	6,70	20,10	12,9	27,2	33,8	41,8	41,8

Obs.: A Norma da ABNT não prevê a determinação da Resistência à Compressão a um dia para o CP II-F-32.

A massa específica média do CP II-F-32 ITAMBE é 3,09 g/cm<sup>3</sup> (NBR 1154).

As datas do material se referem ao dia de expedição do cimento.

