

**FAAT**  
**FACULDADES ATIBAIA**

---

---

**CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL SUSTENTÁVEL:**  
**Estudo de caso em Atibaia.**

---

---

**Atibaia**

**2017**

**Alan Marcos Ribeiro de Moraes – RA 4613003**

**Cicera dos Santos – RA 4513041**

**Michel Rodrigues – RA 4613087**

**Vinicius Lima Igel – RA 4513302**

---

---

**CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL SUSTENTÁVEL:**

**Estudo de caso em Atibaia.**

---

---

Monografia apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso IV, do Curso de Engenharia Civil, da Instituição Educacional Atibaiense LTDA –Faculdades Atibaia- FAAT, sob orientação da Prof<sup>ª</sup>. Adélia Mara Massulo, como exigência para conclusão do curso de graduação.

**Atibaia**

**2017**

## **Agradecimentos:**

*A Deus por ter dado sua benção em todo momento para que pudéssemos continuar nosso estudo.*

*Aos familiares, amigos e todas as pessoas que torceram e acreditaram , nosso muito obrigado!*

*Aos Professores Carolina Alvares Camillo Raymundo, Henrique Raymundo, Fernanda Rocha Pereira e Carla Matheus, obrigada por todo o apoio e ajuda para a elaboração deste projeto.*

*Agradecemos especialmente a nossa orientadora, Professora Adélia Mara Massulo, sua postura sempre positiva, de incentivo, paciência e ética foram e sempre serão exemplos a serem seguidos!*

## **Resumo:**

Sustentabilidade é a forma de desenvolvimento que atenda as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das próximas gerações de suprir as próprias necessidades. A construção civil é uma das atividades da sociedade que geram impactos ambientais extremamente elevados e, mediante este cenário, a construção sustentável visa atender as necessidades da atual geração sem comprometer recursos de futuras gerações. A concepção de um edifício sustentável visa o uso de recursos naturais de forma eficiente, entre eles a água, energia e materiais, através de medidas e procedimentos construtivos com foco na redução dos impactos da construção e minimização dos impactos a saúde da população e ao meio ambiente. LEED ou Leadership in Energy and Environmental Design é uma certificação criada pelo USGBC, uma ferramenta que pretende incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade, que possui rigorosos padrões e diretrizes para sua obtenção. O presente trabalho demonstra a metodologia para o desenvolvimento de um edifício comum e, através de métodos e diretrizes da certificação LEED de construção sustentável, corrobora itens e formas para o desenvolvimento de um edifício sustentável que consiga atingir a pontuação necessária para a certificação em questão. Explana que através de um planejamento eficiente, desde sua concepção até a entrega, é possível desenvolver uma construção sustentável mantendo o mesmo custo financeiro de uma construção comum e produzindo menos impactos ao meio ambiente, valendo-se do uso eficiente da água e energia, diminuição da geração de resíduos e implantação de novas tecnologias.

Palavras chave: Construção civil; Edifício sustentável; Certificação LEED.

## **Lista de Ilustrações:**

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Selos dos Níveis de Certificação .....  | 17 |
| Figura 2: Lava rodas .....  | 18 |
| Figura 3: Lava rodas. ....  | 18 |
| Figura 4:Desempenho de lajes, carregamento x vão. ....  | 39 |
| Figura 5: Prioridades a serem consideradas em um projeto sustentável. ....  | 52 |
| Figura 6: Módulos Bubbledeck .....  | 57 |
| Figura 7: Painéis acabados. ....  | 57 |
| Figura 8: Escoramento de Vigas.....   | 58 |
| Figura 9: Colocação de painéis.....   | 59 |
| Figura 10: Reforço nas juntas.....  | 59 |
| Figura 11: Armadura adicional.....  | 60 |
| Figura 12: Concretagem.....   | 60 |
| Figura 13: Classificação das edificações e área de risco quanto a altura.....                                     | 76 |
| Figura 14: Classificação da edificação quanto a altura.....   | 76 |
| Figura 15: Classificação das Edificações e Áreas de Risco quanto a carga de incêndio. ....                        | 76 |
| Figura 16: Exigências para edificações.....   | 77 |
| Figura 17: Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m <sup>3</sup> )<br>..... | 78 |
| Figura 18: Descrição de metragem e vazão do aspersor.....   | 78 |
| Figura 19: Dimensões do pilar.....  | 84 |
| Figura 20:Carga Distribuída na Estrutura .....  | 85 |
| Figura 21:Diagrama de Cortante da Estrutura.....  | 85 |
| Figura 22:Diagrama de Momentos da Estrutura.....  | 86 |
| Figura 23:Deformação da Estrutura.....  | 86 |
| Figura 24: Armação dos Pilares.....   | 88 |
| Figura 25: Piso Grama .....   | 89 |
| Figura 26: Exemplo de Execução .....  | 90 |
| Figura 27: Piso grama ou Concregrama.....   | 91 |
| Figura 28: Válvula para Mictório Vision .....   | 92 |
| Figura 29: Medidas de Projeto.....  | 92 |
| Figura 30:Torneira Eletrônica cód.1195-EL-REG-VR.....   | 93 |
| Figura 31: Torneira com Sensor Lateral Parede.....  | 93 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 32: Descargas Automáticas Sensorizadas .....     | 94  |
| Figura 33: Secador de Mãos Sensorizado .....            | 95  |
| Figura 34: LED vs CFL.....                              | 95  |
| Figura 35: Ficha Técnica.....                           | 96  |
| Figura 36: Tabela de Medidas .....                      | 97  |
| Figura 37: Ficha Técnica.....                           | 97  |
| Figura 38: Modo de fixação das placas.....              | 97  |
| Figura 39: Brise para fachada.....                      | 98  |
| Figura 40: Fabricação das Placas de Polipropileno ..... | 99  |
| Figura 41: Ciclo de Reciclagem .....                    | 100 |
| Figura 42: Materiais .....                              | 100 |
| Figura 43: Materiais do suporte da placa .....          | 101 |
| Figura 44: Chapas de fixação .....                      | 101 |
| Figura 45: Ilustração da montagem .....                 | 102 |
| Figura 46: Sistema de dutos de ar.....                  | 102 |
| Figura 47: Sistema de dutos de ar.....                  | 103 |
| Figura 48: Relatórios Gerenciais .....                  | 111 |
| Figura 49: Cronograma da Obra.....                      | 112 |

## **Lista de Tabelas:**

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1: Pontuação das Categorias .....   | 17  |
| Tabela 2: Estimativa de Consumo diário de água em edifícios.....                           | 40  |
| Tabela 3: Estimativa de população em Edifícios:.....                                       | 41  |
| Tabela 4: Unidades Hunter de Contribuição dos Aparelhos .....                              | 46  |
| Tabela 5: Dimensionamento do tubo de queda. ....   | 47  |
| Tabela 6: Dimensionamento do ramal de ventilação .....                                     | 47  |
| Tabela 7: Dimensionamento da coluna de ventilação.....                                     | 48  |
| Tabela 8: Características gerais da laje bubbledeck: .....                                 | 56  |
| Tabela 9: Conexões utilizadas na sucção. ....  | 71  |
| Tabela 10: Conexões utilizadas no Recalque: .....  | 71  |
| Tabela 11: Dados Pluviométricos de Atibaia, 2011 – 2016.....                               | 79  |
| Tabela 12: Resultado da aplicação do método Rippl:.....                                    | 80  |
| Tabela 13: Fator S2.....   | 82  |
| Tabela 14: Calculo da Pressão de Obstrução .....   | 82  |
| Tabela 15: Coeficiente de Arrasto .....  | 83  |
| Tabela 16: Calculo da ação do vento na edificação.....                                     | 83  |
| Tabela 17: Distribuição do Vento na Estrutura com as cargas do Elevador e Caixa d'água ... | 84  |
| Tabela 18: Momento de 1ª Ordem.....  | 87  |
| Tabela 19: Momento de 2ª Ordem.....  | 87  |
| Tabela 20: Calculo N1 e N2 .....   | 87  |
| Tabela 21: Calculo do As para cada trecho.....   | 88  |
| Tabela 22: Pontuação Leed .....  | 104 |

