



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**

**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**



**DEC**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

**Professor Orientador : Milton Bezerra das Chagas Filho**

**Aluno : Sérgio Benjamin Leite de Andrade**

**Campina Grande Julho de 2004**



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

## **APRESENTAÇÃO**

O presente relatório aborda as atividades desenvolvidas durante o estágio curricular realizado pelo estudante de Engenharia Civil, Sérgio Benjamin Leite de Andrade, sob a supervisão do professor do Departamento de Engenharia Civil do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, Milton Bezerra das Chagas Filho. As atividades executadas pelo estagiário foram desenvolvidas durante a construção do Centro de Distribuição da São Paulo Alpargatas, desde algumas etapas da fundação, montagem dos pré-moldados, execução do piso, construção do sistema de drenagem, pavimentação em paralelepípedo e a cobertura em estrutura metálica. Já havia sido feita a limpeza do terreno, a troca do solo, a terraplenagem e alguns pilares já se encontravam montados e grauteados.

O estágio foi desenvolvido no período de 12 de maio de 2004 (quarta-feira) a 18 de junho de 2004 (sexta-feira), sendo as atividades cumpridas no horário das 08:00 às 13:00 e das 14:00 às 18:00 horas de segunda a sexta-feira. Totalizando uma carga horária de 252 horas, sendo 45 horas semanais.

## ÍNDICE

<b>1.0 INTRODUÇÃO</b>	<b>05</b>
<b>2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>06</b>
<b>2.1 PASTAS</b>	<b>06</b>
<b>2.2 ARGAMASSAS</b>	<b>06</b>
<b>2.3 COMPARAÇÃO DA ARGAMASSA DE CIMENTO COM A ARGAMASSA DE CIMENTO E CAL</b>	<b>07</b>
<b>2.4 COMO PREPARAR ARGAMASSA MISTA</b>	<b>09</b>
<b>2.4.1 RECOMENDAÇÕES</b>	<b>09</b>
<b>2.4.2 PREPARAÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2.5 CONCRETOS</b>	<b>10</b>
<b>2.5.1 TIPOS DE CONCRETOS</b>	<b>10</b>
<b>2.5.2 DOSAGEM DO CONCRETO</b>	<b>11</b>
<b>2.5.3 PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO</b>	<b>12</b>
<b>2.5.4 PROPRIEDADES DO CONCRETO ENDURECIDO</b>	<b>15</b>
<b>2.5.4.1 RESISTÊNCIA DO CONCRETO</b>	<b>16</b>
<b>2.5.4.2 FATORES QUE INFLUENCIAM NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO</b>	<b>16</b>
<b>2.5.4.3 DEFORMAÇÕES DO CONCRETO</b>	<b>20</b>
<b>2.5.4.4 PERMEABILIDADE DO CONCRETO</b>	<b>21</b>
<b>2.5.4.5 DURABILIDADE DO CONCRETO</b>	<b>21</b>
<b>3.0 O ESTÁGIO</b>	<b>25</b>
<b>3.1 INFORMAÇÕES GERAIS</b>	<b>25</b>
<b>3.2 LIGAÇÕES PROVISÓRIAS</b>	<b>25</b>
<b>3.2.1 ÁGUA E ESGOTO</b>	<b>25</b>
<b>3.2.2 ENERGIA ELÉTRICA</b>	<b>26</b>
<b>3.2.3 ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS</b>	<b>26</b>
<b>3.3 INFRA-ESTRUTURA</b>	<b>26</b>
<b>3.3.1 FUNDAÇÕES</b>	<b>26</b>
<b>3.3.2 ESCAVAÇÕES</b>	<b>28</b>

<b>3.3.3 ARMADURAS DE AÇO CA-50/60</b>	<b>28</b>
<b>3.3.4 CONCRETO ESTRUTURAL DOSADO EM CENTRAL</b>	<b>28</b>
<b>3.4 SUPERESTRUTURA</b>	<b>29</b>
<b>3.4.1 PILARES</b>	<b>29</b>
<b>3.4.2 VIGAS</b>	<b>30</b>
<b>3.4.3 LAJES</b>	<b>30</b>
<b>3.4.4 PAREDES E PAINÉIS</b>	<b>31</b>
<b>3.4.5 SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM SUPERFICIAL</b>	<b>33</b>
<b>4.0 ELOGIOS E CRÍTICAS EM RELAÇÃO AO PROCESSO CONSTRUTIVO</b>	<b>34</b>
<b>5.0 COMPARAÇÕES COM O QUE FOI ESTUDADO NA UNIVERSIDADE</b>	<b>35</b>
<b>6.0 CONCLUSÕES</b>	<b>36</b>
<b>7.0 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>37</b>

### Índice de Figuras e Tabelas

<b>Figura 1 – preparo da argamassa manualmente</b>	<b>06</b>
<b>Figura 2 - Preparo da argamassa com betoneira</b>	<b>07</b>
<b>TABELA 1 - Resistência à compressão</b>	<b>19</b>
<b>TABELA 2 – Alguns detalhes da construção</b>	<b>25</b>
<b>Figura 3 - Bloco de coroamento da estrutura pré-moldada</b>	<b>27</b>
<b>Figura 4 - Pilares de concreto e pilares metálicos</b>	<b>29</b>
<b>Figura 5 - Montagem de vigas e de lajes</b>	<b>30</b>
<b>Figura 6 – Blocos de concreto</b>	<b>31</b>
<b>Figura 7 - Detalhe do nivelamento da elevação da alvenaria</b>	<b>32</b>

## **1.0 INTRODUÇÃO**

Este relatório tem como principal objetivo, descrever de forma simplificada as atividades desenvolvidas pelo aluno durante o desenvolvimento do estágio.

A princípio foi feita uma breve revisão da literatura, com assuntos que estavam sempre presentes no dia a dia da obra, para em seguida serem descritas as atividades desenvolvidas pelo estagiário.

Também constam nesse relatório os métodos que foram utilizados na execução da obra, críticas e comparações com os assuntos vistos em sala de aula, assim como as conclusões que encerram o conteúdo.

## 2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Pastas

Pasta é uma mistura de aglomerante e água. As pastas são de uso restrito em construção, não só pelo seu elevado custo como também pelos efeitos secundários que se manifestam, principalmente a retração. Usualmente são utilizados em vedações, injeções, assentamentos de azulejos e pinturas. (VASCONCELOS COSTA).

Quando a pasta adquire fluidez decorrente da adição de água, ela recebe a denominação de calda. As caldas são usadas para preenchimento de bainhas nos concretos protendidos, nos furos deixados pelos guias quando se utiliza o sistema de forma deslizante e em injeções.

As caldas de cimento e de cal são bastante usadas em pintura. Recomenda-se que seja adicionada a cola branca à mistura de forma a aumentar a aderência e, conseqüentemente a durabilidade.

