

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA**

**Engenharia Civil**

**Gabriel Farias Dantas Bergamaschi**

**Lucas Bui Biagetti Laface**

**Pedro Augusto Marchenta Thomaz Galvão**

**ACOMPANHAMENTO DE OBRA PORTUÁRIA COM  
APLICAÇÃO DE SISTEMA SUSTENTÁVEL**

**Santos**

2016

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA**

**Engenharia Civil**

**Gabriel Farias Dantas Bergamaschi**

**Lucas Bui Biagetti Laface**

**Pedro Augusto Marchenta Thomaz Galvão**

**E ACOMPANHAMENTO DE OBRA PORTUÁRIA COM  
APLICAÇÃO DE SISTEMA SUSTENTÁVEL**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência parcial para  
obtenção do título de Engenheiro Civil à  
Faculdade de Engenharia da  
Universidade Santa Cecília sob a  
orientação do Prof. Dr. Aureo Emanuel  
Pasqualeto Figueiredo.**

**Santos**

2016

Aos nossos pais, familiares e amigos pelos incentivos e apoio para a realização deste importante curso.

## **Agradecimentos**

À Universidade Santa Cecília.

Ao Professor Dr. Aureo Emanuel Pasqualetto Figueiredo, pela orientação competente, dedicando-se de forma marcante na elaboração deste trabalho.

À Professora Ma.NileneJanini de Oliveira Seixas, coordenadora do Curso de Engenharia Civil.

Ao Professor Me. Orlando Carlos Batista Damin, pela transferência de informações e interpretação de dados.

Ao Professor Dr. Marcelo Pereira Bergamaschi, pela revisão do texto e sugestões valiosas.

Aos Engenheiros participantes da obra do Armazém, pelos treinamentos aprendizado no campo de atuação.

À Deus que nos deu saúde e sabedoria para o desenvolvimento deste projeto.

“Se você não sabe fazer, não sabe o que será melhor para oferecer um bom serviço aos clientes”.

José Roberto Bernasconi

## Resumo

Este trabalho apresenta uma situação peculiar de um armazém portuário na cidade de Santos, integrado a um complexo de embarque/desembarque de granéis sólidos, destruído em incêndio e teve seu projeto redimensionado e totalmente modernizado, resultando em um edifício com maior capacidade e melhor preparado para operação automatizada. Sua reconstrução considerou em seu partido arquitetônico elementos e diretrizes de reprogramação dimensional e construtiva para otimizar sua utilização, incrementando eficiência e segurança. Por conta disto a contribuição deste trabalho foi de pesquisar a utilização de sistemas sustentáveis, notadamente o de aproveitamento de água pluvial, considerando-se a grande precipitação anual que lá ocorre. O galpão conta com um sistema de captação de água do telhado por meio de calhas, onde a água é direcionada para um reservatório para ser armazenada e tratada. Descrevem-se as etapas que foram realizadas nessa construção, métodos e soluções específicas como alteamento do piso, entre outros e sugere-se seu aproveitamento.

Palavras-chaves: Armazém Portuário; Sustentabilidade; Águas Pluviais;

## **Abstract**

This work presents a peculiar situation of a warehouse in the port city of Santos, integrated into a complex of loading/unloading of solid bulk, destroyed in a fire and had your design resized and fully modernized, resulting in a building with greater capacity and better suited to automated operation. Its reconstruction was considered architectural elements in your party and reprogramming dimensional and constructive guidelines to optimize their use, increasing efficiency and security. Because of the contribution of this work was to investigate the use of sustainable systems, notably the use of rainwater, considering the great annual precipitation that occurs there. The effect has a water system from the roof through gutters, where water is directed to a reservoir to be stored and treated. Describes the steps that were taken in this construction, methods and specific solutions as heightening the floor, among others and suggested their use.

Keywords: port warehouse; Sustainability; Rainwater;

## Lista de Figuras

Figura 1 - Foto do armazém antes do incêndio .Fonte: Google Earth. ....	13
Figura 2 - Foto de Carlos Nogueira, publicada no diário A Tribuna no dia 05/08/2014, demonstra o Armazém completamente destruído. ....	14
Figura 3 - Tabela de perfis utilizada na obra do Armazém, adaptada de tabela retirada em <a href="https://www.gerdau.com/br/pt/produtos/perfis-estruturais-gerdau#ad-image-0">https://www.gerdau.com/br/pt/produtos/perfis-estruturais-gerdau#ad-image-0</a> .....	17
Figura 4 - Plano de ataque com a utilização do caminhão guincho de apoio. ...	18
Figura 5 - Ensaio PDA, instalação de sensores, .....	19
Figura 6 - Execução de ensaio estático de carga nas estacas. . ....	20
Figura 7 - Cravação de estacas. ....	21
Figura 8 - Capitéis armados sobre os blocos das estacas. ....	22
Figura 9 - Túnel externo, interligado com o poço do elevador lado Norte da obra. ....	23
Figura 10 - Escavação do túnel. ....	23
Figura 11 - Escoramento utilizados para segurança na realização do trabalho interno dos túneis. . ....	24
Figura 12 - Lançamento de brita n.º3 para regularização do piso. ....	25
Figura 13- Com auxílio de bomba lança, é executado o lastro da laje de fundo do túnel.....	25
Figura 14- Impermeabilização dos túneis. ....	26
Figura 15- Armadura do piso de fundo do túnel. ....	27
Figura 16 - Tela de armadura das paredes dos túneis. ....	27
Figura 17- Concretagem da parede do túnel. ....	28
Figura 18 - Impermeabilização da parede do túnel. . ....	29
Figura 19 - Proteção mecânica EPS da parede do túnel. . ....	29
Figura 20 - Reaterro do túnel. . ....	30
Figura 21 - Máquina realizando injeção de cimento (Jet-grouting do poço do elevador Sul). . ....	31
Figura 22- Lançamento de Manta PEAD, para proteção de manta asfáltica. . .	32
Figura 23 - Detalhe de metade da viga concretada. . ....	34
Figura 24 - Concretagem de trecho do piso do armazém. ....	35
Figura 25 - Acabamento final da concretagem de trecho do piso.....	35

Figura 26- Vista superior da fôrma metálica. ....	36
Figura 27 - Concretagem das paredes pré-moldadas. ....	37
Figura 28 - Detalhe da cantoneira utilizada de apoio para as placas pré-moldadas. ....	38
Figura 29- Retirada das paredes pré-moldadas da carreta. ....	39
Figura 30- Com as escoras instaladas, inicia-se o processo de verticalização das placas. ....	39
Figura 31 - Concretagem dos pilaretes entre os painéis. ....	40
Figura 32 - Concreto ciclópico das mísulas. ....	41
Figura 33 - Tirantes instalados e soldados. ....	42
Figura 34 - Lançamento de concreto farofa. ....	42
Figura 35- Detalhe da base de apoio para os módulos da estrutura metálica. ....	44
Figura 36 - Instalação de armadura da viga superior das paredes pré-moldadas. ....	44
Figura 37- Primeiro módulo içado e travado, e em seguida o segundo módulo. ....	45
Figura 38 - Travamento entre os dois módulos. ....	45
Figura 39 - Detalhe dos contraventos do oitão sul do Armazém. ....	46
Figura 40 - Montagem das telhas, técnica de Ancoragem. ....	47
Figura 41 - Montagem dos pilares pré-moldados da subestação. ....	48
Figura 42 - Montagem de vigas e lajes pré-moldadas. ....	49
Figura 43- Concretagem do piso sobre a laje alveolar. ....	49

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Calculo de vazão de projeto. Adaptação da NBR 10844/89.....	50
Tabela 2 - Relação Declividade / Vazão / Diâmetro Interno. Fonte: NBR 10844/89.....	51
Tabela 3 - Coeficiente de rugosidade de Manning. Fonte: NBR 10844/89 .....	52
Tabela 4 - Demonstração de cálculo de dimensionamento dos componentes de condução horizontal. ....	52
Tabela 5 - Dimensionamento de condutor vertical. Fonte: Adaptação da NBR 10844/89.....	52
Tabela 6 - Dimensionamento de reservatório. Fonte: .....	54