## Lista de Abreviaturas e Siglas:

|                |  |
|----------------|--|
| A              | Área   |
| ABNT           | Associação Brasileira de Normas Técnicas   |
| Art.           | Artigo   |
| ASBEA          | Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura   |
| ASFAMAS        | Associação Brasileira de Fabricantes de Metais e Equipamentos para Saneamento                |
| ASHRAE         | American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers                    |
| ATT            | Áreas de Transbordo e Triagem  |
| BOVESPA        | Bolsa de Valores do Estado de São Paulo.   |
| CBCS           | Conselho Brasileiro de Construção Sustentável  |
| Cd             | Consumo diário   |
| CEMPRE         | Compromisso Empresarial para Reciclagem  |
| CFC            | Clorofluorcarbono  |
| CM             | Centímetro   |
| CO2            | Gás Carbônico  |
| CONAMA         | Conselho Nacional do Meio Ambiente   |
| CPIII          | Cimento Portland de alto forno   |
| DAEE           | Departamento de Água e Energia Elétrica  |
| Dap            | Diâmetro do Alimentador Predial  |
| DN             | Diâmetro Nominal   |
| Drec           | Diâmetro de Recalque   |
| GBC            | Green Build Council  |
| H              | Hora   |
| IPT            | Instituto de Pesquisas Tecnológicas  |
| ISE            | Índice de Sustentabilidade Empresarial   |
| ISO            | International Organization For Standardization   |
| IT             | Instrução Técnica  |
| Kg             | Quilograma   |
| Kgf            | Quilograma força   |
| KPa            | Kilopascal   |
| L              | Litro  |
| LEED           | Leadership in Energy and Environmental Design  |
| LEED BD + C    | Leadership in Energy and Environmental Design for Building Design and Construction           |
| LEED NC        | Leadership in Energy and Environmental Design New Construction Leq – Comprimento Equivalente |
| LV             | Lavatório  |
| M              | Metro  |
| M <sup>2</sup> | Metro Quadrado   |
| M <sup>3</sup> | Metro Cubico   |



|          |   |
|----------|---|
| MC       | Mictório  |
| Min      | Minuto  |
| MJ       | Megajoule   |
| MM       | Milímetro   |
| NBR      | Norma Brasileira  |
| P        | Potência  |
| PBQP     | Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade                                  |
| PNE      | Portador de Necessidades Especiais  |
| PVC      | Polyvinyl Chloride  |
| Qap      | Vazão do Alimentador Predial  |
| Qr       | Vazão de Recalque   |
| RCC      | Resíduos da Construção Civil  |
| RTI      | Reserva Técnica de Incêndio   |
| S        | Segundo   |
| SABESP   | Saneamento Básico do Estado de São Paulo  |
| SIAMFESP | Sindicato da Industria de Artefatos de Metais não Ferrosos do Estado de São Paulo |
| SPDA     | Sistema de Proteção contra descargas atmosféricas                                 |
| SPT      | Standart Penetration Test   |
| T        | Tempo   |
| TESIS    | Tecnologia de Sistemas e Engenharia   |
| UHC      | Unidade Hunter de Contribuição  |
| USGBC    | United States Green Build Council   |
| Vap      | Velocidade do Alimentador Predial   |
| VS       | Vaso Sanitário  |