### 2.2 Argamassas

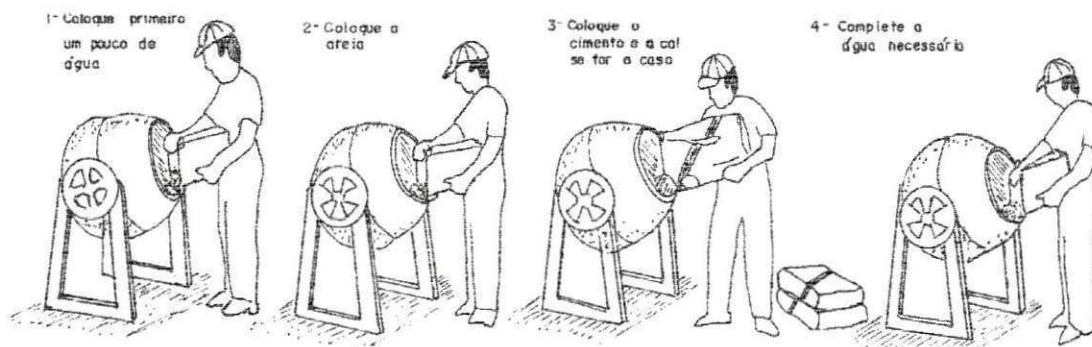


Figura 1 – preparo da argamassa manualmente

São misturas de um ou mais aglomerantes e inertes (areia, saibro, etc.) a água (eventualmente aditivos químicos). Quando se utiliza um aglomerante, têm-se as argamassas simples. Se as argamassas possuem mais de um aglomerante, elas são chamadas, mistas. (Ernesto Ripper).

Para que os grãos de inertes fiquem unidos entre si, é necessário que o ligante esteja na quantidade suficiente obtendo-se, então, uma massa de consistência plástica, que se destina ao assentamento de tijolos, pedras, cerâmicas, revestimentos, etc.

As argamassas devem apresentar : economia, poder de incorporação de areia, plasticidade, aderência, homogeneidade, compacidade, resistência à infiltração, resistência mecânica, ausência de eflorescência, estética de acabamento e durabilidade.



**Figura 2 - Preparo da argamassa com betoneira**

### **2.3 Comparação da argamassa de cimento com a argamassa de cimento e cal.**

As argamassas de cal possuem menores resistências do que as argamassas de cimento. Para aumentar as resistências das argamassas de cal, basta adicionar cimento na massa. As argamassas de cal apresentam uma expressiva economia na aplicação da massa corrida, pois apresenta um acabamento fino, muito liso e sem poros na superfície do reboco obtido. (VASCONCELOS COSTA).

As argamassas com cal hidratada são mais plásticas que as comumente usadas, principalmente quando são elaboradas com um mínimo de 24 horas de antecedência de sua aplicação. Espalham-se facilmente, após impelidas na parede. Esta característica pode ser observada pela satisfação do pedreiro ou pelo alto rendimento da mão-de-obra. (VASCONCELOS COSTA).



Em estado fresco, as argamassas com cal apresentam maior aderência do que as de cimento. O teste de aderência (prático) é bastante simples. Toma-se uma quantidade de argamassa com cal e outra com cimento, aplica-se, com o mesmo operador no teto de uma laje, em cantos diferentes. Recolhe-se no piso o que caiu, de uma e de outra, medindo os volumes. A que aderiu mais deixou cair menos. O resultado é invariável: a argamassa de cal hidratada desprende-se muito menos.

A parede previamente umedecida, favorece a retenção de água. Nos casos de argamassa mista, teremos uma cura absolutamente perfeita, pois é o fornecimento lento e gradativo de água que atende às necessidades do cimento. O cimento precisa de água durante o seu endurecimento. A cal lhe dá. A cal tem que perder sua água durante a recarbonatação. O cimento lhe toma.

#### *Ausência de Trincas.*

Comumente, as trincas em uma parede são causadas por :

1) Recalque da estrutura, onde a argamassa trinca a mais ou menos 45 graus, em relação ao piso.

2) Defeito construtivo, quando a parede não é alinhada e/ou aprumada e os rebocos, excessivamente espessos, são feitos para corrigir o prumo e o alinhamento. A argamassa cede como um todo, pois a aderência não é suficiente para suportar seu próprio peso, provocando trincas horizontalizadas.

3) Paredes não umedecidas previamente, excesso de finos (uso de massame). O uso de massame provoca fissuras em todos os sentidos, pelo forte ressecamento, dando ao revestimento péssimo aspecto, além do apodrecimento futuro. "Pelas trincas penetra água". Tais materiais aumentam de volume com água e retraem na secagem, provocando a quebra das ligações entre a areia e o aglomerante, causando a desagregação do revestimento depois de cada estação chuvosa.

Além disto, a umidade penetra por estas trincas, ao longo do tempo, e formam verdadeiros habitats de fungos e bactérias, que proliferam rapidamente, causando o mofo e o apodrecimento dos rebocos. Nesse momento, a tinta é agredida de dentro para fora, mostrando-se envelhecida precocemente.

Os sais minerais existentes no interior das argamassas dissolvidas pela água, depositam-se na superfície, em juntas de cerâmicas, azulejos e pedras. Este fenômeno, chamado eflorescência, é devido ao uso de materiais naturais (como o massame) muitas vezes ricos em sal. (VASCONCELOS COSTA).

Existem muitas críticas com relação ao uso das argamassas confeccionadas com cal, algumas delas são :

- ✓ Cuidado com as mãos dos pedreiros
- ✓ Preparação com 24 horas de antecedência
- ✓ Cura lenta.

A cal em contato com a pele pode provocar irritações e ferimentos. Durante o assentamento dos tijolos, a aplicação da argamassa e o acabamento do reboco, deve-se usar, como medida preventiva o óleo vegetal nas mãos e braços, bem como protegê-las com luvas.

Em obras mal programadas, pode causar algum transtorno o fato de ser necessária à elaboração da argamassa com antecedência mínima de 24 horas. Entretanto, tal inconveniente pode se transformar em vantagem, na medida em que o construtor apresente as eventuais ociosidades de operários, colocando-os a preparar argamassa para toda obra.

As argamassas de cal têm cura lenta. No entanto, pode-se alterar este tempo de cura, com adição de cimento.

## **2.4 Como preparar a argamassa mista**

### **2.4.1 Recomendações**

- 1) Escolher sempre areia lavada de boa qualidade, isenta de matérias orgânicas (fina, média ou grossa, conforme o acabamento desejado). Areia comum e saibros são verdadeiros venenos para a construção.
- 2) Escolher uma boa cal hidratada.
- 3) Escolher o traço na proporção correta.

## **2.4.2) Preparação**

Iniciar a preparação com a antecedência mínima de 24 horas da aplicação.

Misturar cal e água na betoneira, Após estar bem dissolvida, adicionar a areia, misturar novamente e deixar em repouso. Manualmente, misturar cal e areia, depois adicionar água.

Após o período de curtimento, para iniciar aplicação, umedecer a argamassa, que estará um pouco ressecada pelo repouso, até o ponto de trabalho (pastosa sem escorrer). Quando o período de repouso for prolongado (acima de 5 dias ou em função das condições climáticas) espargir com freqüência um pouco de água no monte de argamassa, para mantê-la ligeiramente umedecida.