## SUMÁRIO

1.	Introdução .....	12
1.1.	O Porto de Santos.....	12
1.2.	O Armazém analisado .....	12
1.3.	O uso de águas pluviais.....	14
1.4.	Motivação .....	15
1.5.	Hipótese.....	15
2.	Desenvolvimento .....	16
2.1.	Execução do armazém.....	16
2.1.1.	Características e logísticas da construção .....	16
2.1.2.	Estaqueamento .....	16
2.1.3.	Os ensaios de capacidade de carga das estacas. ....	18
2.1.4.	Execução de blocos e capitéis. ....	21
2.1.5.	Execução dos túneis para as correias transportadoras subterrâneas. 22	
2.1.6.	Casas de contrapeso. ....	30
2.1.7.	Poços dos elevadores. ....	31
2.1.8.	Vigas longitudinais/internas.....	32
2.1.9.	Vigas perimetrais/externas. ....	33
2.1.10.	Piso do Armazém. ....	34
2.1.11.	Paredes pré-moldadas.....	36
2.1.12.	Cobertura do Armazém. ....	43
2.1.13.	Obras complementares. ....	47
2.2.	Dimensionamento e resultados do sistema de captação de água. ....	50
2.2.1.	Calha .....	50
2.2.2.	Condutor vertical .....	52
2.2.3.	Dimensionamento do reservatório .....	53

2.2.4. Sistema de limpeza do reservatório .....	54
3. Metodologia e planejamento de pesquisa .....	55
3.1. Metodologia .....	55
3.2. Etapas do trabalho .....	55
3.3. Coleta de informações .....	56
4. Conclusão .....	57
Referências Bibliográficas.....	59

## 1. Introdução

### 1.1. O Porto de Santos

O Porto de Santos é o maior Porto da América Latina, com área total de aproximadamente 7.765.100m<sup>2</sup>, com influência em cerca de 67% do PIB (Produto Interno Bruto) do país e 70% da balança comercial brasileira. (BARCO, 2011).

Dentre as mercadorias movimentadas neste complexo portuário, estão suco de laranja, carne bovina, café em grãos, álcool etílico, algodão cardado, açúcar de cana, milho e outros produtos. Com relação à natureza das cargas, considera-se uma distribuição da ordem de:

- 16,4% de graneis líquidos,
- 36,7% de carga geral e
- 46,9% de graneis sólidos,

Por sua importância, o Porto de Santos recebe investimentos públicos e privados, dentre eles a dragagem para aumento do calado do canal e melhorias nos acessos rodoviários com vista a aumentar a eficiência de suas operações.

Entre os investimentos privados estão a modernização de terminais existentes e implantação de novos projetos, demonstrando que os operadores portuários buscam melhorar e aumentar a sua movimentação. (BARCO, 2011).

Este trabalho busca demonstrar uma situação específica de transformação total de um armazém. A partir da destruição do antigo edifício por incêndio, foi concebido para uma nova demanda de movimentação de carga. Apresentam-se as etapas da construção do novo armazém, destacando tecnologias e procedimentos utilizados na obra, as diferenças construtivas e de layout entre o antigo e o novo Armazém, além de sugestões de obras complementares visando melhorar sua sustentabilidade.

### 1.2. O Armazém analisado

O porto de Santos, ao longo de décadas utilizou um conjunto de armazéns concebidos, construídos e utilizados principalmente para carga geral e graneis. Como a maioria dos armazéns do Porto de Santos, o edifício estudado apresentava essas

condições, até que em 3 de agosto de 2014, sofreu um grande incêndio que provocou sua ruína.



Figura 1 - Foto do armazém antes do incêndio .Fonte: Google Earth.

Segundo a investigação, o fogo iniciou-se na correia transportadora de outro galpão próximo, atingindo-o de forma devastadora (figura 2). Na ocasião, armazenava por volta de 15 mil toneladas de açúcar, para uma capacidade nominal de 18 mil toneladas. (A TRIBUNA, 2014)

Após a ocorrência, a diretriz de reconstrução considerou uma nova edificação ampliada e modernizada, estabelecendo como capacidade de armazenamento de 5 vezes superior, passando de 18 mil toneladas para cerca de 88 mil toneladas. Para tanto, os calculistas projetaram a construção para comportar com segurança tal ampliação, utilizando soluções estruturais e construtivas relatadas neste trabalho.



Figura 2 - Foto de Carlos Nogueira, publicada no diário A Tribuna no dia 05/08/2014, demonstra o Armazém completamente destruído.

### 1.3. O uso de águas pluviais

Utiliza-se a técnica de aproveitamento de águas pluviais afim de melhorar a qualidade de vida, pelo fato da referida ser o principal fator para sobrevivência, além de aliviar a demanda da rede de abastecimento tradicional. (TUCCI et al, 2000)

A qualidade dessa água pode acarretar dúvidas, porém estes artifícios são munidos de sistemas de filtros que alcançam o nível de pureza desejado.

Tudo isso depende do interesse de seus governantes, essas medidas devem ter uma atenção especial devido aos seus custos, forçando assim um bom investimento na área.

Muitos dizem que o Brasil não precisa dessas técnicas em grande parte do seu território, porém a distribuição hídrica não é uniforme, tendo em vista que a região

norte apresenta elevada demanda hídrica, ao contrário da região nordeste, evidenciando desta forma a má distribuição desses recursos. (TUCCI et al, 2000)

Na cidade de Santos, onde ocorre um alto índice pluviométrico da ordem de 2039 mm/ano essa disponibilidade é um fator real, motivando a realização de estudos e projetos para seu aproveitamento. (CIARGO, 2016).

#### 1.4. Motivação

O tema abordado foi escolhido pelo grupo, considerando que projetos sustentáveis são importantíssimos para o desenvolvimento do país e do mundo, ainda mais se tratando do porto da cidade de Santos, que apresenta construções antigas e sem grande contribuição na preservação dos recursos renováveis. Importante salientar também, que este é um trabalho que permite aprofundar conhecimentos multidisciplinares, como por exemplo, meio ambiente, instalações hidráulicas, mecânica dos fluidos e a própria construção civil, fatores motivadores para a investigação sobre o assunto.

De maneira geral, tem-se o objetivo de desenvolver um estudo de melhorias em construção sustentável pelo uso de energias renováveis na construção e manutenção de armazéns no porto de Santos, e especificamente, demonstrar no trabalho em questão, as etapas de construção da edificação utilizando instalações hidráulicas de forma sustentável, desde a concepção do projeto, processo executivo até processos complementares. Este trabalho tem como referência conceitual e prática as etapas de construção do “Armazém X” de graneis sólidos.

#### 1.5. Hipótese

É possível executar um armazém numa concepção sustentável utilizando águas pluviais e assim reduzir o consumo de água da rede pública?

Quais modificações devem ser feitas nos armazéns do porto da cidade de Santos para que a manutenção e construção dos referidos sejam feitas de maneira sustentável?

## **2. Desenvolvimento**

### **2.1. Execução do armazém**

#### **2.1.1. Características e logísticas da construção**

Finalizada sondagem do terreno foi estabelecido a cota do lençol freático, e sabendo da necessidade de escavação para execução dos túneis e poços dos elevadores, decidiu-se aumentar o nível do piso do armazém em 1,0 metro, isso significa que toda a obra se deslocou verticalmente na cota indicada, sendo que para a realização desta adequação utilizou-se do solo retirado das mesmas.

A reutilização do solo escavado foi a grande manobra para a conclusão do empreendimento no prazo previsto, tendo em vista que havia uma boa área para armazenamento deste material, e desta maneira não seria feito o descarte e sim a reutilização do mesmo quase em sua totalidade. Adicionalmente a este fator, pode-se dizer que o reaproveitamento do solo foi de grande benefício em outros aspectos, como o financeiro e o sustentável, pois não se gastaria verbas com transporte, local de descarte, entre outros gastos, além disso não haveria a preocupação com prejuízos ao meio ambiente pois não existiria chances de despejos em locais impróprios.