## Sumário

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Introdução .....   | 14 |
| 1.1   | Objetivos .....  | 15 |
| 1.2   | Metodologia .....  | 15 |
| 2     | Certificação LEED - Leadership in Energy and Environmental Design.....   | 16 |
| 2.1   | Certificação LEED: Pontuações.....                                       | 16 |
| 2.2   | LEED NC.....   | 17 |
| 2.2.1 | Espaço Sustentável.....  | 18 |
| 2.2.2 | Uso Racional de Água .....   | 20 |
| 2.2.3 | Energia e Atmosfera .....  | 21 |
| 2.2.4 | Materiais e Recursos.....  | 22 |
| 2.2.5 | Qualidade Ambiental Interna .....  | 22 |
| 3     | Construindo um edifício .....  | 23 |
| 3.1   | Infraestrutura.....  | 33 |
| 3.2   | Supra Estrutura.....   | 36 |
| 3.3   | Instalações Hidrossanitárias – Sistema Predial de Água Fria .....        | 39 |
| 3.4   | Instalações Hidrossanitárias – Sistema Predial de Esgoto Sanitário ..... | 45 |
| 3.5   | Segurança Contra Incêndio .....  | 48 |
| 3.6   | Captação de água pluvial e dimensionamento do reservatório. ....         | 50 |
| 4     | Construção Sustentável.....  | 52 |
| 4.1   | Energia Elétrica: .....  | 53 |
| 4.2   | Destinação de resíduos da construção civil .....                         | 55 |
| 4.3   | Sistema Bubbledeck- Laje de concreto com esferas plásticas .....         | 56 |
| 5     | Procedimentos adotados .....   | 62 |
| 6     | O Estudo de Caso .....   | 64 |
| 6.1   | Classificação: .....   | 64 |
| 6.2   | Serviços Preliminares .....  | 64 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 6.3   | Instalações Provisórias.....   | 64 |
| 6.4   | Trabalhos em terra.....  | 64 |
| 6.5   | Infraestrutura.....  | 65 |
| 6.6   | Superestrutura.....  | 65 |
| 6.7   | Vedação .....  | 65 |
| 6.8   | Coberturas e proteções.....  | 65 |
| 6.9   | Forros e elementos decorativos.....  | 65 |
| 6.10  | Pavimentações.....   | 65 |
| 6.11  | Piso .....   | 65 |
| 6.12  | Instalações hidráulica e sanitária.....  | 66 |
| 6.13  | Instalação contra incêndio.....  | 66 |
| 6.14  | Reservatórios e Cisternas.....   | 66 |
| 6.15  | Limpeza .....  | 66 |
| 6.16  | Declarações Finais.....  | 66 |
| 7     | Dimensionamento do Sistema Predial de Água fria.....                               | 67 |
| 7.1   | Estimativa das vazões diárias – Consumo diário (Cd) .....                          | 67 |
| 7.1.1 | Dimensionamento do Reservatório – Segundo ao uso corrente: .....                   | 67 |
| 7.1.2 | Reserva Técnica de Incêndio (20% do consumo diário): .....                         | 67 |
| 7.1.3 | Volume total de Reservação: .....  | 67 |
| 7.1.4 | Cálculo do Reservatório Inferior – 3/5 do Cd ou 60% do Cd.....                     | 67 |
| 7.1.5 | Cálculo do Reservatório Superior –2/5 do Cd ou 40% do Cd. ....                     | 67 |
| 7.1.6 | Dimensionamento do Reservatório .....  | 67 |
| 7.2   | Alimentador Predial.....   | 68 |
| 7.3   | Dimensionamento do Extravasor e limpeza dos reservatórios inferior e superior..... | 69 |
| 7.3.1 | Tubulação de Limpeza Reservatório Inferior .....                                   | 69 |
| 7.3.2 | Tubulação de Limpeza Reservatório Superior.....                                    | 69 |
| 7.3.3 | Tubulação do Extravasor .....  | 69 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 7.4   | Dimensionamento da tubulação de sucção e recalque.....              | 69 |
| 7.4.1 | Tubulação de recalque: .....  | 69 |
| 7.4.2 | Tubulação de Sucção .....   | 70 |
| 7.5   | Cálculo para Dimensionamento da Bomba.....                          | 70 |
| 7.5.1 | Sucção.....   | 70 |
| 7.5.2 | Recalque.....   | 71 |
| 7.6   | Dimensionamento do Ramal, Sub ramal, coluna e barrilete.....        | 72 |
| 8     | Instalações Hidráulicas – Sistema Predial de Esgoto Sanitário ..... | 73 |
| 8.1   | Dimensionamento do Tubo de Queda .....                              | 73 |
| 8.2   | Dimensionamento do ramal de ventilação:.....                        | 74 |
| 8.2.1 | Dimensionamento da Coluna de Ventilação .....                       | 74 |
| 8.3   | Calculo e Dimensionamento Esgoto da Cozinha .....                   | 75 |
| 8.4   | Dimensionamento do Tubo de Gordura .....                            | 75 |
| 8.4.1 | Dimensionamento da Caixa de Gordura.....                            | 75 |
| 9     | Captação de Água pluvial .....                                      | 76 |
| 9.1   | Definição da Reserva de Incêndio:.....                              | 76 |
| 9.2   | Definição do Volume para o paisagismo:.....                         | 78 |
| 9.3   | Captação de água pluvial e dimensionamento do reservatório. ....    | 79 |
| 9.3.1 | Dados Pluviométricos.....   | 79 |
| 9.3.2 | Área de captação: .....   | 80 |
| 10    | Dimensionamento da Laje Bubbledeck .....                            | 81 |
| 10.1  | Materiais e cargas:.....  | 81 |
| 11    | Calculo Estrutural.....   | 82 |
| 11.1  | Cálculo dos Momentos .....  | 84 |
| 11.2  | Detalhamento da Armadura Principal: .....                           | 88 |
| 12    | Materiais definidos para o Edifício Comercial - Leed.....           | 89 |
| 12.1  | Concregrama (Piso Grama).....                                       | 89 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 12.2   | Válvula de descarga para Mictório Vision.....     | 91  |
| 12.3   | Torneira Eletrônica .....                         | 92  |
| 12.4   | Vaso Sanitário com caixa acoplada: .....          | 94  |
| 12.5   | Secador de Mãos Sensorizado:.....                 | 95  |
| 12.6   | Lâmpadas Led: .....                               | 95  |
| 12.7   | Forros Removíveis: .....                          | 96  |
| 12.8   | Brisas para Fachada .....                         | 98  |
| 12.9   | Piso Elevado de Termoplástico .....               | 98  |
| 12.9.1 | Piso Elevado de Termoplástico .....               | 100 |
| 12.10  | Madeiras Certificadas .....                       | 103 |
| 13     | Certificação LEED: Pontuação a ser obtida.....    | 104 |
| 13.1   | Espaços sustentáveis:.....                        | 106 |
| 13.1.1 | Escolha do Terreno.....                           | 106 |
| 13.1.2 | Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade ..... | 106 |
| 13.1.3 | Transporte Alternativo.....                       | 106 |
| 13.1.4 | Desenvolvimento do Espaço .....                   | 106 |
| 13.1.5 | Projeto Para Água Pluviais .....                  | 106 |
| 13.2   | Uso Racional de Água .....                        | 107 |
| 13.2.1 | Uso Eficiente de Água no Paisagismo.....          | 107 |
| 13.2.2 | Redução do Consumo de Água .....                  | 107 |
| 13.3   | Energia e Atmosfera .....                         | 107 |
| 13.3.1 | Comissionamento dos Sistemas de Energia.....      | 107 |
| 13.3.2 | Performance Mínima de Energia.....                | 107 |
| 13.3.3 | Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes.....    | 107 |
| 13.3.4 | Otimização da Performance Energética.....         | 108 |
| 13.3.5 | Geração de Energia Renovável .....                | 108 |
| 13.3.6 | Melhoria no Comissionamento .....                 | 108 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 13.4   | Materiais e Recursos.....  | 108 |
| 13.4.1 | Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis.....  | 108 |
| 13.4.2 | Gestão de Resíduos na Construção.....  | 108 |
| 13.4.3 | Reuso de Materiais .....   | 108 |
| 13.4.4 | Conteúdo Reciclado.....  | 109 |
| 13.4.5 | Materiais Regionais .....  | 109 |
| 13.4.6 | Madeira Certificada .....  | 109 |
| 13.5   | Qualidade Ambiental Interna .....  | 109 |
| 13.5.1 | Aumento da ventilação .....  | 109 |
| 13.5.2 | Materiais de Baixa Emissão .....   | 109 |
| 13.5.3 | Controle de Sistemas – Iluminação .....  | 109 |
| 13.5.4 | Controle de Sistemas – Ventilação.....   | 110 |
| 13.5.5 | Iluminação Natural .....   | 110 |
| 14     | Relatórios Gerenciais e Cronograma da obra: .....  | 111 |
| 15     | Conclusão:.....  | 113 |
| 16     | Referências Bibliográficas: .....  | 114 |
| 17     | Anexos .....   | 119 |
|        | Anexo 1 – Abaco de Fair Whipple Hsiao .....  | 119 |
|        | Anexo 2: Tabela de Perda de Carga Localizada para PVC ou Cobre.....  | 120 |
|        | Anexo 3 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização ..... | 121 |
|        | Anexo 4: Nomograma de Pesos, Vazões e Diâmetros.....   | 122 |
|        | Anexo 5: Planilha para cálculo de pressão dinâmica e estática.....   | 123 |
|        | Anexo 6: Características do piso vinílico.....   | 127 |
|        | Anexo 7: Ábaco A-72 .....  | 128 |

## **1 Introdução**

A sustentabilidade é um ideal sistemático que se produz principalmente pela ação e pela constante busca pelo desenvolvimento econômico e ao mesmo tempo a preservação do meio ambiente, visando à sobrevivência do planeta tanto no presente quanto no futuro, ou seja, está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro, garantindo a médio e longo prazo um planeta em boas condições para o desenvolvimento das diversas formas de vida, inclusive a humana.

A Construção Civil é uma das atividades que mais causam impactos ao meio ambiente, é poluente e possui um produto final que consome muitos recursos naturais. A construção de edifícios geram os maiores impactos, seja na fase da construção ou reforma, seja na fase de operação.