Quando se desejar a argamassa mista, o cimento deverá ser adicionado, somente, no momento da aplicação.

Umedecer o tijolo.

Chapiscar tetos, colunas, vigas, etc.

Sarrafeiar depois de um tempo de aplicação maior em relação às outras argamassas, pois as ricas em cal adquirem o "ponto de sarrafeamento" um pouco mais tarde.

Para assentar azulejos ou cerâmicas, esperar o emboço curar.

Esperar o reboco curar para pintar ou emassar (30 dias).

## **2.5 Concretos**

### **2.5.1 Tipos de concretos**

Concreto simples – constituídos de água, cimento, agregado miúdo e agregados(s) graúdo(s) e eventualmente aditivos químicos.

Concreto Armado – concreto simples mais armaduras de ferro.

Concreto Ciclópico – concreto simples mais adição de pedra de mão/rachão (em tomo de 60%).

Concreto Magro – concreto simples com consumo da ordem de  $200\text{kg/m}^3$ .

Obs. Os concretos simples e armados possuem consumo de cimento superior a  $200\text{kg/m}^3$ .

Concreto Massa – concreto simples onde o consumo é inferior a  $200\text{kg/m}^3$ . (Ex. concretos rolados ou compactados – barragens, chegando a  $50\text{kgm}^3$ ).

Concreto leve e pesado – concretos onde os agregados graúdos utilizados apresentam massas unitárias inferiores a  $1\text{g/cm}^3$  e superiores a  $2\text{g/cm}^3$ , respectivamente.

Concreto Aparente – onde a aparência, além da resistência é importante. Consumo de cimento superior a  $350\text{kg/m}^3$ .

Concreto Usinado – concreto cuja presença de aditivo dos tipos plastificantes e retardadores de pega são imprescindíveis.

Concreto Usinado-Bombeado – onde a consistência deve ser baixa. Uso de aditivos plastificantes e retardadores de pega. (VASCONCELOS COSTA).

### **2.5.2 Dosagem do concreto**

Dosar um concreto é determinar as quantidades de cimento, agregado miúdo, graúdo(s), água e eventualmente aditivos, e expressar em relação ao cimento, tomado como unidade. O resultado da dosagem é denominado de traço. (VASCONCELOS COSTA).

Quando o traço é expresso em relação ao kg de cimento, este traço é denominado traço unitário, ou seja:

1 = 1 kg de cimento

a = "a" kg de agregado miúdo

p = "p" kg de agregado graúdo

Os traços de concreto (também são válidos para as argamassas) podem ser expressos de diferentes formas. Eles podem ser expressos em massa, em

volume ou de forma mista, podem também ser expressos em relação ao consumo de cimento por  $m^3$  de concreto (C em  $kg/m^3$ ).

### **2.5.3 Propriedades do concreto fresco**

O concreto fresco é aquele que ainda se encontra na fase de trabalho, ou seja, podendo ele ser transportado, lançado e adensado. Juntando-se a estas, o preparo do concreto, tem-se o que se denomina de "produção do concreto".(VASCONCELOS COSTA).

É bom lembrar que a boa qualidade de um concreto endurecido depende do concreto fresco, ou seja, se o concreto fresco é de boa qualidade o resultado final é um concreto endurecido também de boa qualidade, desde que as operações de preparo, transporte, lançamento, adensamento e cura, sejam realizadas corretamente.

É muito comum se pensar que um concreto bem dosado trará como consequência um concreto endurecido de boa qualidade. É puro engano! Erros na mistura, transporte, lançamento e adensamento podem prejudicar muito o resultado final.

A principal propriedade do concreto fresco é a sua trabalhabilidade. Apesar de ser a principal propriedade do concreto fresco, a trabalhabilidade não pode ser definida, pois depende de "n" fatores que podem alterar esta importante propriedade, desde a produção até o conceito subjetivo. Um determinado concreto pode ser trabalhável para certa estrutura, e não para outra; um concreto utilizado em pré-moldados é trabalhável para esta situação. No entanto se este concreto for aplicado, por exemplo, em uma viga de um edifício ele deixa de ser trabalhável.

Como se observa, a trabalhabilidade não é uma propriedade intrínseca do concreto pois se deve levar em consideração os métodos de produção, tipos de construção, etc. A noção de trabalhabilidade é, portanto, muito mais subjetiva do que física. Assim, quando o concreto fresco apresenta características consistência e dimensões máximas do agregado compatíveis ao tipo de obra a que se destina (dimensões das peças, afastamento e distribuição das barras das

armaduras) e aos métodos de lançamentos, de adensamentos e de acabamentos, que vão ser adotados não apresentando segregação ou exudação, podendo ser adequadamente compactado e envolve totalmente as armaduras, diz-se que ele é trabalhável.

Um concreto que se apresenta homogêneo desde a sua confecção (mistura) até o seu adensamento nas formas (etapa final da produção) é denominado trabalhável.

A exudação e a segregação são bastante nocivas ao concreto endurecido.

Exudação – é uma forma particular de segregação em que a água da mistura percola à superfície do concreto após o seu adensamento. Ocorrendo a exudação, a água que sobe a superfície leva consigo grãos de cimento (os mais finos) acarretando:

- 1) Enfraquecimento da resistência do concreto no interior da massa.
- 2) Redução da aderência, pasta-agregado.
- 3) O topo da camada pode se apresentar de baixa resistência se a água é impedida de evaporar.
- 4) Se houver nova camada de concreto sobre esta, a aderência será prejudicada, devido à formação de uma junta-fria;
- 5) Aumento da porosidade.
- 6) Aumento da permeabilidade.
- 7) Redução da durabilidade.

Segregação – é a separação do gráudo da argamassa. A segregação no concreto ocorre por diversos fatores :

- 1) Lançamento do concreto a alturas de quedas superiores a 2,00m.
- 2) Uso de concreto seco.
- 3) Transportes e lançamentos inadequados.
- 4) Concreto mal dosados, com excesso de gráudos.

Vários fatores afetam a trabalhabilidade do concreto, ou através de sua consistência ou através das condições de projeto.

Fatores que afetam a trabalhabilidade do concreto :

- 1) Fator água/cimento – “imagina-se que aumentando o valor do  $f_{a/c}$ , melhora-se a trabalhabilidade”. Puro engano! Quando o fator água/cimento é elevado (concreto fluido) a exudação é grande e, ocorrendo a exudação, conseqüentemente o concreto deixa de ser homogêneo portanto, não trabalhável.
- 2) Tipo de cimento – concreto trabalhável para certo cimento pode não ser para outro. Esta é a razão de definido a dosagem, não mudar o tipo de cimento. Caso queira empregar/utilizar outro tipo de cimento, deve-se proceder novo estudo de dosagem.
- 3) Finura do cimento – cimentos mais finos apresentam melhor trabalhabilidade pelo aumento da plasticidade.
- 4) Forma dos grãos dos agregados - agregados arredondados (seixos) fornecem maior mobilidade à massa do que os concretos fabricados com britas (forma angular).
- 5) Tempo – sabe-se que quanto mais longo o tempo após o preparo do concreto, menor será sua plasticidade.
- 6) Temperatura – valores altos, aumenta a consistência do concreto. Recomenda-se trabalhar o concreto com temperaturas da ordem de 32°C.
- 7) Absorção dos agregados – grandes absorções alteram a consistência.
- 8) Aditivos dos tipos plastificantes e fluidificantes, aumentam a mobilidade da massa.
- 9) Proporção, cimento/agregados – denominado traço, tem grande influência na trabalhabilidade. Consumo alto de cimento pode acarretar um concreto com alta coesão e, conseqüentemente, sem mobilidade. Teores superiores a 400kg/m<sup>3</sup> acarretam concreto não trabalhável.