#### **2.1.2. Estaqueamento**

Uma das grandes diferenças entre o antigo Armazém e o novo é a fundação. O anterior foi construído apoiado diretamente no solo, com um piso de 20 centímetros, terreno este que contava com aproximadamente 5 metros de profundidade de matacão e rocha solta, contudo na nova edificação foram realizadas 456 estacas metálicas com uma profundidade média de 56 metros.

As estacas metálicas eram divididas em 5 perfis de 3 especificações com 12 metros de comprimento, são de seção "I", obedecendo a seguinte ordem do projeto, primeiro usava-se o perfil HP 310X93, após eles vinham dois perfis de HP 310x107 e encerrava-se a cravação da estaca com os perfis HP 310X110. As 456 estacas foram projetadas e calculadas para suportar uma ação de cálculo de 350 tf ou 250 tf.

Denominação Comercial mm x kg/m	Referência pol x lb/pés	Massa Linear kg/m	d mm	bf mm	Espessura		h mm	d' mm	Área cm <sup>2</sup>
					tw mm	tf mm			
HP 310 X 93	HP 12 X 63	93	303	308	13,1	13,1	277	245	119,2
W 310 X 107	W 12 X 72	107	311	306	10,9	17	277	245	136,4
HP 310 X 110	HP 12 X 74	110	308	310	15,4	15,5	277	245	141
HP 310 X 125	HP 12 X 84	125	312	312	17,4	17,4	277	245	159

Figura 3 - Tabela de perfis utilizada na obra do Armazém, adaptada de tabela retirada em <https://www.gerdau.com/br/pt/produtos/perfis-estruturais-gerdau#ad-image-0>.

Em 05/12/2014 foi cravado o primeiro perfil, pela empresa inicialmente contratada, sendo esta responsável por 85% do estaqueamento enquanto uma segunda empreiteira emergencialmente admitida ficou responsável pelos 15% restantes, importante salientar que com duas equipes e 4 máquinas bate-estacas houve a necessidade de um planejamento detalhado de execução, tanto para não prejudicar a produção das responsáveis pela tarefa e claro mantendo a segurança de todos os colaboradores.

A previsão de conclusão do serviço pelo primeiro cronograma da obra era em 06/05/2015, porém esta obra foi dada como concluída no dia 12/05/2015 totalizando 159 dias corridos de serviço.

Os equipamentos utilizados para a realização deste trabalho foram, os bate-estacas de martelo hidráulico, sendo eles de 5, 7 e 8 toneladas, além do equipamento de cravação por vibração, fora estes eram necessários e imprescindíveis os caminhões guinchos, que içavam e segurávamos perfis enquanto era soldado um ao outro, não mantendo assim os equipamentos de cravação parados durante a execução de solda. (Conforme demonstra figura 4).

Inicialmente, pelo estudo de sondagem do solo, este projeto previa que as estacas atingissem em média uma profundidade de 48 metros, porém chegou-se a ter estacas com mais de 60 metros de comprimento, o que gerou um acréscimo na data de entrega do serviço, passando a ter a previsão de conclusão para 05/06/2015, ou seja esta atividade foi concluída antes da data estipulada.

No total foram cravados 25.920,03 metros em 458 estacas (sendo as 456 previstas por projeto e 2 de ensaio de carga estático).

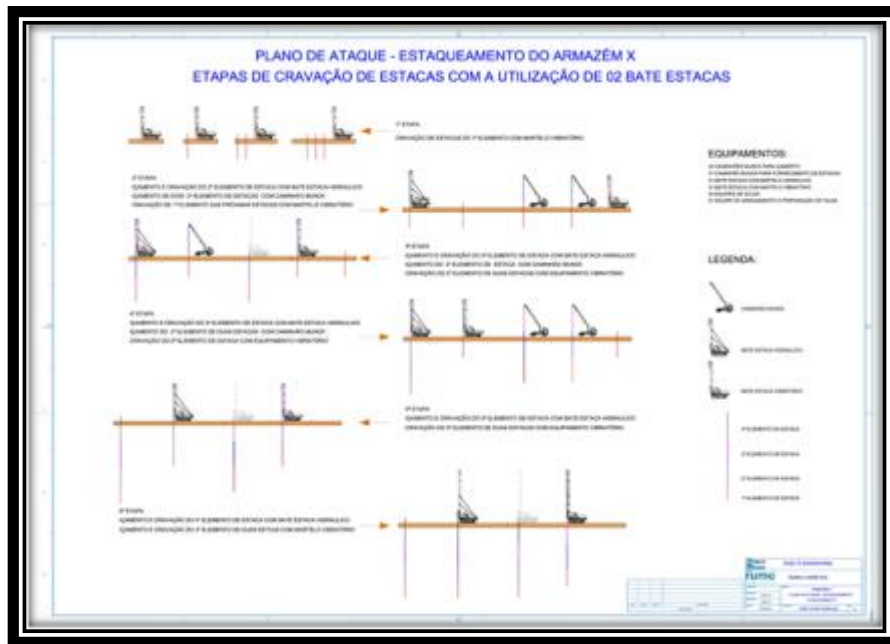


Figura 4 - Plano de ataque com a utilização do caminhão guincho de apoio.

### 2.1.3. Os ensaios de capacidade de carga das estacas.

A princípio só seria utilizado o equipamento com sistema vibratório de cravação de estacas, pois o mesmo fixava as referidas até uma profundidade média de 54 metros, porém após os ensaios de PDA (*Pile DrivingAnalyser*<sup>1</sup>) realizados por empresa capacitada e habilitada, ficou evidente a necessidade de aferição de Nega (o martelo vibratório não tem capacidade para esta função) para que as estacas atingissem o mínimo de resistência exigido por projeto.

O teste de ensaio de carregamento dinâmico, calcula a capacidade de carga levando em consideração as variáveis força e velocidade de aplicação no topo do perfil analisado, sendo que a primeira variável "é obtida por meio de sensores de deformação, cujo sinal é multiplicado pelo módulo de elasticidade do material, e pela área de seção na região dos sensores. A velocidade é obtida a partir da integração do sinal de acelerômetros." (GEOFUND, 2016)

<sup>1</sup> Ensaios de carregamentos dinâmicos

Importante salientar que para a execução deste ensaio, os sensores são fixados diretamente nas estruturas metálicas, parafusados, e a partir dos referidos, os resultados são enviados seja por cabo ou por sinal de rádio. (GEOFUND,2016)

O ensaio com o PDA objetiva principalmente a obtenção dos seguintes dados:

- 1.A capacidade de carga da estaca na ocasião do ensaio. Para levar em consideração os efeitos de variação da capacidade com o tempo, as medições são feitas durante uma recravação da estaca ou de acordo com a solicitação do projetista.
2. As tensões dinâmicas durante a cravação (ou recravação) da estaca. Para diminuir a possibilidade de dano durante sua instalação ou recravação, é importante que as tensões na estaca sejam mantidas dentro de limites aceitáveis. Em estacas de concreto, as tensões de tração são também importantes.
3. A integridade da estaca, que frequentemente deve ser verificada, durante e após a instalação ou execução da mesma, já que o desgaste pode surgir mesmo após os ensaios.
4. O desempenho do martelo utilizado na cravação, dado importante para otimização da produtividade e do controle do estaqueamento.

(GEOFUND, 2016)



Figura 5 - Ensaio PDA, instalação de sensores, .

Após a realização dos testes decidiu-se que seriam necessários os equipamentos de bate-estacas com martelo hidráulico, para que o mesmo aferisse Nega e repique, assegurando que as estacas metálicas suportariam todo o peso carregado sobre elas. Fora o teste dinâmico, foi realizado o ensaio estático, conforme ilustra figura6.