O presente trabalho tem como proposta a construção de um edifício comercial sustentável que atenda as necessidades dos usuários e gere baixo impacto ao meio ambiente e apresente viabilidade econômica, sendo desenvolvido de acordo com as diretrizes de certificação LEED, que é uma certificação para construções sustentáveis, concebida e concebido pela organização não governamental americana USGBC.

O cuidado com o meio ambiente deve se manifestar em todas as fases de um empreendimento. O planejamento eficiente é uma das fases mais importantes para o desenvolvimento do projeto como um todo, que desencadeia todo o processo referente à construção do edifício. Erros cometidos nessa fase acarretam prejuízos ambientais, econômicos e sociais futuros. Deve englobar já nessa fase projetos para redução ou eliminação da geração de resíduos e desperdícios durante o uso da matéria prima, entre outras ações posteriores, como a redução do consumo de energia e água e o investimento em novas tecnologias.

Um edifício certificado pelo LEED é a garantia de um projeto de alto desempenho, sustentável e com reconhecimento internacionalmente. A certificação orienta e atesta o comprometimento de uma edificação segundo rigorosos princípios de sustentabilidade, em cada etapa da obra. Sendo assim, o trabalho aborda os processos de execução de um edifício comum, concertos e formas de obter uma construção sustentável e itens e diretrizes necessárias para obtenção da certificação LEED.

## **1.1 Objetivos**

### **Objetivo Geral:**

Desenvolvimento de um edifício comercial modelo utilizando as especificações da certificação LEED de construção sustentável.

### **Objetivos Específicos:**

Demonstrar as etapas da construção de um edifício;

Desenvolver o projeto utilizando diretrizes da construção sustentável;

Avaliar os métodos utilizados e colacionar com o método de créditos da certificação Leed;

## **1.2 Metodologia**

O procedimento metodológico baseia-se numa revisão bibliográfica de artigos técnicos e acadêmicos, monografias, dissertações de mestrados, livros, apostilas de professores atuantes na área, normas nacionais e internacionais com a finalidade de obter uma melhor compreensão do que foi proposto e, com isso, demonstrar as etapas da construção de um edifício, conceitos sobre construção sustentável e certificação LEED.

Após a revisão bibliográfica, foi elaborado o projeto arquitetônico, dimensionamento do sistema predial de água fria e esgoto sanitário, cálculo estrutural para pilares e laje, definidos materiais a serem utilizados. Foi realizado, também, a análise física financeira e cronograma da obra.

Posteriormente a elaboração dos projetos e definições de materiais, sempre com enfoque sustentável, foi correlacionado com as diretrizes da certificação LEED e analisado a pontuação possível para cada categoria da certificação, definindo o tipo de certificação a ser obtida.



## **2 Certificação LEED - Leadership in Energy and Environmental Design**

As diretrizes para reconhecimento do edifício como uma obra sustentável serão obtidas através da certificação pelo sistema LEED, que numa tradução livre significa “Liderança em energia e projeto ambiental”. O LEED é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para construções, cujo principal objetivo é incentivar a construção ou reforma com enfoque sustentável. (GBC BRASIL)

A escolha da certificação ambiental traz diversas vantagens, tanto aos construtores quanto ao usuário da edificação. Como, por exemplo, ter a garantia de um projeto de alto desempenho, com pouco desperdício de energia e materiais. No ponto de vista comercial, os edifícios certificados são considerados menos propensos a obsolescência quando comparados a edifícios convencionais. E do ponto de vista social, há um aumento na conscientização ecológica, saúde e bem estar. (GIULIANO, 2015)

### **2.1 Certificação LEED: Pontuações**

Segundo a GBC Brasil, o sistema de certificação LEED é dividido em categorias ambientais, desempenho e design e uma para créditos regionais. Estas categorias se dividem em sete e cada uma trata de um assunto diferente, sendo elas:

- Espaços Sustentáveis
- Uso Racional de Água
- Energia e Atmosfera
- Qualidade Ambiental Interna
- Materiais e Recursos
- Inovação em Design
- Prioridades Regionais

E segundo a GBC, as cinco primeiras categorias que tratam de assuntos ambientais, possuem pré-requisitos que tem a obrigatoriedade de serem cumpridos, para que o empreendimento receba a certificação. As categorias possuem créditos que valem no mínimo um ponto, que são acumulados a cada meta atingida e a cada requisito ambiental cumprido. Os créditos seguem parâmetros para serem de fácil utilização e compreensão:

- São sempre números positivos e inteiros
- Os créditos são sempre os mesmos, independente do projeto.
- O sistema tem pontuação de zero a cem pontos.

- As categorias de inovação em design e Prioridades regionais concedem pontos extras para o empreendimento.

De acordo com a pontuação que o empreendimento adquire com o atendimento dos créditos propostos ele pode receber quatro níveis diferentes de certificação (Figura 1):

- LEED *certified* – 40 a 49 pontos.
- LEED *Silver* – 50 a 59 pontos.
- LEED *Gold* – 60 a 79 pontos.
- LEED *Platinum* – 80 ou mais pontos.

Figura 1: Selos dos Níveis de Certificação



Fonte: USGBC, 2010.

## 2.2 LEED NC

Existem diversos tipos de certificação LEED, entre eles o LEED BD+C, e a definição pela GBC Brasil é:

O LEED para Projeto e Construção de Edifícios (LEED BD+C) fornece parâmetros para construir um edifício que considere a sustentabilidade de maneira holística, dando a chance de acertar em cheio cada aspecto sustentável, maximizando seus benefícios.

A tabela a seguir (Tabela 1) mostra a distribuição dos pontos para o tipo de certificação citada.

Tabela 1: Pontuação das Categorias

| <b>Categoria Pontuação</b>  | <b>Pontuação LEED NC</b> |
|-----------------------------|--------------------------|
| Espaços Sustentáveis        | 26                       |
| Uso Racional da Água        | 10                       |
| Energia e Atmosfera         | 35                       |
| Materiais e Recursos        | 14                       |
| Qualidade Ambiental Interna | 15                       |
| Inovação e Design           | 6                        |
| Prioridades Regionais       | 4                        |
| Total                       | 110                      |

Fonte: USGBC, 2010.

Para que se consiga conceber o empreendimento seguindo as orientações do LEED e pontuando, devem-se tratar metas de execução e pontuação.

### 2.2.1 Espaço Sustentável

O crédito zero tem a obrigatoriedade de ser executado, e tem por objetivo a redução da poluição provenientes da atividade de construção, controla a erosão do solo, geração de poeira e a sedimentação fluvial.

Faz-se necessário a criação de um controle de erosão e sedimentação, pois evita a perda de solo durante a construção por águas pluviais de escoamento, evita a sedimentação do solo em galerias da rede pública ou córregos de recepção e evita a poluição do ar.

Um sistema muito utilizado, para que se possa evitar o transporte dos sedimentos da obra para vias públicas e evitar poeira, é a instalação de Lava Rodas (Figura 2 e Figura 3), o modelo abaixo reaproveita cerca de 95 % da água e é totalmente automático.

Figura 2: Lava rodas



Fonte: Revista GBC Brasil, 2010

Figura 3: Lava rodas.



Fonte: Revista GBC Brasil, 2010.

### **2.2.1.1 Escolha do Terreno**

Para efeitos de certificação LEED, existem diversas perguntas que devem ser feitas antes da escolha do terreno, para a construção do edifício em questão.