10) Produção do concreto – envolve, a mistura, transporte, lançamento e adensamento.

11) Dimensões da peças – A NBR 6118 estabelece que a dimensão máxima do agregado, considerando em sua totalidade, deverá:

- a) Ser menor que  $\frac{1}{4}$  da menor dimensão entre faces das formas;
- b) Menor que  $\frac{1}{3}$  da altura das lajes.
- c) Ainda é estabelecido, em relação às armaduras, que o espaço livre entre duas barras de armadura não deve ser menor que: 1,2 vezes a dimensão máxima do agregado, nas armaduras horizontais, e 0,5 vezes à mesma dimensão, no plano vertical.

O ensaio que avalia a consistência dos concretos é o ensaio de abatimento também conhecido como Slump Test. Este ensaio é normalizado através da NBR 7223 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

O ensaio consiste, num molde de chapa metálica com forma de tronco de cone, de 20cm de diâmetro na base e 10cm no topo e 30cm de altura, apoiado numa superfície plana e rígida, molda-se o concreto em três camadas iguais, adensada cada uma com 25 golpes, por uma barra de aço de 16mm de diâmetro e 60cm, de comprimento. Em seguida, o molde é retirado verticalmente, deixando-se o concreto sem suporte lateral, atuando a força da gravidade, e nesta condição a massa abate. “O abatimento ou Slump”, corresponde à diferença entre os 30cm e a altura após a remoção do molde, expresso em cm ou mm. (VASCONCELOS COSTA).

#### **2.5.4 Propriedades do concreto endurecido**

As principais propriedades do concreto endurecido são:

Resistência mecânica, permeabilidade, durabilidade e deformação.

Entre as principais propriedades do concreto endurecido destaca-se a resistência mecânica visto que, na maioria dos casos as demais propriedades



estão ligadas a ela. No entanto quando o concreto for ficar em contato com agentes agressivos a propriedade “durabilidade” torna-se mais importante.

#### **2.5.4.1 Resistência do concreto**

No projeto de estruturas a resistência à compressão é fundamental.

No projeto de pavimentos deve-se levar também em consideração a “tração” do concreto, obtida através da resistência à flexão ou através da compressão diametral.

A resistência à tração de um concreto pode ser também determinada através de relações empíricas entre os valores da resistência à compressão e à tração.

A resistência à compressão é determinada através de corpos de prova cilíndricos de 15cm de diâmetro por 30cm de altura. A moldagem e ruptura dos corpos de prova (CP) são realizadas conforme as NBR 5732 e NBR 5739, da ABNT.

O valor da tensão de ruptura à compressão é dado pela expressão :

$$f_c = P/S \text{ onde:}$$

P – valor da carga de ruptura (carga máxima lida/indicada no ponteiro do equipamento);

S – área da seção transversal do corpo de prova.

#### **2.5.4.2) Fatores que influenciam na resistência do concreto**

##### *Relação água/cimento*

A resistência do concreto é determinada, basicamente, pela resistência da pasta e pela resistência de ligação pasta-agregado. Particularmente, quando se trata da resistência à compressão, a resistência da pasta é o principal fator. A porosidade da pasta influencia muito na resistência e esta depende da relação água/cimento e do grau de hidratação. Assim, para um mesmo grau de hidratação, a resistência da pasta depende unicamente da relação água/cimento. Assim,

desprezando-se as demais influências, as variações da resistência do concreto são devidos aos valores da relação água/cimento. (VASCONCELOS COSTA).

A água utilizada na confecção do concreto tem duas funções: hidratar os grãos de cimento e dar mobilidade à massa.

#### *Tipo e Teor de Cimento*

O componente que também influi nas propriedades do concreto é o cimento. Sua finura e composição química são fatores atuantes no endurecimento e na aquisição de resistência da pasta. (VASCONCELOS COSTA).

Os grãos mais finos são os primeiros a hidratar-se e, portanto, os que mais contribuem para as resistências iniciais.

Quanto à composição química, a influência provém do fato dos compostos do cimento se hidratarem a diferentes velocidades. O  $C_3A$  e o  $C_4AF$  se hidratam primeiro, praticamente, para aquisição de resistência mecânica. O  $C_3S$  segue-os com a diferença de que os seus produtos contribuem eficazmente para a resistência. Finalmente, o  $C_2S$  também contribui para a resistência, de um modo muito lento. (VASCONCELOS COSTA).

O aumento do consumo de cimento traduz aumento na resistência mecânica desde que este aumento não provoque falta de trabalhabilidade. Normalmente consumos superiores a  $400\text{kg/m}^3$ , fornecem concretos não trabalháveis, ou seja, concretos bastante coesos e conseqüentemente não adensáveis.

#### *Qualidade da água*

A qualidade de água não pode deixar de ser considerada como fator de variação na resistência do concreto, as impurezas da água podem interferir na pega do cimento e na resistência do concreto.

A água salobra contém cloretos e sulfatos, os limites considerados seguros para essas águas são de 500ppm para os cloretos e 1.000ppm para  $\text{SO}_3$ .

Quanto à presença de substâncias orgânicas, deve-se ter particular cuidado como o ácido húmico que afeta o endurecimento do concreto.

As águas naturais apresentam raramente pH inferior a 4,0, caracterizando acidez, assim, esta acidez é rapidamente neutralizada pelo cimento. Já a alcalinidade alta pode apresentar, além das alterações do tempo de pega, reduções dos valores das tensões finais do concreto. Recomenda-se, para a água de amassamento, um pH situado entre 5,0 e 8,0. (VASCONCELOS COSTA).

#### *Aderência pasta-agregado*

A aderência da pasta ao agregado é devido a fenômenos mecânicos e físicos e, em alguns casos, químicos. Quanto ao agregado, pode-se dizer que a aderência é função:

Da textura superficial e da composição química das partículas.

Uma superfície mais rugosa possibilita melhor aderência. Concretos feitos com pedra britada revelam melhor aderência que os preparados com o seixo rolado, principalmente nos concretos resistentes ( $f_{a/c} = 0,40$ ). No entanto, praticamente anula-se para a relação água/cimento igual a 0,65. Com o aumento da aderência ocorre também aumento da resistência à compressão e à flexão. (VASCONCELOS COSTA).

#### *Influência da idade*

A resistência mecânica de um concreto aumenta com a idade. De um modo geral, a relação em R7 e R28 varia entre 25% a 50%. (VASCONCELOS COSTA).