O ensaio estático baseia-se nas aplicações de forças nas estruturas apoiadas sobre as estacas, verificando desta forma a resistência à compressão da mesma e até mesmo esforços transversais no topo, através de equipamentos que registram o deslocamento. (NBR 12131 de abril de 1992 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Os equipamentos que realizam a aplicação da carga na estaca são constituídos de um ou mais macacos hidráulicos. Sendo que “o conjunto macaco hidráulico-bomba-manômetro deve estar calibrado por entidade reconhecida e autorizada pelo INMETRO e ter certificado de calibração com prazo de vigência não superior a seis meses”. (NBR 12131 de abril de 1992 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas).



Figura 6 - Execução de ensaio estático de carga nas estacas. .



Figura 7 - Cravação de estacas. .

#### 2.1.4. Execução de blocos e capitéis.

Para cada estaca realizada (456) há um bloco de concreto para transferência de carga depositada no armazém para a fundação, sendo que nos blocos localizados fora dos eixos que vão ser montadas as vigas, foi realizado também capitél para que a carga sobre o piso seja melhor distribuída.

Os blocos foram armados e posteriormente concretados com Fck 30 Mpa aos 28 dias, com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,5 (metros) e um volume de 0,125m<sup>3</sup> totalizando 57,125m<sup>3</sup> de concreto.

Os capitéis, que no total são 202 unidades, foram executados com as mesmas premissas dos blocos anteriormente citados, com dimensões de 1,70 x 1,70 x 0,30 (metros) e um volume de 0,867m<sup>3</sup> totalizando 175,134m<sup>3</sup> de concreto.

Importante salientar que, antes do lançamento de concreto estrutural é necessário haver a preparação do piso com lastro de concreto (Fck 10 ou 15 Mpa), para que não haja contato direto da armadura com o solo, conforme solicitado pela norma NBR 6118.



Figura 8 - Capitéis armados sobre os blocos das estacas.

#### 2.1.5. Execução dos túneis para as correias transportadoras subterrâneas.

Na obra foram feitas duas galerias para correia transportadora, havendo também outra para o túnel de emergência no centro do armazém, interligando-as. As referidas contêm 190 metros de comprimento com 3,6 metros de largura (face interna da parede do túnel) e altura de 2,5 metros. Em um destes túneis, além dos 190 metros de comprimento subterrâneos, há também 21 metros na parte externa do armazém, interligando-se com o poço do elevador lado norte do empreendimento. (Conforme figura 9).



Figura 9 - Túnel externo, interligado com o poço do elevador lado Norte da obra.

A execução do serviço dos túneis inicia-se pela escavação, em aproximadamente 6 metros de largura inferior e largura superior de 8 metros, além disso, para maior segurança, foi realizado escoramento lateral com altura de 1,20 metros com toras de eucaliptos em toda a extensão da galeria, conforme demonstra figura 11.



Figura 10 - Escavação do túnel.



Figura 11 - Escoramento utilizados para segurança na realização do trabalho interno dos túneis. .

Com escavações e escoramentos devidamente finalizados, inicia-se a drenagem da água do lençol freático por meio de bombas submersas e posteriormente realizada a regularização do piso, para adequar a cota do túnel. Destaca-se que esta tarefa foi realizada com compactação manual e execução de lastro, com concreto de pouca resistência, liberando-o para a equipe de fôrma.



Figura 12 - Lançamento de brita n.º3 para regularização do piso.



Figura 13- Com auxílio de bomba lança, é executado o lastro da laje de fundo do túnel.

Importante informar que, todo piso do túnel é impermeabilizado com manta asfáltica de 5 milímetros. Na junção das mesmas, além do transpasso de 10 centímetros entre elas, é utilizado asfalto fundido para fortalecer as juntas (conforme NBR 9952), foram reforçados 30 centímetros das emendas. Sobre a impermeabilização é feita a proteção mecânica com argamassa apilada.



Figura 14- Impermeabilização dos túneis.

A armadura do piso das correias transportadoras é realizada em toda a extensão dos túneis, utilizando-se telas Q283, com malha de 10x10 centímetros, barra de aço de 6 milímetros de diâmetros e pesam 4,48Kg. As especificações das telas utilizadas foram retiradas do catálogo da Gerdau (GERDAU, apud AXION).

As lajes dos túneis foram concretadas com Fck30Mpa e 25 centímetros de espessura.



Figura 15- Armadura do piso de fundo do túnel.



Figura 16 - Tela de armadura das paredes dos túneis. .

Para a armadura das paredes dos túneis, foram utilizadas as mesmas telas do piso. Adicionalmente foi adotado o procedimento de montagem das fôrmas metálicas de aproximadamente 15 metros, assim as mesmas eram desenformadas e montadas

com mais facilidade, pois os painéis não eram divididos unitariamente e com auxílio do caminhão guincho as mesmas eram montadas nas etapas seguintes.

Para a concretagem da parede, fez-se necessário a realização de passarela para que os colaboradores pudessem executar o serviço com maior qualidade e segurança (conforme figura 17) manuseando o mangote da bomba tipo lança. Somente no túnel externo do armazém, foram executadas paredes e tampa de uma vez. A espessura da tampa da galeria é de 18 centímetros, no restante dos túneis a cobertura foi realizada junto com o piso do Armazém.



Figura 17- Concretagem da parede do túnel. .

Após cura de 24 horas do concreto, é permitido retirar a fôrma metálica, iniciando a partir desta etapa a impermeabilização. Aplica-se tinta primer <sup>2</sup>e posteriormente as mantas de 5milímetros de espessura são executadas nos mesmos moldes e procedimentos da aplicação realizada na laje.

A proteção mecânica da manta foi EPS (isopor), que foram colados com a utilização de graxa. Após a mesma estar devidamente protegida, as galerias foram

---

<sup>2</sup> Tinta usada para melhor aderência da manta com a parede.

reaterradas com o próprio material da escavação, importante salientar que, para melhorar a proteção tanto do isopor quanto da manta, antes de lançar o solo utilizou-se de compensados de madeira para proteção dos mesmos.



Figura 18 - Impermeabilização da parede do túnel. .



Figura 19 - Proteção mecânica EPS da parede do túnel. .



Figura 20 - Reaterro do túnel. .

As tampas dos túneis foram realizadas em concreto armado de 18 centímetros de espessura, estas executadas em conjunto com a laje do armazém. Destaca-se que nestas localizam-se os vazadores das galerias, que são utilizados para a passagem do produto do galpão para as correias transportadoras subterrâneas, os referidos são abertos conforme necessidade e por gravidade o produto chega as esteiras.

Estas correias transportadoras, apresentam uma capacidade nominal de projeto de 1000 t/h e cada uma delas trabalha com uma velocidade constante de 2,7 m/s.

#### 2.1.6. Casas de contrapeso.

As casas de contrapeso foram executadas ao fim de cada transportador subterrâneo, sendo sua principal função manter as lonas das correias esticadas, utilizando cabos de aço, para que toda vez que houvesse a necessidade de esticá-las, os condutores de aço se flexionassem. As casas de contrapeso têm 57m<sup>2</sup> e 3,5 metros de altura.

### 2.1.7. Poços dos elevadores.

No centro do antigo armazém existiam três poços de elevadores para transporte vertical de grãos(era o único no antigo empreendimento). No novo galpão, há dois poços de elevadores em suas extremidades, que recebem o produto das correias transportadoras subterrâneas e através dos elevadores verticais conhecidos como “canecos” distribuem para outros transportadores, que irá levar o produto para as embarcações que aguardam no píer.

O poço do elevador norte, é responsável pelo embarque do produto que irá ser despejado no armazém, enquanto o poço do elevador do lado oposto, é responsável pela expedição do material.

Estes foram feitos da seguinte forma: primeiramente foram injetadas as caldas-cimento através das técnicas e utilização dos equipamentos de Jet-grouting (ilustrado na figura 21), que têm o intuito de reforçar o solo, realizando uma espécie de solo-cimento e também estas colunas trabalhavam como fôrma externa para os mesmos. No total foram gastos aproximadamente 12.470 sacos de cimento e 616.000 litros de água (não potável).



Figura 21 - Máquina realizando injeção de cimento (Jet-grouting do poço do elevador Sul). .