Segundo Yudelson (2013), não se tem flexibilidade na escolha do terreno, no entanto existem situações que são avaliados dois ou mais terrenos, para um possível projeto de edificação sustentável. E as principais perguntas que devem ser feitas para a escolha geralmente incluem:

- Se a edificação que possivelmente será construída funciona melhor no meio urbano, suburbano ou rural.
- Se existem restrições no terreno que por ventura possam prejudicar a construção; como alturas máximas permitidas, drenagem baixa e solo com características pobres, disponibilidade da água, etc.
- Se o terreno está localizado em áreas agrícolas, ou está localizado a mais de 1,5 metros da planície aluvial para que possam ser evitadas possíveis enchentes.
- O terreno em questão está em área que serve de habitat para animais ou plantas, ameaçados de extinção.
- Se o terreno se localiza a cerca de 30 metros de algum manancial que possa ser utilizado.
- Se o terreno tem um bom atendimento pelo transporte público e a menos de 400 metros de duas ou mais linhas de ônibus e a 800 metros de uma estação de trem suburbano, de metrô.
- A existência de serviços comunitários em suas proximidades para que os usuários da edificação não precisem se deslocar, como por exemplo, para almoçar.
- No terreno existem elementos naturais, com árvores, rios, açudes ou mananciais que devem ser protegidos.
- Se existem fontes de energia renovável como ventos fortes, luz do sol com frequência e água para reuso.

### **2.2.1.2 Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade**

Segundo a USGBC (2010), o crédito 2, para ser atendido, é necessário que o empreendimento a ser construído, esteja em um local já desenvolvido, com no mínimo 5.574,18 m<sup>2</sup>/acre, ou a uma distância máxima de aproximadamente 805 metros de áreas residenciais.

### **2.2.1.3 Transporte Alternativo**

Tem por objetivo reduzir a poluição e a impermeabilização do solo, devido aos automóveis (USGBC, 2010). É dividido em quatro sub-créditos:

- Acesso ao Transporte público: para pontuar neste crédito é necessário que o edifício esteja em um raio de 800 metros de uma rodoviária, estação de metrô ou trem.
- Bicletário e Vestiário: para pontuar neste quesito, deve ser feito um bicicletário com vestiários para os ocupantes do edifício.
- Uso de Veículos de Baixa Emissão de Gases: para incentivar a utilização de veículos de baixa emissão de gases, o estacionamento deve ser provido de vagas especiais para este tipo de veículo.
- Área de Estacionamento: Deve-se limitar o número de vagas, ou seja, apenas garantir o uso da legislação local, de modo a evitar o excesso de carros particulares na cidade.

### **2.2.1.4 Desenvolvimento do Espaço**

Este crédito visa conservar áreas verdes, restaurar áreas degradadas e promover uma alta proporção de espaço aberto (USGBC, 2010), onde se divide em dois sub-créditos:

- Proteção e Restauração do Hábitat: As áreas construídas devem estar a uma distância mínima de áreas verdes, com intuito de impedir o impacto ambiental causado pelo empreendimento.
- Maximizar Espaços Abertos: Para pontuar neste sub-crédito, a área de vegetação do terreno deve ser igual ou superior a área impermeabilizada e possuir no mínimo 20% de áreas verdes no total do terreno utilizado.

### **2.2.1.5 Projeto Para Água Pluviais**

Esta categoria também se divide em duas, se baseia na criação de um controle de qualidade e quantidade do volume das águas pluviais. O edifício deverá prover de um plano de manejo de águas pluviais, ou seja, possuirá uma boa drenagem e permeabilidade no terreno, protegendo a rede pública de receber em excesso as águas da chuva.

## **2.2.2 Uso Racional de Água**

O crédito zero é um pré-requisito e deve ser executado, para obter-se a certificação, tem por objetivo a redução do consumo de água total em 20%, tendo como base os consumos previstos.

### **2.2.3 Energia e Atmosfera**

#### **2.2.3.1 Comissionamento dos Sistemas de Energia**

Segundo a USGBC (2010), este tem por objetivo verificar se o edifício está com a rede elétrica instalada e calibrada de acordo com os requisitos de projeto.

Esta verificação é feita por um comissionamento do sistema, ou seja, analisar se a rede foi planejada e instalada corretamente, e se os aparelhos foram testados e operados de acordo com do proprietário.

Para atender esse requisito do LEED deve-se:

- Deve-se designar um profissional como agente de comissionamento, para liderar, revisar e supervisionar este processo.
- O profissional não deve ter nenhuma ligação com a concepção, construção e gestão do projeto, e possuir experiência comprovada em pelo menos dois projetos.
- O profissional deve relatar os dados e conclusões
- Desenvolver e incorporar requisitos de comissionamento
- Implementar um plano de comissionamento
- Verificar a instalação e os sistemas a serem comissionados
- Emitir relatório de conclusões
- Sistemas de aquecimento, ventilação, refrigeração, controles da iluminação artificial e natural, sistemas de energias renováveis devem ser comissionados.

#### **2.2.3.2 Performance Mínima de Energia**

Para ser atendido, o empreendimento precisa demonstrar uma redução no consumo de energia de 10%, e esta redução é calculada em relação a um edifício base de acordo com a norma 90.1-2007 da ASHRAE.

#### **2.2.3.3 Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes**

A fim de reduzir o impacto na camada de ozônio, é inadmissível a utilização de sistema de ventilação que utilizam gases clorofluorcarbonados (CFCs).

#### **2.2.3.4 Otimização da Performance Energética**

O empreendimento a ser construído terá no mínimo ainda em avaliação de redução do consumo de energia, devido a utilização de painéis fotovoltaicos e pele de vidro melhorando o ambiente interno.

### **2.2.3.5 Melhoria do Comissionamento**

Para garantir o pré-requisito 1, da categoria energia e atmosfera e conseguir uma melhora na performance, deve-se primeiramente contratar o agente de comissionamento na fase de desenho do projeto básico, onde o mesmo deve realizar uma revisão do projeto, atendendo aos requisitos do proprietário e junto a sua equipe desenvolver um manual e treinamentos para o pessoal de operação. O agente de comissionamento deve ser envolvido com a equipe de operação, manutenção e seus ocupantes dentro de 10 meses.

## **2.2.4 Materiais e Recursos**

### **2.2.4.1 Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis**

É obrigatório que o edifício tenha uma área destinada a coleta e armazenamento de resíduos recicláveis.

### **2.2.4.2 Gestão de Resíduos na Construção**

Este crédito garante que os resíduos da construção não sejam encaminhados para aterros sanitários ou incineradores, incentivando a reciclagem destes materiais.

Deve-se ter um plano de gerenciamento de resíduos, e para se conseguir a pontuação, segundo a USGBC (2010), no mínimo 50% dos resíduos devem ser encaminhados para reciclagem para obtenção de um ponto.

### **2.2.4.3 Materiais Regionais**

Segundo a USGBC (2010), a fim de reduzir impactos gerados no transporte de materiais, é limitado um raio de 800 quilômetros, e para obter pontuação, 10% ou 20% dos materiais utilizados na obra devem ser produzidos neste raio, conseguindo assim 1 ou 2 pontos respectivamente.

## **2.2.5 Qualidade Ambiental Interna**

### **2.2.5.1 Controle da Fumaça de Cigarros**

Para evitar que os ocupantes do edifício fiquem expostos a fumaça de cigarros, este pré-requisito visa à proibição do uso do cigarro nos ambientes internos.