Resultados dos trabalhos desenvolvidos pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) mostraram, para o cimento CP-320, os valores obtidos para a resistência à compressão.

Idade (dias)	Resistência (%)
3	0,51
7	0,73
28	1,00
60	1,11
90	1,19

TABELA 1 (Resistência à compressão)

### *Influências das condições de cura*

Cura é o nome dado aos procedimentos utilizados para favorecer a hidratação do cimento e consiste no controle da temperatura e do movimento da água, de dentro para fora ou de fora para dentro do concreto. Assim, a função da cura é mantê-lo saturado ou mais próximo possível da saturação, até que o espaço cheio de água da pasta de cimento tenha sido preenchido pelos produtos de hidratação do cimento. (VASCONCELOS COSTA).

### *Influência da temperatura*

A resistência do concreto depende também da temperatura e é função da somatória do produto desses fatores:  $f_c = f(\sum \varnothing \cdot t)$ , onde:

$\varnothing$  = temperatura

t = tempo

Esta expressão é denominada de maturidade. A maturidade pode ser expressa em graus centígrados hora ou graus centígrados dias.

Desde que o aumento de temperatura do concreto, durante a cura, resulta num aumento mais rápido de sua resistência, este aumento pode ser obtido curando o concreto pelo vapor. Quando o vapor está à pressão atmosférica, isto é, a temperatura está abaixo de 100°, o processo pode ser considerado como um caso especial de cura rápida. A cura a vapor tem sido usada com sucesso, principalmente nos concretos com fatores água/cimento baixos, em torno de 0,40. Este processo é usado na obtenção de pré-fabricados quando se deseja obter

resistência inicial alta. Pode-se obter resistência em 48 horas equivalente à obtida aos 28 dias. Os cimentos ricos em  $C_3S$  são mais sensíveis a este processo de cura. (BAUER)

#### **2.5.4.3 Deformações do concreto**

As variações de volume do concreto são devidas a diferentes causas:

- Higrométricas, provocadas pela variação do teor de água.
- Químicas, provocadas pelas reações.
- Térmicas, provocadas pela temperatura.
- Mecânicas, provocadas pelas cargas aplicadas.

##### **Retração plástica**

As primeiras manifestações de retração verificam-se antes da pega, e é resultante do assentamento dos materiais que compõem o concreto e evaporação da água pela superfície. Chama-se plástica porque ocorre quando o concreto se encontra em estado plástico. O fato é que, em um pequeno espaço de tempo, entre 10 e 20 minutos, após o adensamento, observa-se o início da fissuração.

##### **Retração Hidráulica**

É resultante da retração da pasta de cimento já endurecida que, então, exerce tensões sobre o agregado, devido às modificações de volume da pasta resultante da perda de água.

Os fatores que influenciam na retração hidráulica são:

Finura do cimento, concentração de agregados, relação água/cimento, condições de cura e dimensões da peça.

Como a retração ocorre somente na pasta, quanto menor o seu teor e conseqüentemente maior concentração de agregado, menor será a retração do concreto.

Com relação à influência da relação água/cimento, quanto maior o seu valor, maior será, evidentemente, a retração.

As condições de cura são de grande importância para obtenção de um concreto de boa qualidade e afeta sensivelmente a retração hidráulica desse material.

#### **2.5.4.4 Permeabilidade do concreto**

O concreto é um material permeável por natureza. Tanto a pasta de cimento como o agregado contém poros e, além disso, o concreto pode conter vazios por defeitos da compactação e adensamento.

A permeabilidade do concreto, além de sua influência na durabilidade, tem muita importância em relação à manutenção dos níveis d'água nos reservatórios e à pressão hidrostática das barragens.

Para pastas do mesmo grau de hidratação, a permeabilidade é tanto mais baixa quanto maior o teor de cimento e quanto menor a relação água/cimento.

Quanto maior a resistência da pasta de cimento, que é função do volume de gel, menor a permeabilidade. No entanto, vale observar que a secagem prematura (retração hidráulica) determina a ruptura entre os capilares, abre mais caminho para a passagem da água. A retração por perda de água, pode determinar o deslocamento do agregado da pasta, facilitando a passagem da água. (VASCONCELOS COSTA).

#### **2.5.4.5) Durabilidade do concreto**

Uma das condições exigidas do concreto endurecido é a durabilidade, por um determinado número de anos. Não adianta utilizar um concreto de alta

resistência que, quando posto em serviço, venha apresentar defeitos graves que acabariam reduzindo sua resistência, podendo, inclusive, levá-lo a ruptura.

A deterioração do concreto resulta quase sempre de ações mecânicas, físicas e químicas. A importância dos danos produzidos por esses agentes depende, em grande parte, da qualidade do concreto, embora não se possa dizer que um ótimo concreto, sob condições extremas, não venha a se deteriorar gravemente.

Entre as causas internas, destacam-se a permeabilidade do concreto e a reação álcali-agregado.

A deterioração do concreto armado por corrosão, manifesta-se por um gradual decréscimo de resistência, aumento de volume, aumento de permeabilidade e por fim aparecimento de fissuras visíveis.

A maioria dos sulfatos ataca severamente a pasta endurecida do concreto. Uma exceção é o sulfato de bário que é praticamente insolúvel na água e além disso não é agressivo.

Os sulfatos reagem com hidróxido de cálcio livre e o aluminato de cálcio hidratado. As reações envolvem aumento de volume dos sólidos e causam a expansão. Esta por sua vez, promove fissuração que, sob exposição contínua e severa, pode resultar na total deterioração da pasta endurecida. O ataque pelos sulfatos pode ser considerável, até mesmo para concentrações de  $\text{SO}_3$ , baixos, como 500mg/litro.

O sulfato de magnésio é muito mais agressivo que o de cálcio.

A susceptibilidade do Cimento Portland aos sulfatos depende, consideravelmente, do seu teor de aluminato tricálcico ( $\text{C}_3\text{A}$ ), e o uso de cimento com baixo teor de  $\text{C}_3\text{A}$ , melhora a resistência do concreto ao ataque pelos sulfatos.

Deve ser dada atenção especial a relação água/cimento a ser usada num concreto a ser executado em ambiente agressivo. Ela deve ser a mais baixa possível. A melhoria da resistência no ataque dos sulfatos é obtida, também, pela adição de pozolana ou eventualmente, a substituição do cimento por esse material ou, pelo uso do cimento pozolânico.

O American Concrete Institute (ACI) recomenda que para estrutura exposta à ação da água do mar, ou sulfatada, a relação água/cimento não ultrapasse 0,40, para as peças delgadas e com menos de 2,5cm de recobrimento da armadura, e 0,45 para outras estruturas. No caso de se utilizar cimentos resistentes aos sulfatos, as relações água/cimento permissíveis passa a ser 0,45 e 0,50, respectivamente.