Após a injeção de Jet-grouting o poço era escavado, no caso do elevador sul do empreendimento, a profundidade do mesmo é de 7,30 metros, e de 3,90 metros no

poço norte. Após a abertura, é feita a regularização do piso, utilizando concreto magro (Fck 15 Mpa), em seguida executa-se a impermeabilização e posteriormente a laje de concreto armado com 25 centímetros de espessura. Com a laje finalizada, realiza-se a uniformização das paredes, para posteriormente impermeabilizar com manta asfáltica de 5 milímetros de espessura e protegidas mecanicamente com manta PEAD de 2 milímetros de espessura. (Conforme figura 22).



Figura 22- Lançamento de Manta PEAD, para proteção de manta asfáltica. .

A concretagem das paredes (principalmente o poço do elevador Sul, por conta da sua maior profundidade) tiveram uma logística apurada, onde foram realizadas a cada 2,5 metros de altura, e após cada trecho não ocorriam retiradas de fôrma pois não existiam meios de fixar os painéis, sendo assim, iniciou-se a desforma após a conclusão total dos muros.

O elevador lado Sul tem 28,78 metros de comprimento vertical e uma capacidade nominal de transporte de 1000 t/h, já o poço do elevador Norte tem uma altura total de 18,28 metros, mantendo a capacidade de transporte.

#### 2.1.8. Vigas longitudinais/internas.

As vigas internas realizadas sobre os túneis têm extensão de 190 metros, tendo 50 centímetros de largura e 1 metro de altura. As mesmas são engastadas nos blocos das estacas e a partir delas inicia-se a execução das armaduras das tampas e piso do armazém. Cada cobertura do túnel é engastada em duas vigas longitudinais.

Para a realização deste serviço, é necessário que o túnel esteja aterrado e com o piso regularizado, e a seguir executa-se a armação, para posteriormente serem colocadas as fôrmas e finalizadas com concreto de resistência 30 Mpa.

Ao todo nas vigas longitudinais foram utilizados 380m<sup>3</sup> de concreto Fck (30Mpa).

#### 2.1.9. Vigas perimetrais/externas.

Conforme as vigas internas estas também são construídas em cima dos blocos das estacas, após a preparação do terreno, são armadas conforme o projeto e preparadas para concretagem de metade da altura da viga, isso ocorria por conta da logística e maior velocidade de armação do piso (Conforme ilustrado na figura 23). Vale ressaltar que, no momento final da obra a equipe de campo da construtora passou a realizar a fôrma das vigas com os blocos estruturais, agilizando o serviço de concretagem, pois desta forma o piso e as vigas eram concretados de uma única vez.

As vigas perimetrais são de 60 centímetros de largura e 1 metro de altura, totalizando 276m<sup>3</sup> de concreto Fck (30Mpa).



Figura 23 - Detalhe de metade da viga concretada. .

#### 2.1.10. Piso do Armazém.

A área de piso do armazém é de 7.600m<sup>2</sup>, tendo 40 centímetros de espessura, acumulando assim 3.040m<sup>3</sup> de concreto estrutural (30Mpa).

Após a execução dos capitéis e dos blocos das estacas, o preparo do terreno era feito com reaproveitamento do material escavado na obra e posteriormente o lastro do mesmo (concreto magro). Destaca-se que nesta etapa foi reutilizada a maior parte do solo escavado da obra, economizando com transporte e local de armazenamento do material, além de se precaver com o despejo inadequado e possíveis prejuízos ao meio ambiente.

Após as etapas de preparação e regularização, realizou-se a armação do piso, com esta tarefa finalizada e devidamente conferida pela equipe de qualidade, era lançado o concreto, com auxílio das bombas lanças e/ou estacionaria, e necessariamente adensado com a utilização de vibrador de imersão com mangote apropriado.

O acabamento da laje de concreto foi do tipo liso espelhado, utilizando acabadoras, desempenando o concreto de forma mecânica. (Conforme ilustrado na figura 25.



Figura 24 - Concretagem de trecho do piso do armazém. .



Figura 25 - Acabamento final da concretagem de trecho do piso.

## 2.1.11. Paredes pré-moldadas.

### 2.1.11.1. Fabricação.

A fabricação e a montagem das paredes pré-moldadas eram de responsabilidade de outra empresa subcontratada. Fabricou-se 179 paredes pré-moldadas de 2,50 metros de comprimento, 8 metros de altura e com aproximadamente 17 toneladas cada uma.

A confecção da peça inicia-se em uma fôrma metálica, em que as extremidades se mantinham fixas e removia-se somente os miolos. Com cada conjunto de fabricação produzia-se 7 peças por semana (cinco dias trabalhados), isso só foi possível graças aos aditivos utilizados no concreto, que permitiam uma cura rápida e rápida desforma. Estas também continham um processo de alívio de pressão, ou seja, para retirada da mesma eram necessários dois colaboradores, que com o alívio citado e miolo móvel, assim que, o concreto atingisse a cura mínima, faziam o restante do serviço. Tais fôrmas eram dotadas de mesa vibratória, ou seja, a vibração do concreto era feita automaticamente.



Figura 26- Vista superior da fôrma metálica. .



Figura 27 - Concretagem das paredes pré-moldadas. .

#### 2.1.11.2. Montagem.

O maior desafio para a montagem das paredes pré-moldadas era a logística de execução da mesma, pois não haviam áreas de estacionamento/espera das carretas que transportavam as placas e não possuíam também espaços físicos na obra para a realização de um "pulmão" de armazenagem. Desta maneira era necessária programação prévia de quantidade de caminhões que iriam até a obra, baseando-se na produção da equipe de montagem, previsão do tempo e área liberada para recebimento dos painéis pré-fabricados.

Com a utilização de um guindaste as paredes eram retiradas da carreta e colocadas no chão, para após isso serem instaladas em seus respectivos locais, conforme projeto. Como dito anteriormente, não havia armazenagem de paredes na obra, ou seja, o que chegava no dia, era instalado imediatamente.

A execução do serviço iniciava-se pela instalação das cantoneiras, que servia para alinhamento das placas, conferidas pela topografia. Com as paredes no chão, eram instalados nas peças escoras nos pontos designados por projeto. Posteriormente a esta instalação içava-se a placa, posicionando-a no local previsto. Com a placa segura pelo guindaste, porém apoiada ao piso, realizava-se o

travamento das escoras na laje do armazém, e assim liberando o guindaste para a próxima movimentação.

Com a instalação finalizada era realizado o processo de concretagem e solidificação dos painéis, realizando a concretagem dos pilaretes entre os mesmos, podendo ser com concreto usinado ou “batido” em obra, destacando que no caso do realizado em loco, foi utilizado o aditivo “adesivo plastificante”, que serve para aumentar a plasticidade da massa, sem que a mesma perca resistência, que perderia com o acréscimo de água. As escoras foram retiradas após o concreto dos pilaretes ter atingido a resistência mínima de projeto (20Mpa).



Figura 28 - Detalhe da cantoneira utilizada de apoio para as placas pré-moldadas. .



Figura 29- Retirada das paredes pré-moldadas da carreta. .



Figura 30- Com as escoras instaladas, inicia-se o processo de verticalização das placas. .



Figura 31 - Concretagem dos pilaretes entre os painéis. .

#### 2.1.11.3. *Mísulas.*

As mísulas têm como principal função impedir a rotação da parede, que ocorreria através da ação do peso da estrutura metálica e do produto apoiado nas placas pré-moldadas, com a utilização dos tirantes e das vigas de travamento (parte inferior das paredes pré-moldadas) evita-se que esta reação (momento) ocorra.

A princípio as mísulas seriam realizadas com a combinação de concreto com rochas ou britas (figura 32) porém, o tempo utilizado na realização deste serviço era muito grande, fora os gastos elevados em concreto estrutural usinado.



Figura 32 - Concreto ciclópico das mísulas. .

Para agilizar este serviço e conter alguns gastos, o mesmo passou a ser realizado da seguinte maneira:

Com os tirantes já instalados (figura 33), porém, sem a colocação das telas de armadura, a mísula é preenchida por concreto de baixa resistência (10 Mpa), este foi confeccionado com baixo *slump*<sup>3</sup>. (Figura 34).