### **2.2.5.2 Materiais de Baixa Emissão**

Este crédito divide-se em 4 sub-créditos, sendo que cada um vale um ponto, nele é necessário que os materiais utilizados na construção tenham baixa emissão de compostos orgânicos voláteis e contaminantes, os materiais não devem apresentar também ureia em sua composição, o objetivo deste crédito é evitar que os ocupantes, ao fazer o uso do empreendimento, não se contaminem e que não afete a saúde dos mesmos, garantindo assim a qualidade do ar interno.

### **2.2.5.3 Iluminação Natural**

Segundo a USGBC (2010), ao se conseguir a redução da energia, devido a iluminação, aumenta a eficiência energética do edifício, conseguindo assim um ponto.

## **3 Construindo um edifício**

O desenvolvimento de uma obra de construção civil passa desde o processo de escolha do terreno e da criação do projeto arquitetônico, até as etapas de acabamento e limpeza final da obra (AZEREDO, 1997).

Segundo Azeredo (1997) o estudo preliminar da construção foca nos aspectos sociais, técnicos e econômicos, visando a localização do lote e suas características de uso. E para que este estudo seja realizado, o projetista deverá dirigir-se ao local para identificação da testada do lote, o perímetro, a situação do lote na quadra, referência de nível, verificar se existe rede elétrica, rede de água, rede de esgoto, rede de gás, cabos telefônicos, tipo de pavimentação existente na rua e largura da mesma, e o nível econômico das construções ao redor.

Após o estudo preliminar inicia-se o estudo topográfico. Segundo Doubek (1989) “a topografia tem por objetivo o estudo dos instrumentos e métodos utilizados para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana”. “A Topografia tem por finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da esfericidade terrestre” (ESPARTEL, 1987).

De acordo com a NBR 13133 (ABNT, 1991, p. 3), Norma Brasileira para execução de Levantamento Topográfico, o mesmo é definido por:

Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhe visando a



sua exata representação planimétrica numa escala pré-determinada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também pré-determinada e/ou pontos cotados.

Após o estudo preliminar e topográfico do terreno, a próxima etapa é o estudo do solo local. O conhecimento das propriedades físicas do solo é uma etapa muito importante para a escolha do tipo de fundação que irá ser usado na construção de um edifício.

Para Rebello (2008) a sondagem é um procedimento que objetiva conhecer as características naturais do solo, tendo como mais importante sua resistência. Diversos tipos de sondagem podem ser utilizados, algumas superficiais visando um reconhecimento generalizado do terreno e outras profundas que propiciam um reconhecimento mais preciso do solo.

Segundo Melhado e Barros (2002) o ensaio de sondagem a percussão SPT, proporciona valiosos subsídios sobre a natureza do terreno que irá receber a edificação como: características do solo, espessuras das camadas geológicas, posição da cota do nível da água, além de promover informações sobre o tipo dos equipamentos a serem utilizados para movimentos de terra, escavações e o tipo de fundação a ser utilizada.

Pela NBR 6484:1980 a sondagem a percussão SPT é realizada por um equipamento composto de um tripé, do qual se deixa cair de uma altura padronizada igual a 75 centímetros, um peso também padrão de 65 kgf. O peso em questão faz penetrar no solo um tubo de aço padronizado, denominado amostrador Terzaghi. Esse amostrador tem diâmetro de 2” externo e 1 3/8” de diâmetro interno, e este amostrador é fixado em uma haste de 1” que com o decorrer do ensaio vai sendo emendada por rosqueamento, conforme vai se aprofundando. Este amostrador possui duas meias-canais onde podem ser abertas para a visualização do tipo de solo que foi perfurado.

O número de sondagens que devem ser realizados no terreno, sua localização em planta e a profundidade a ser avaliada para o caso de sondagem de reconhecimento estão definidos na NBR 8036:1983.

Os resultados dos ensaios de sondagem devem ser acompanhados de relatórios com as seguintes informações, segundo Capoto (1988):

- Planta de situação dos furos;
- Perfil de cada sondagem com as cotas de onde foram retiradas as amostras;
- Classificação das diversas camadas e os ensaios que permitam classificar;
- Nível do terreno e dos diversos lençóis de água, indicando as respectivas pressões;
- Resistência à penetração do barrilete amostrador;

Após estudos topográficos e solo, inicia-se o canteiro de obras. Pode-se definir canteiro de obra, como, o conjunto de áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção civil (AZEREDO, 1997).

Azeredo (1997) baseia-se em um canteiro de obra para edificações, deixando de lado as obras de maior escala como estradas, barragens e usinas hidrelétricas, com finalidade de fornecer um método de preparação e organização de um canteiro de obras, que lide de condições reais de trabalho. Considera-se que o terreno esteja limpo e com o movimento de terra executado. O canteiro deve ser preparado com a proposta de atender todas as necessidades, assim como a distribuição conveniente do espaço disponível e obedecer às necessidades do desenvolvimento da obra. Estes processos podem ser executados de uma só vez, ou em etapas independentes, de acordo com o andamento dos serviços. No canteiro devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Ligação de água e energia elétrica
- Distribuição de áreas para materiais a granel não perecíveis ;
- Construções: armazém de materiais perecíveis, escritório, alojamento, sanitário;
- Distribuição de máquinas;
- Circulação;
- Trabalhos diversos.

Após comprovação da existência de rede de água na via pública, deve-se providenciar a construção do abrigo, cavalete com o respectivo registro, dentro das normas aplicadas para repartição competente. Apresentam-se os gabaritos fixados pela companhia de água e esgoto, assim como instruções para pedido de ligação. É sempre necessária a confirmação na referida empresa se não houve alterações. Sua localização deverá ser:

- Afastada da entrada do lote máximo 1,5m;
- De fácil acesso para inspeção por parte da concessionária;
- Com percurso simples de caminhamento entre os cavaletes e os reservatórios, caso a ligação seja no futuro usada para abastecimento;
- Com distancia máxima de 7,00 m do portão de entrada;
- POÇO OU CISTERNA- Não existindo rede de água na via pública e nem nas proximidades, tirando a possibilidade de prolongamento da rede, o abastecimento de água para a obra e futuramente para o edifício será abrir um poço de água ou cisterna;

Exigências para a formalização do pedido de ligação:

- Abrigo e cavalete poderão estar localizados:
  - Junto ou até 7,00m (para a esquerda ou para a direita) da entrada principal;
  - Junto ou até 1,5m do alinhamento do terreno.

- A posição do abrigo e cavalete dentro das medidas permitidas no item um, poderá ser perpendicular ou paralela ao alinhamento predial.
- O abrigo e cavalete deverão estar localizados de maneira a permitir sempre o livre acesso.
- O número do imóvel deverá estar correto e afixado em local visível.
- Abrigo e cavalete instalados nas posições permitidas.

#### Formalização do pedido de ligação:

- O pedido de ligação poderá ser formalizado em qualquer unidade de atendimento da Sabesp, pessoalmente ou por telefone.
  - Caso haja débito anterior a concessão da ligação somente ocorrerá após o respectivo pagamento.
  - O valor referente à ligação poderá ser incluído em conta.
- 1- A instalação do abrigo é obrigatória.
  - 2- A porta do abrigo não é obrigatória; se colocada não poderá limitar as medidas internas livres.
  - 3- Complementações do tubo de conexão para conexão da ligação na posição especificada sob o passeio, deverá ser feita com material padrão NBR 5648 (PVC rígido roscável).