A erosão da superfície do concreto pode ocorrer de diversas maneiras:

- 1) Por abrasão nos pisos de concreto, provocada pelo tráfego de pedestres, tráfego leve e deslizamento de objetos.
- 2) Por abrasão e percussão, provocadas pelo tráfego nas rodovias por veículos.
- 3) Por abrasão, nas estruturas submersas, devido ao deslocamento de partículas sólidas pela água em movimento.
- 4) Por percussão, nas estruturas hidráulicas, devido ao gradiente hidráulico muito alto, causando a chamada erosão por cavitação. A cavitação ocorre em canais abertos em que a velocidade de deslocamento da água excede 12m/s e em condutos fechados a 8m/s.

Os concretos a serem utilizados em superfícies sujeitas à erosão por abrasão devem ser compactos, baixos teores de  $f_{a/c}$ , utilizam aditivos e apresentam baixa exudação. Além dessas exigências, as superfícies dos concretos sujeitos à cavitação, devem ser muito lisas.

A durabilidade do concreto pode ser definida como sendo a sua capacidade de resistir à ação do tempo, aos ataques químicos, abrasão ou qualquer outra ação de deterioração. A durabilidade depende, portanto, do tipo de ataque, físico ou químico, a que o concreto será submetido, devendo ser analisados criteriosamente antes da escolha dos materiais e da dosagem do concreto. No que concerne a abrasão ou erosão, a durabilidade estará diretamente ligada à resistência do concreto.



Os concretos de cimentos com altos teores de aluminato tricálcico ( $C_3A$ ), que é o composto de cimento mais vulnerável ao ataque por sulfatos, e com baixa relação  $a/c$ , são capazes de resistir por mais de 60 anos à ação do mar. Os cimentos mais adequados, neste caso, são os de moderada resistência aos sulfatos (MRS) e os cimentos de alto-forno (AF) bem como os cimentos pozolânicos.

## 3.0 – O ESTÁGIO

### 3.1 Informações gerais

O projeto arquitetônico e os projetos complementares (estrutural, hidráulico, elétrico, de fundações) foram desenvolvidos Pela ORBI para a INPAR (Incorporações e Participações LTDA). A obra esta sendo executada pela REAGO INDÚSTRIA E COMÉRCIO S.A .

Na construção almeja-se um melhor aproveitamento da tecnologia disponível. Essa tecnologia, a partir do detalhamento construtivo, garante tanto o menor custo inicial, quanto o menor custo operacional, compatível com as atividades que serão desenvolvidas pelo Centro de Distribuição Alpargatas .

Na tabela 2 é mostrado o quadro de áreas do terreno onde está sendo executada a construção.

Área do terreno	17.430 m <sup>2</sup>
Área construída	10.633 m <sup>2</sup>
Pé direito galpão do CD	12.11m a 14.25m
Docas de Expedição	12
Início da obra	05/01/2004

TABELA 2 (ALGUNS DETALHES DA CONSTRUÇÃO)

### 3.2 Ligações Provisórias

#### 3.2.1 Água e Esgoto

A ligação provisória de água para abastecimento do sanitário e das instalações da obra além da captação do esgoto do sanitário foram feitas de modo a garantir a capacidade necessária para atender a demanda da obra.

Tendo a obra como necessidade uma caixa de 15.000 litros de água permanentemente “cheia” durante todo o período da obra.

### **3.2.2 Energia Elétrica**

A ligação provisória para funcionamento do canteiro de obras foi feita conforme as exigências da concessionária local. Os pontos de alimentação de energia foram disponibilizados com a capacidade necessária para atender a demanda da obra. A potência total prevista é de 120 KW , com demanda instalada prevista em 95 kVA. Tendo a obra como necessidade um padrão trifásico provisório durante todo o período da construção.

### **3.2.3 Organização do canteiro de obras**

O portão e a guarita foram feitos de acordo com o projeto para o acesso de pessoas, veículos e materiais. A marcação e a construção do escritório, o almoxarifado, a sala para ferramentas, a cozinha, a sala para armazenamento do cimento, a sala do mestre e a sala do engenheiro de segurança, tiveram sua marcação e construção antes do início da obra, o alojamento para os operários foi marcado e sua construção iniciada na semana seguinte. Foram executadas também as instalações provisórias de eletricidade e água.

As construções citadas anteriormente são todas de alvenaria de ½ vez à espelho, com tijolos cerâmicos de 8 (oito) furos, cobertos com telhas de fibrocimento.

## **3.3 Infra-Estrutura**

### **3.3.1 Fundações**

As fundações foram executadas em tubulões a céu aberto conforme o projeto. Sobre os tubulões foram executados blocos de coroamento para recebimento da estrutura pré-fabricada de concreto.

As reações para o dimensionamento das fundações foram estimadas e somente confirmadas após a conclusão dos projetos executivos da estrutura pré-fabricada e cobertura metálica.

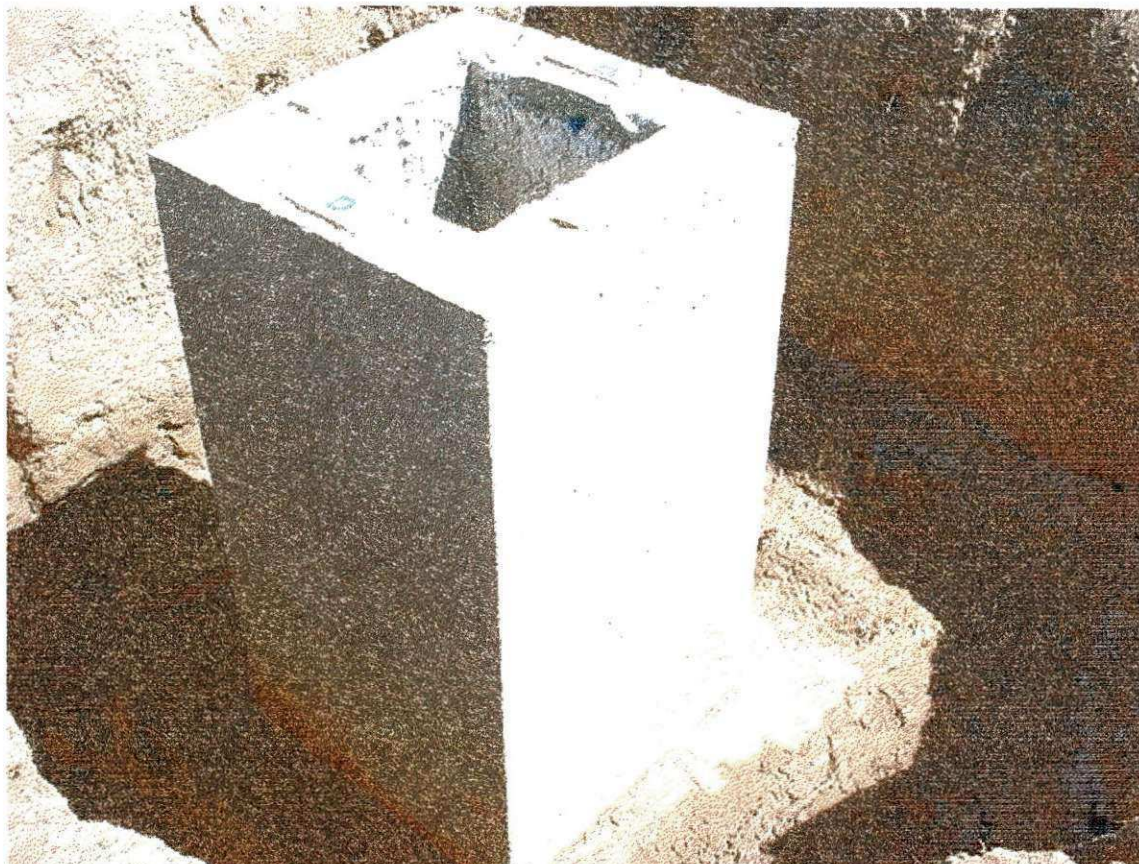


Figura 3(Bloco de coroamento da estrutura pré-moldada)