---

<sup>3</sup> Consistência do concreto.



Figura 33 - Tirantes instalados e soldados. .



Figura 34 - Lançamento de concreto farofa. .

Após o enchimento de 1,9 metros da mísula com o concreto de resistência 10 Mpa, eram colocadas as telas de armadura e finalizadas as lajes das mísulas com concreto usinado de 30 Mpa de resistência e 20 centímetros de espessura. O acabamento da laje da mísula foi feito no momento de lançamento do concreto, tendo em vista que não foram utilizadas fôrmas neste serviço.

## 2.1.12. Cobertura do Armazém.

### 2.1.12.1. *Fabricação.*

A fabricação e montagem das peças que foram utilizadas na estrutura metálica, ficaram à cargo de uma empresa especializada, foram necessárias aproximadamente 226,17 toneladas de metal. Após prontas, estas foram encaminhadas para a empresa responsável pela galvanização destas estruturas.

A galvanização utilizada no armazém foi feita através de imersão a quente que visa proteger a peça de corrosão, esta podendo ocorrer com o tempo, pintura ou agressividade do ambiente, além disso, a galvanização eleva a dureza e a qualidade do aço.

### 2.1.12.2. *Montagem.*

Após as etapas de fabricação e galvanização, a mesma era transportada para a obra. A primeira etapa foi a pré-montagem da estrutura metálica da cobertura. Importante destacar a necessidade de instalação das bases/apoios, que são chumbados nas paredes pré-moldadas, estas bases, com o auxílio da topografia são posicionadas no eixo indicado e após conferência são parafusadas e estão aptas para recebimento da estrutura. Importante salientar que aonde foi instalado este apoio (parte superior das paredes) há chumbadores concretados e apoiados em uma viga superior da placa pré-moldada.



Figura 35- Detalhe da base de apoio para os módulos da estrutura metálica. .



Figura 36 - Instalação de armadura da viga superior das paredes pré-moldadas. .

Os módulos são pré-montados no chão e após prontos foram instalados nas bases correspondentes. O içamento destes módulos foi feito utilizando guindastes de 60 toneladas de capacidade, cada módulo é içado separadamente e após um estar instalado, é que se ergue o outro para que seja feita a conexão entre eles.



Figura 37- Primeiro módulo içado e travado, e em seguida o segundo módulo. .



Figura 38 - Travamento entre os dois módulos. .

Foi necessária a montagem de terças nos vãos entre os módulos, para que a peça esteja totalmente travada em todos os sentidos, além disso, há também em alguns módulos, a montagem de contraventos, estes são as peças (cantoneiras) responsáveis pela resistência da estrutura em caso de ação do vento. Tais são barras que cruzam os módulos fixando uma face na outra, não permitindo assim, a

movimentação e mantendo o alinhamento da estrutura. (Conforme ilustrado na figura 39).



Figura 39 - Detalhe dos contraventos do oitão sul do Armazém. .

Após montagem dos pendurais são montadas as vigas de suportes do transportador, onde foram apoiadas as estruturas da correia do “*tripper*”<sup>4</sup> e para completar são instalados travamentos nas diagonais, fixando as vigas aos módulos.

#### 2.1.12.3. Fechamento com telhas.

Após a liberação da equipe da estrutura metálica, ou seja, com os módulos travados, alinhados e contraventados, iniciava-se o fechamento do armazém.

Foram utilizadas telhas trapezoidais que variavam de tamanho, podendo ser de 8, 9 ou 12 metros de comprimento por 2,10 metros, sendo está última, a utilizada para os oitões. A execução das referidas eram feitas adotando a técnica de ancoragem, necessitava-se a instalação de linha vida sobre as tesouras metálicas, local que os colaboradores prendiam o cinto de segurança através do talabarte.

---

<sup>4</sup> Responsável pela distribuição do produto no armazém.



Figura 40 - Montagem das telhas, técnica de Ancoragem. .

#### 2.1.13. Obras complementares.

##### 2.1.13.1. Base de equipamentos mecânicos.

Na área externa ao armazém, foram realizadas 5 (cinco) bases de concreto armado para recebimento de equipamentos mecânicos, estes *radiers*<sup>5</sup> possuem chumbadores para recebimento destas estruturas.

##### 2.1.13.2. Acesso ao Armazém.

No Armazém, foram realizados dois acessos, o primeiro, no oitão norte, com uma porta de 4,80 metros de largura por 5 metros de altura e o outro, no oitão sul do empreendimento, com 6,70 metros de largura e 5 metros de altura.

No acesso do oitão norte, após a realização das paredes, pilares e vigas, a laje foi feita pré-moldada, ao contrário do oitão sul, onde toda a estrutura do acesso foi executada no local.

Fora as estruturas nos acessos, foram realizadas as rampas dos mesmos, estas foram feitas em concreto armado, contendo grelhas no seu início, que escoam água e melaço de açúcar.

---

<sup>5</sup> Bases estruturais de concreto armado.

### 2.1.13.3. Prédio da Subestação.

Antes mesmo do início das obras do prédio da subestação, foi necessário realizar tubulação de interligação entre a subestação de um Armazém existente ao galpão construído

Este é um prédio de 3 pavimentos, onde encontram-se todos os equipamentos, quadros e tubulações elétricas que abastecem o empreendimento.

A fundação foi realizada com sapata rasa. Após a execução foram montados os pilares, vigas e lajes dos 3 pavimentos da subestação. Estas estruturas foram feitas pré-moldadas pela mesma empresa responsável pela execução das paredes do armazém. Com a instalação das estruturas, iniciava-se a execução da alvenaria do prédio, e também a concretagem dos pisos sobre as lajes alveolares pré-moldadas.



Figura 41 - Montagem dos pilares pré-moldados da subestação. .



Figura 42 - Montagem de vigas e lajes pré-moldadas. .



Figura 43- Concretagem do piso sobre a laje alveolar. .

## 2.2. Dimensionamento e resultados do sistema de captação de água.

Utilizando os métodos citados abaixo no trabalho, obtivemos alguns resultados comprovando a autenticidade da possível implantação da sugestão sustentável oferecida.

Para obtenção de tais dados foram utilizadas as especificações técnicas do armazém em estudo, que contém 380 metros lineares disponíveis para implantação de calhas divididas em 38 seções de 10 metros, onde só será utilizado uma seção para a captação de água pluvial usada em tal sistema, pois, mesmo usando cerca de 5% da área de captação do empreendimento, o sistema consegue suprir a demanda necessária. Ressaltando que no futuro, caso haja aumento de demanda, pode-se fazer a ligação do restante dos condutores horizontais ao sistema.

### 2.2.1. Calha

Foi utilizado o método racional para referência, isto é, o cálculo da vazão de projeto que é obtido através do mesmo, serve como parâmetro para executar o dimensionamento dos condutores.

Este método leva em consideração um produto entre coeficiente de escoamento superficial (C), que segundo a NBR 10844/89, no caso de condutores horizontais deve ser considerado o valor 1, a intensidade de chuva (i) e a área de contribuição (A), onde este é dividido pelo valor de 60 (conversão de L/h para L/min).  $Q = I.C.A/60$ .

$$Q = \frac{I.C.A}{60}$$

Onde:

I = Intensidade de chuva (mm/hora)

C = Coeficiente de escoamento superficial.

A = Área de contribuição (m<sup>2</sup>)

Tabela 1 - Calculo de vazão de projeto. Adaptação da NBR 10844/89.

Vazão (L/min)							
C=	1	I=	173	A=	306,75	Qp=	<b>884,46</b>

O resultado obtido foi uma vazão de projeto (Qp) de 865 L/min.

Analisando a tabela de declividades, observamos que é necessário adotar um diâmetro de 200mm em uma declividade de 1%, devido a estas características atenderem a vazão de projeto.

Tabela 2 - Relação Declividade / Vazão / Diâmetro Interno. Fonte: NBR 10844/89.