O poço de água pode ser:

- a) Artesiano- quando a água se encontra abaixo da camada impermeável e sem necessidade de bombeamento;
- b) Semi-artesiano- quando a água se encontra a baixo da camada impermeável e há necessidade de bombeamento para que ela surja na superfície;

Para abertura de um poço de água provenientes de lençol freático devemos ter cuidado com sua localização; para tanto devemos tomar os seguintes cuidados:

- a) Que seja o mais distante possível das fundações do prédio e construções existentes;
- b) Que seja o mais distante possível de fossas sépticas e de poços negros, a uma distância mínima de 15m.
- c) Que seja um local de pouco transito. (AZEREDO, 1997, p.18)

Azeredo (1997) entende que geralmente a localização do poço é nos fundos da obra, deixando-se a frente para a construção posterior da fossa séptica. A água é trazida para frente, onde geralmente está localizado o canteiro, por meio de tubulação provisória ou simplesmente por mangueira de borracha. O funcionário que executa esse tipo de serviço, o “poceiro”, não faz parte do quadro normal da obra; esse é um serviço especializado fora de rotina.

Os poços normalmente possuem 0,80m a 1,00m, de diâmetro podendo excepcionalmente ter até 2,00m de acordo com a utilização do consumo de água. A capacidade de um poço pode ser definida por metro de altura de água armazenada. Assim um poço de 0,80m de diâmetro, com uma altura de água de 1,00m, tem capacidade de 500 litros aproximadamente. Deverão tomar os seguintes cuidados:

- O poço deverá ser revestido para evitar desbarrancamento ou erosão lateral. Emprega-se comumente tijolo de barro cozido colocado de espelho em crivo a seco, com finalidade de diminuir a carga no fundo do poço, pois do contrário o lençol freático seria vedado pela carga do próprio revestimento anéis e tubo de concreto, sendo este o mais trabalhoso.

- No fundo do poço, após encontrar o lençol freático, constrói-se uma cambota de alvenaria de um tijolo de espessura, assentada com argamassa de cimento e areia no traço de 1:4, ou argamassa mista de cimento ou areia 1:4/12. Essa cambota tem por finalidade evitar a erosão provocada pelo próprio lençol de água e obrigar a água a penetrar no poço pelo fundo e irá também, suportar o revestimento das paredes do poço.
- No fundo geralmente coloca-se uma camada de pedra britada ou carvão vegetal como proteção da válvula de pé do tubo de sucção do conjunto motor e bomba.
- Se o poço e profundo costuma-se executar uma cambota intermediária para aliviar a carga do revestimento.
- Construção de uma cambota superior na “boca” do poço ( superfície do terreno) que deverá aflorar uns 30cm da cota do piso, com finalidade de proteção das águas de chuva, sujeiras, águas de lavagens etc...
- Construção de calçada em volta da cambota, evitando-se penetração das águas.
- Construção da tampa de concreto armado, vedando o poço, deixando somente uma abertura para eventuais inspeções, abertura essa que deverá ter tampa de fácil manuseio.
- Retirada de amostra de água para exame. (AZEREDO, 1997, p.19).

Para obtermos a ligação da luz elétrica no canteiro Azeredo (1997) diz que se deve encaminhar uma carta à concessionária, solicitando estudo e orçamento, juntando a planta do prédio a ser construído, endereço da obra, potência a ser instalada no canteiro e potência do maior motor a ser empregado. Enfatizar que a ligação é provisória, assim como se a ligação será aérea ou subterrânea. Providenciar a instalação para receber a ligação.

- A instalação para ligação aérea será:
    - Poste de cano de ferro fundido;
    - Altura de 6,00m fora do chão e 1,00 enterrado;
    - conduíte de 1 ½”;
    - Cabo número 2\*;
    - Caixa de chapa de aço tipo “L”( padronizada).
  - A instalação para ligação subterrânea será:
    - Cano de 3 ½” de ferro galvanizado até a testado do lote;
    - Caixa de chapa de aço tipo “M” (padronizado) ;
    - A colocação da caixa deverá ser tal , que fique acima do piso 1,50 a 2,00m , a contar da face superior da referida caixa.
- A concessionária fornece normas de instalações e ligações de energia elétrica. Para cada concessionária existem normas próprias. (AZEREDO, 1997, p.20)

Na execução do canteiro, segundo Azeredo, 1997, faz-se necessário a distribuição de áreas para materiais não perecíveis como a areia, as britas, os tijolos, e as madeiras e para os materiais perecíveis como, por exemplo, o cimento e o cal. Existem outros materiais não perecíveis, mas com o custo elevado em relação aos respectivos citados acima, como por exemplo, azulejos, conexões e tubos de ferro galvanizado, conduíte, etc. Esses insumos são aplicados quando a obra encontra-se em um estágio avançado, com sua cobertura já executado, fazendo com que, tenha um espaço coberto para proteger os mesmos dos eventos

climáticos, evitando a construção de um barracão de grande porte, onde iria ocupar mais espaço no canteiro.

**Areia-** No andamento da obra, precisa ter o controle diário do consumo de materiais. Assim como a produção da mão-de-obra para cada serviço, para a devida apropriação. Assim pode-se ter no canteiro um depósito para armazenar a areia e ao mesmo tempo servir para cubagem da quantidade gasta. Constrói-se um cercado de madeira (Tábua de pinho), com o fundo em tijolo ou mesmo em madeira para evitar o contato direto com o solo, com a dimensão aproximada de uma carroceria de caminhão (5,00m x 2,30 x 0,60m). Tomaria-se as dimensões de 5,00m x 2,00m como referentes à base e a altura de 1,00m na frente, por onde é feita a descarga dos caminhões, e a altura de 0,70m, e no fundo, onde são alimentados a betoneira e o amassador. Contaria-se de 10,0cm em 10,0cm, dois cantos opostos ou duas faces internas para efeito de cubagem. Esse cercado tem a capacidade de aproximadamente 6,00m<sup>3</sup> de areia, onde pode-se calcular que 1,00m<sup>3</sup> de areia ocupada um área de 2,00m<sup>2</sup> de terreno.

**Tijolos-** A área de depósito de tijolos de barro é de 0,25m<sup>2</sup> para 250 tijolos, considerando a altura de 1,65m sendo que cada bloco é coroado com dez unidades esparsas para identificação dos outros blocos adjacentes de igual capacidade. Com essa disposição torna-se fácil a conferência pelo almoxarife. Um caminhão de carroceria de dimensões 5,00 x 2,30 m = 11,50m<sup>2</sup>, tem a capacidade de transportar seis milheiros de tijolos, após cada descarga do caminhão para não haver confusão com as pilhas anteriores.

**Madeiras-** Designa-se uma área de comprimento mínimo de 6,00m e com base de 1,00m<sup>2</sup>, para cada, 1m<sup>3</sup> de madeiras arrumadas, até 2m<sup>3</sup> no máximo. Equivale a 60 tábuas de 1", ou 30 caibros de 10/10 cm/m<sup>2</sup>.