A princípio foram executados os tubulões em seguida foi feito o bloco de regularização e logo após o bloco de coroamento. Durante a execução do bloco de regularização, a caixa de madeira, que havia sido montada pelos carpinteiros, não resistiu ao peso do concreto e abriu. O problema foi resolvido e a concretagem seguiu sem maiores problemas.

O laudo técnico das fundações foi elaborado a partir de um relatório de análise de solo elaborado pela ATECEL (ASSOCIAÇÃO TÉCNICO CIENTÍFICA ERNESTO LUIZ OLIVEIRA JÚNIOR) e pela avaliação técnica, in loco, feita pelo engº Kenan da Contag engenharia, responsável pelo projeto de fundações.

### **3.3.2 Escavações**

Escavação manual de vala com profundidade até 2 metros.

A escavação da vala e a retirada do material foi executada manualmente obedecendo aos critérios de segurança recomendados. O escoramento da escavação foi executado com tábuas de 4 a 5 cm de espessura e estroncas de madeira com seções dimensionadas para suportar os esforços.

O apiloamento do fundo de vala foi feito com maco de 30 kg. Houve uma preparação no fundo da vala com uma camada de concreto magro, fck 7MPa.

### **3.3.3 Armadura de aço CA-50/60**

Todos os ferros foram estendidos, estirados e alinhados. Em seguida, cortados e dobrados a frio conforme os desenhos do projeto estrutural.

A armação foi executada sobre as próprias fôrmas no caso de vigas, pilares e lajes usando-se afastadores adequados. A fixação entre as barras foi feita utilizando-se arame recozido nº 18. Os ferros estavam bem amarrados mantendo-se os espaçamentos e as posições previstas no projeto estrutural.

### **3.3.4 Concreto estrutural dosado em central**

Foram seguidas as normas: NBR 7223 – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone / NBR 12655 – Preparo, controle e recebimento do concreto / NBR 5738 – Moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto cilíndricos ou prismáticos.

A umidade dos agregados era determinada freqüentemente para corrigir a massa a ser pesada e utilizada. A água de amassamento era medida em massa ou em volume, com dispositivo dosador, e corrigida a sua quantidade em função da umidade dos agregados.

O amassamento do concreto foi feito através de caminhões betoneira, utilizando sempre o fck determinado no projeto estrutural.

O lançamento e a aplicação de concreto foi feito imediatamente após o amassamento, respeitando sempre a altura máxima para evitar a segregação das partículas e a incrustação de argamassa nas paredes das formas e nas armaduras.

### 3.4 Superestrutura

#### 3.4.1 Pilares :



Figura 4 (Pilares de concreto e pilares metálicos)

Pilares em concreto armado, fck 30MPa , aço CA-50A e CA-60, pré-moldados no canteiro.

Os pilares internos que recebem a estrutura metálica da cobertura são dotados de chumbadores e insertos metálicos de aço SAC 41 para recebimento e ligação da mesma.

Os pilares de concreto eram executados em cima de bases colocadas no solo. A ferragem era conferida e colocada dentro das formas, com os espaçadores, em seguida era feita a concretagem. Após o tempo de cura do concreto, os pilares eram erguidos por guinchos, que os encaixavam nos blocos de coroamento para serem grauteados.

### 3.4.2 Vigas

Vigas em concreto armado , fck 30MPa , aço CA-50A e CA-60, pré-moldadas no canteiro.

O processo de execução das vigas era o mesmo dos pilares.

Após a execução, as vigas pré-moldadas eram erguidas por guincho e encaixadas nos pilares.



Figura 5 (Montagem de vigas e de lajes)

### 3.4.3 Lajes

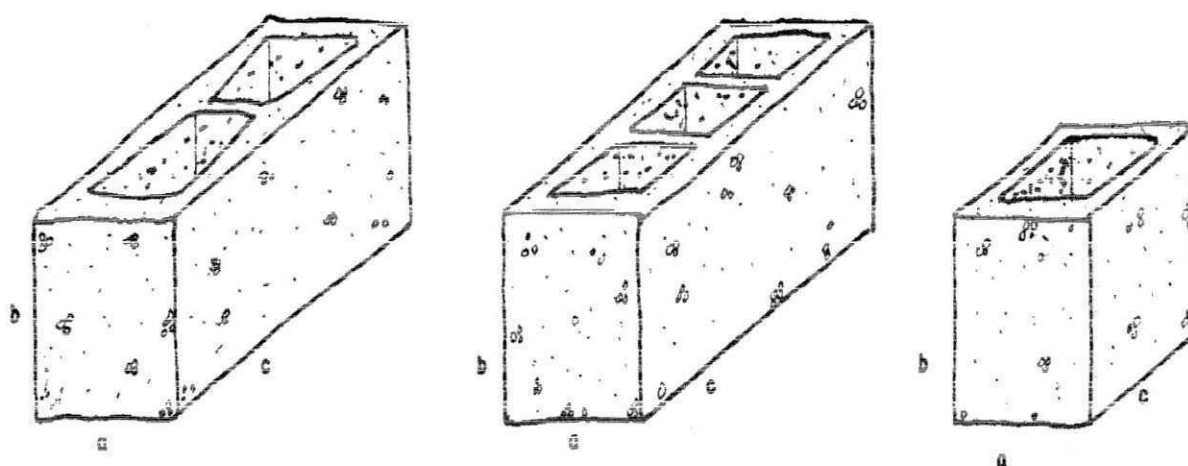
Lajes em concreto armado , fck 30MPa , aço CA-50A e CA-60, pré-moldadas no canteiro.

Quando a estrutura de pilares e vigas estava pronta, as lajes eram erguidas por guincho e colocadas no seu devido lugar.

Logo após a montagem da estrutura foi feito o rejuntamento da laje e em seguida foi armada uma malha com ferro de 8mm, a cada 20cm, para evitar que

ocorram fissuras nos pontos críticos que ficam ao redor dos pilares. O fechamento da laje foi feito com uma camada de concreto de aproximadamente 4cm, que foi bombeado do caminhão para a laje. Ao mesmo tempo em que o concreto era bombeado os serventes faziam o sarrafeamento para dar o acabamento.