Diâmetro Interno	Declividades		
	0,5%	1%	2%
	Vazão ( L/min)		
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	<b>1167</b>	1634

Com este dado, calculamos a vazão da calha pela formula de Manning citada abaixo.

$$Q = \frac{K \cdot A \cdot Rh^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

Onde:

Q= Vazão da calha (l/min)

A= Área molhada (m²)

Rh= Raio hidráulico (m) = A/Pm

Pm= Perímetro molhado

S= Declividade da calha (m/m)

n= Coeficiente de rugosidade (tabela)

K= 60000 (Coeficiente para transformar a vazão em m³/s para l/min).

Tabela 3 - Coeficiente de rugosidade de Manning. Fonte: NBR 10844/89

Material	Coeficiente de rugosidade n de Manning
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

Tabela 4 - Demonstração de cálculo de dimensionamento dos componentes de condução horizontal.

Dimensionamento dos componentes							
D=	0,2	A=	0,015708	Rh=	0,05	Pm=	0,314159
S=	0,01	n=	0,011	K=	60000	Q=	<b>1162,854</b>

Obtivemos assim um valor de 1162,85 L/min, com este resultado podemos perceber que a calha dimensionada irá suportar a vazão de projeto.

### 2.2.2. Condutor vertical

Tabela 5 - Dimensionamento de condutor vertical. Fonte: Adaptação da NBR 10844/89.

Dimensionamento de Condutor Vertical		
Tabela de condutor vertical		
Capacidade de condução de condutores verticais de PVC ou Chapa galvanizada		
Polegadas	Milímetros	Vazão (L/s)
2	50	0,57
3	75	1,76
4	100	3,83
6	150	11,43
8	<b>200</b>	25,18

Transformação L / min em L / s	
Litros por minuto	884,46
Litros por segundo	14,74

Com o valor da vazão de projeto na unidade de medida adequada, que é representada por L/s, tem um valor de 14,74, que é necessário para que analisemos a tabela de condutores verticais, com este dado observamos a necessidade de o condutor ter um diâmetro interno de 200mm.

### 2.2.3. Dimensionamento do reservatório

Para o dimensionamento do reservatório, utilizaremos o método de Rippl, tendo como diretriz a média de chuvas mensais da cidade de Santos/SP, onde devemos aplicar estes dados na tabela na qual devemos também, estipular uma demanda que este armazém irá necessitar de água por mês, aplicar a área de captação.

O cálculo de demanda baseia-se no consumo de água mensal utilizado pelo armazém, levando em conta que esta será utilizada para fins não potáveis como, por exemplo, lavagem do armazém, resfriamento do mesmo (através de lançamento da mesma no telhado da edificação) e até mesmo para descarga em bacias dentro de banheiros ou vestiários próximos ao armazém.

Com estes valores, podemos começar a calcular o volume de chuva mensal que é o produto entre chuva média mensal, área de captação e coeficiente de escoamento superficial.

Para evitarmos uma possível escassez de água neste reservatório, o dimensionamento do mesmo deve ser calculado sempre como se estivesse cheio.

A coluna 6 da tabela nada mais é que a diferença entre os volumes de demanda e chuva, os campos desta coluna que obtiveram um resultado negativo, significam que o volume mensal de chuva supriu a demanda, caso contrário a mesma não foi atendida.

Tabela 6 - Dimensionamento de reservatório. Fonte: TOMAZ, 2011

Dimensionamento de Reservatório							
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda constate mensal (m <sup>3</sup> )	Área da captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Diferença entre os volumes da demanda - vol. De chuva Col. 3 - Col. 5 (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m <sup>3</sup> )	Obs.
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	304	32	306,75	75	-43	0	E
Fevereiro	217	32	306,75	53	-21	0	E
Março	226	32	306,75	55	-23	0	E
Abril	197	32	306,75	48	-16	0	E
Maiο	138	32	306,75	34	-2	0	E
Junho	93	32	306,75	23	9	9	D
Julho	127	32	306,75	31	1	10	D
Agosto	72	32	306,75	18	14	24	D
Setembro	115	32	306,75	28	4	<b>28</b>	D
Outubro	146	32	306,75	36	-4	24	S
Novembro	186	32	306,75	46	-14	10	S
Dezembro	247	32	306,75	61	-29	0	E
Total	2068	384 m <sup>3</sup> /ano		508 m <sup>3</sup> /ano			

E: água escoando pelo extravasor D: nível de água baixando S: nível de água subindo

Média de precipitação mensal referente aos anos de 2000 a 2015

O tamanho deste reservatório é obtido na somatória dos valores positivos onde nos mostrou o valor mais alto de 28 m<sup>3</sup>, o qual adotaremos para o nosso reservatório.

#### 2.2.4. Sistema de limpeza do reservatório

##### 2.2.4.1. Uso do cloro

Vamos utilizar o hipoclorito de sódio para desinfecção do reservatório, sabendo que há necessidade de uma cautela devido o cloro ser um produto altamente tóxico e um poderoso oxidante que pode modificar a característica química da água. Este procedimento deverá ser realizado no mínimo uma vez ao ano conforme a ABNT NBR 5626:1998.

##### 2.2.4.2. Grade

Para a retenção de materiais sólidos irá ser implantado grades no final dos condutores verticais, passando pelas mesmas toda água da chuva captada.

Será utilizado uma grade fina de 3/8 polegadas e 20mm nos espaçamentos das barras, com uma inclinação de 70° sendo elas fixas podendo ser retiradas para manutenção manual.

### **3. Metodologia e planejamento de pesquisa**

#### **3.1. Metodologia**

Para este estudo foram aplicadas como base os métodos construtivos executados na construção do armazém, com a sugestão de torná-lo mais sustentável, com base no aproveitamento das águas.

Essas alterações foram consideradas a partir de pesquisa bibliográfica, normas técnicas e estudos aplicados a fim de proporcionar o melhor resultado possível e mais próximo da realidade, para que a medida anteriormente citada traga benefícios tanto financeiro quanto em relação à preservação de fontes renováveis.

Para o estudo construtivo do empreendimento, levamos em consideração a logística de execução utilizado pela construtora responsável pela obra, que segue procedimentos internos, além de normas regulamentadoras.

A utilização de medidas sustentáveis nos armazéns foram levantadas através de pesquisas bibliográficas encontradas tanto na internet como em livros técnicos, normas vigentes e padronizadas pela ABNT, monografias, artigos, visitas técnicas como a realizada ao terminar de exportação de Guarujá, TEG, além dos conhecimentos de cada um dos integrantes do grupo, que foram adquiridos através de suas experiências no mercado de trabalho, conforme realização de estágios em empresas qualificadas, inclusive na construtora responsável pela realização do novo armazém.

#### **3.2. Etapas do trabalho**

O trabalho em questão foi realizado em inúmeras etapas distintas começando com a escolha do grupo, do tema e do orientador. Após a definição do tema, foi

realizada uma reunião com o orientador para formalizarmos as informações anteriores.

Após a definição do tema com nosso orientar, começamos a elaboração do anteprojeto, tal etapa constituída de reuniões com o orientador, realização de pesquisas relacionadas ao tema, visitas técnicas, preenchimento de ATA's e elaboração do anteprojeto em si.

Com estas etapas encerradas, iniciou-se a revisão e correção do anteprojeto junto ao orientador e realizou-se algumas pesquisas complementares para aprofundar melhor ao tema e melhor expor a informação a quem lê.

O grupo também tem como objetivo participar dos congressos CONIC e COBRIC no segundo semestre de 2016.

### 3.3. Coleta de informações

A coleta de informações para realização do trabalho foi feita através de consulta a pessoas que trabalham no setor portuário e a profissionais relacionado as áreas de elétrica, Portos, hidrologia/hidráulica e construção civil. Também aplicadas informações coletadas de normas técnicas e bibliografias em geral, além do estudo prático para proporcionar resultados mais próximos dos reais.