#### 3.4.4 Paredes e painéis

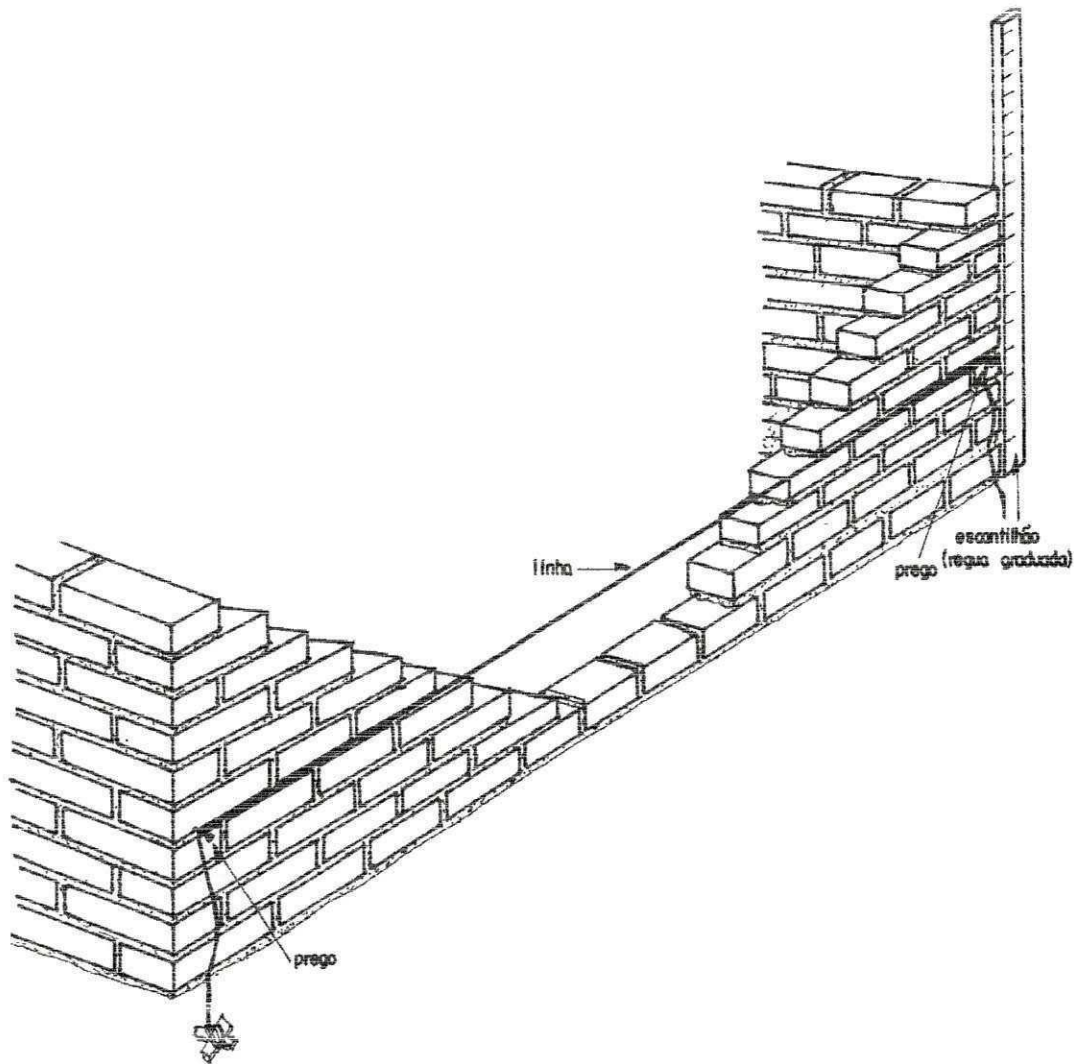


**Figura 6 – Blocos de concreto**

Alvenaria em blocos de concreto aparente com dimensões 14x19x39cm para receber pintura em ambas as faces, assentados com argamassa mista de cimento, cal e areia no traço 1:2:8 ou argamassa pronta com traço equivalente. As juntas entre os blocos são uniformes com a espessura de 10mm, determinada em função da granulometria da argamassa.

Na primeira fiada de blocos foi feita a marcação das paredes usando duas linhas de nylon que serviram para regularizar a altura e para evitar que os blocos ficassem inclinados para os lados. Da segunda fiada em diante usou-se apenas uma linha.





**Figura 7 - Detalhe do nivelamento da elevação da alvenaria**

Para fazer a ligação entre as paredes e os pilares foi utilizado o ferro cabelo que era colocado de duas em duas fiadas.

O sistema do ferro cabelo consiste em colocar ferros, de 40cm de comprimento e 8mm de diâmetro, ancorados nos pilares e apoiados em cima dos blocos, fazendo com que haja uma ligação entre as paredes e os pilares. Esse sistema de ligação foi visto em sala de aula na disciplina Construção de Edifícios do curso de engenharia civil e também é mostrado no livro prática das pequenas construções de Alberto de Campos Borges.

### **3.4.5 Sistema de águas pluviais e drenagem superficial**

Na cobertura, existem calhas de fibra de vidro para receber a água que escorre do telhado devido à inclinação que foi estabelecida em projeto. As fibras estão direcionadas aos condutores.

O sistema de drenagem de águas pluviais fará a coleta da água e lançará na rede de esgotos.

As áreas pavimentadas contarão com canaletas em concreto armado com tela de ferro fundido e com bocas-de-lobo. Na entrada do prédio será colocada uma grade eletrofundida, resistente ao tráfego pesado, de que também fará a coleta de água da chuva.

O sistema de execução foi o mesmo que foi visto em sala de aula, na disciplina de Sistema de Drenagem. Era feita a escavação das valas, na inclinação pedida no projeto, depois era feita a regularização do terreno e colocado um colchão de areia com 10cm de espessura para em seguida serem colocados os tubos de concreto.

Todas as cotas eram dadas pelo projeto, fazendo com que os pontos ficassem muito precisos, evitando que venham ocorrer problemas no futuro.

## **6.0 CONCLUSÕES**

O estágio foi bastante proveitoso, pois proporcionou ao aluno ver na prática muitos dos assuntos que foram vistos na teoria durante o curso.

Esse intercâmbio entre empresa e universidade é muito importante para formar profissionais que são capazes de se relacionar com pessoas, além de aperfeiçoar o que foi estudado.

O desenvolvimento do estágio foi prejudicado pelo período de chuva que impossibilitou que a obra fosse executada com mais rapidez. Porém o estagiário teve a possibilidade de estar presente em decisões que sem a chuva não seriam tomadas.

Além das várias informações que foram adquiridas durante o estágio, a principal conclusão, foi a de que é preciso estudar sempre para estar preparado para situações inesperadas.

## 7.0 BIBLIOGRAFIA

- RIPPER, Ernesto, 1995 – *Manual Prático de Materiais de Construção*, São Paulo: Editora Pini;
- *Apostila de Matérias de construção II* , do professor Carlos Roberto Vasconcelos Costa;
- BAUER, Falcão L.A, 1991 – *Materiais de Construção*, Editora LTC;
- NBR 6118 – Projetos de Estruturas de Concreto;
- BORGES, Alberto de Campos, 1996 – *Prática das Pequenas construções*;