#### **4. Conclusão**

Devido aos fatos apresentados neste trabalho, concluímos que, as obras de novos armazéns visam o aumento de capacidade do referido, e tomando como parâmetro o galpão analisado, verificou-se que devido sua nova estrutura, com paredes altas e resistentes e altura do telhado, sua capacidade de armazenamento passou de 18 mil toneladas para 89 mil toneladas, portanto destaca-se que aproveitamento da área construtiva do empreendimento com projeto bem elaborado, planejamento adequado e aplicação de métodos da construção civil de qualidade, conforme demonstrado neste TCC, acarretou em um significativo aumento de capacidade de carga e movimento logístico.

Ainda de acordo com os cálculos e estudos elaborados neste trabalho, verificou-se que é totalmente viável a sugestão colocada em pauta, ou seja, a implantação de sistema de aproveitamento de águas pluviais através de condutores horizontais, verticais e reservatório, dimensionados a partir de uma demanda e da área de captação do galpão. Esta medida agrega fator de sustentabilidade na edificação, podendo utilizar essa água pluvial para diversos fins, como lavagens em geral, irrigação de jardins, águas cinza (banheiros) e até mesmo em combates à pequenos focos de incêndio.

As hipóteses deste trabalho foram respondidas com êxito na visão principal do grupo, tratando que a construção de armazéns tem-se baseado em sustentabilidade sempre que possível, conforme demonstrado neste trabalho com a reutilização do solo escavado, evitando o descarte e transporte inadequado do material e principalmente, destaca-se a sugestão de implantação do sistema de aproveitamento das águas provenientes de chuva, tendo em vista que há nestes empreendimentos grande áreas de captação e a instalação destes sistemas definiram-se como viáveis, conforme demonstrado nos cálculos apresentados.

Os objetivos deste trabalho foram atingidos, em razão de se ter conseguido demonstrar as etapas de construção do armazém e também pelo fato da evidente possibilidade da implantação de obras sustentáveis, inclusive com estruturas capazes de aproveitar a água da chuva.

A metodologia para execução do trabalho baseou-se na obra do Armazém "X", com conceitos e planejamentos utilizados na efetivação deste empreendimento, adicionalmente a este fator, o grupo realizou visitas técnicas a outros terminais, tanto da cidade de Santos como do município de Guarujá. Além destas experiências foram essenciais as pesquisas bibliográficas, baseando-se principalmente em normas técnicas da Engenharia Civil, artigos e monografias sobre os temas abordados neste trabalho.

Concluimos este trabalho salientando outros estudos que podem ser feitos realizados a partir deste trabalho, como a implantação de outras técnicas sustentáveis, sendo elas, instalação do sistema fotovoltaico, iluminação com lâmpadas LEDS e iluminação natural utilizando garrafas pets, verificando assim suas novas demandas de energia e custo para manutenção. Além disso, sugere-se como pesquisa complementar à este TCC novas tecnologias construtivas para armazéns e a verificação do barateamento no custo geral da obra com a reutilização do solo escavado no mesmo.

## Referências Bibliográficas

A Tribuna - **Incêndio em terminal açucareiro mobiliza bombeiros em Santos.**

(2014). Disponível em: <<http://www.atribuna.com.br/noticias/noticias-detalle/cidades/incendio-em-terminal-acucareiro-mobiliza-bombeiros-em-santos/?cHash=39bcfb332544f9c66b8a6a882cbea7ad>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

AXION - **Tela soldada nervurada Gerdau.** (2015). Disponível em: <[http://www.axionconstrucoes.com.br/arquivos\\_downloads/metallica/gerdau%20-%20tabela%20de%20telas%20soldadas.pdf](http://www.axionconstrucoes.com.br/arquivos_downloads/metallica/gerdau%20-%20tabela%20de%20telas%20soldadas.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2015

BARCO, R. F. **O Futuro do porto de Santos** (2011). Disponível em: <[http://www.italcam.com.br/download/apresentacao\\_italia.pdf](http://www.italcam.com.br/download/apresentacao_italia.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JÚNIOR, G. A. **Instalações hidráulicas prediais, feitas para durar: usando tubos de PVC.** São Paulo: Pró Editores Associados, 1998.

CIIAGRO. **Centro integrado de informações agrometeorológicas.** (2016). Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/quadros/qchuvaperiodo.asp>>. Acesso em: 10 out. 2016.

CRESESB. **Centro de Referência para Energia Eólica Sérgio Brito.** Coletânea de Artigos - Energias Solar e Eólica. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL). 2004. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

GEOFUND - FUNDAÇÕES ESPECIAIS. **Controle tecnológico de fundações.** (2016). Disponível em: <<http://www.geofund.com.br/?p=241>>. Acesso em: 22 ago. 2015.

GERDAU - **Perfis estruturais.** Disponível em: <<https://www.gerdau.com/br/pt/produtos/perfis-estruturais-gerdau#ad-image-0>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

GLEICK, P. H. **Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources.** Oxford University Press, Inc. 1993.

GNADLINGER, J. **Colheita de Água de Chuva em Áreas Rurais**. Juazeiro/BA: IRPAA, 2000.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Governo do Estado do Rio de Janeiro. **Limpeza e Higienização de Reservatórios de água**. 2016. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Licenciamento/Limpezaehigienizao/deres/index.htm&lang=>>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

JACOBI, P. **A água na terra está se esgotando? É verdade que no futuro próximo teremos uma guerra pela água?** 2008. Disponível em: <<http://www.geologo.com.br/agua/histeria.asp>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

MAIDMENT, D. R. **Handbook of Hydrology**. McGRAW HILL Inc. 1st. Edition. New York. 1993

MELO, V. O.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**. Rio de Janeiro: SBPC, 1988.

NBR 10844:1989 - Instalações prediais de águas pluviais.

NBR 12131:1992 - Prova de carga estática

NBR 9952:1998 - Manta asfáltica com armadura para impermeabilização - requisitos e métodos de ensaio

NBR 5926:1998 - Instalação predial de água fria.

NBR 6032:2002 - Abreviação de títulos de periódicos e publicações seriadas – Procedimento

NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos

NETTO, J. M. A.; FERNANDEZ y FERNANDEZ, M.; ARAUJO, R.; et. al. **Manual de Hidráulica**. 8º Ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1998, 668p. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Lei das Águas - Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. In: Recursos Hídricos – Conjunto de normas legais. Brasília: 3 Ed. da MMA, 2004. p.23-40.

PALMIER, L. R. **A necessidade das bacias experimentais para a avaliação da eficiência de técnicas alternativas de captação de água na região semiárida do**

**Brasil.** In. 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido. Campina Grande/PB, 2001. Disponível em: <[http://www.abcmac.org.br/files/simposio/3simp\\_luizpalmier\\_anecessidadedebaciasexperimentais.pdf](http://www.abcmac.org.br/files/simposio/3simp_luizpalmier_anecessidadedebaciasexperimentais.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2016.

PLANETA ORGÂNICO. **Tecnologias podem agregar sustentabilidade.** Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/site/>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Uso racional da água em edificações.** Rio de Janeiro: ABES, 2006.

RODRIGUES, A. **Gerenciamento da informação contábil e regulação: evidências no mercado brasileiro de seguros.** 2008. Tese de Doutorado (Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade). Universidade de São Paulo, USP/SP, 2008.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura em área urbana para fins não potáveis.** 2009. Disponível em: <<http://nascecme.com.br/2014/wp-content/uploads/2015/02/capitulo8.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.** Capítulo 1- Conceito de aproveitamento de água de chuva. 2011. Disponível em: <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro\\_aprov.\\_aguadechuva/Capitulo%2001.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Capitulo%2001.pdf)>. Acesso em: 08 abr. 2016.

TOMAZ, P. **Previsão do consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos.** São Paulo: Navegar, 1999.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. M. et al. **Avaliação e controle da drenagem urbana.** Porto Alegre: Ed. ABRH, 2000.

UEHARA, K.; PORTO, R. L.; Hidrologia aplicada: previsão de enchentes, métodos probabilísticos, notas de aula, disciplina 307, durante o ano de 1980. São Paulo: EPUSP, 1980.