**Ferros-** Calcular uma área de comprimento mínimo de 15 m e 0,5 m<sup>2</sup> de base para uma tonelada de barras, inclusive a banca de dobragem e montagem. (AZEREDO, 1997, p.22).

Classifica-se como materiais perecíveis, o cimento e a cal, cuja suas características em contato com as intempéries, modificam de forma substancial. Azeredo (1997) destaca-se também, o ferro que ao contato com a água ela pode oxidar conforme algum tempo, tempo esse que não ocorre, pois a aplicação do ferro é relativamente rápida, enquanto que a aplicação do cimento e a cal é de forma imediata. Deve-se ter um cuidado em relação a estocagem do cimento e a cal, e certificar se os respectivos materiais não estão em contato, separando-os um do outro, pois a cal retarda a pega do cimento.

**Cimento-** Um saco de cimento tem as seguintes dimensões: 0,65 m x 0,35 m x 0,15 m, pesando em cada saco 50kg. Devemos designar uma área de 1m<sup>2</sup> para cada 1500kg, ou seja, 30 sacos, incluindo área de circulação.

**Cal-** Para cal extinta designar uma área abrigada, na base de 1m<sup>2</sup> para cada metro cúbico. No caso de cal hidratada que vem com embalagem semelhante à do cimento, podemos designar uma área de 1m<sup>2</sup> para 35 sacos de cal hidratada. As dimensões do saco de cal hidratada são de 0,55 m x 0,30 x 0,10 pesando 20 kg. (AZEREDO, 1997, p.22).

Deve-se ter um local destinado ao almoxarife e escritório, onde se pode realizar a leitura de plantas e arquivos como notas fiscais de insumos, e em alguns casos, cartões de

ponto e outros documentos usuais da obra. Segundo Azeredo (1997), a dimensão mínima para fazer tais tarefas, referente a uma obra padrão residencial é de 2,00 m x 3,00 m.

No caso de obras localizadas em certa distância da cidade, há uma grande necessidade da construção de um alojamento de pequena escala para abrigar os operários, com dimensão de 4m<sup>2</sup>, um refeitório com cerca de 1m<sup>2</sup> por operário, sanitários com área, por unidade, de 1,50m<sup>2</sup> para vaso e chuveiro, com uma distribuição média de uma unidade para cada 15 operários (AZEREDO, 1997, p.23).

Na disponibilização de máquinas e ferramentas para utilização na obra.

Distribuição das máquinas - Para distribuir as máquinas, não existe critério fixo, mas sim, em função dos locais dos depósitos de circulação mínima possível considerando o abastecimento da máquina e do transporte para o local de aplicação do material preparado pela mesma, por fim, da área disponível e volume da obra. Circulação - A circulação no canteiro é função principalmente do tipo de desenvolvimento da obra. Podemos ter obra que desenvolve no sentido horizontal, exemplo indústrias com linhas de montagens, outros no sentido vertical como prédios de apartamentos ou de escritórios. As obras que desenvolve horizontalmente necessitam de grandes extensões de terreno para suas construções, entretanto, obras com desenvolvimento vertical, obtêm-se grandes áreas construídas em pequenos terrenos, desenvolvendo-se toda a construção verticalmente. Assim obras de desenvolvimento horizontal, necessitamos de maior área de circulação do canteiro, para distribuição e aplicação dos materiais, em alguns casos chega-se a construir vários canteiros para reduzir as extensões de transportes entre o armazenamento e o local de aplicação. Caso contrário são obras de desenvolvimento vertical onde o canteiro é concentrado e exige o mínimo de circulação pela própria característica da obra. Trabalhos diversos - Reaproveitamento e tratamento de materiais deverão ser feitos desde que o custo da mão-de-obra exigida seja menor que o do produto no mercado. Andaimos e proteções - Os andaimos deverão ser construídos a uma altura que permita o trabalho, ou seja, a mobilidade, o acesso de pessoas e materiais; devem ser bem firmes e bem escorados. Para grandes pés-direitos, externa e internamente, são aconselhados os andaimos tubulares metálicos. Os andaimos externos serão construídos com o maior cuidado, com as devidas amarrações, tendo-se o cuidado de usar tábuas que ultrapassam os vãos não se admitindo, em hipótese alguma, emendas no meio. O contraventamento é necessário e é feito a 45°, deve existir sempre guarda-corpo. Quando se usar "andaimos" suspensos (balancins), estes deverão ser perfeitamente fixados no pavimento superior, com proteção superior, com proteção lateral e as catracas e cabos devem estar em perfeito estado de conservação. Em zonas urbanas de grande movimento de pedestres e quando os códigos e posturas municipais exigirem, será feito o encaixotamento do edifício com tábuas alternadas para evitar a queda de materiais no passeio. Nesse caso, deve sempre existir uma calha ou bandeja de proteção no teto do pavimento térreo e intermediários. O guincho ou a torre para elevação de materiais devem ser colocados de modo que fiquem o mais possível equidistantes dos pontos de distribuição de materiais; podem ser feitos de madeira ou de tubos de aço, devendo ser perfeitamente amarrados à estrutura para evitar ao máximo as oscilações. Em obras de grande porte é aconselhável o emprego de "torque" ou "grua" devido à sua grande

mobilidade. Em quaisquer desses casos a localização, sua execução e montagem devem ser atentamente observadas. (AZEREDO, 1997, p.23).

A limpeza do canteiro de obras, bem como a remoção de entulhos, deverá ser realizada diariamente, ao final do dia, pelos trabalhadores do local. “Caracteriza entulho como sendo o conjunto de fragmentos ou restos de tijolos, concreto, argamassa, aço, madeira, provenientes do desperdício na construção civil, de demolições ou reformas, geralmente inertes e com possibilidade de reaproveitamento” (IPT/CEMPRE, 1995).

Segundo Pacheco (2011, p.38) entre as práticas implementada nas obras estudadas que buscam a certificação LEED, destacam-se:

Cobertura de areia e brita com lona; proteção de taludes; umectação de pista; utilização de sistema lava-rodas; limpeza constante das vias; proteção de bueiros; instalação de fumódromo; método de varrição diferenciado; proteção de dutos de ar condicionado; utilização de produtos com baixa emissão de CO<sub>2</sub>; desvio de resíduos de aterro; ganho com venda de resíduos; maior reaproveitamento de materiais; redução de uso da água; prevenção da contaminação do solo; preferência por materiais oriundos de locais próximos à obra (regionalidade); uso de materiais com conteúdo reciclado; uso de madeira certificada (de reflorestamento); armazenamento adequado de materiais (identificados e controlados).

Em síntese, a separação do resíduo pode ocorrer em dois momentos: durante a geração na fonte em cada área da obra ou em um local determinado dentro do canteiro da obra, antes do destino final. Para isso devem ser utilizadas estratégias para garantir essas separações, como a adoção de compartimentos de acondicionamentos, tais como caçambas estacionárias, baias e big bags. São também utilizadas Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) como um meio de segregação, ou seja, as obras separam os materiais em classes disponibilizando-os para posterior retirada da obra. O gerador deve controlar a qualidade da separação, já que caso haja muita contaminação entre as classes, a viabilidade do tratamento dos resíduos gerados diminui, podendo inclusive inviabilizá-lo (PACHECO,2011, p.55).

Segundo Pacheco (2011, p.39) O aumento estimado no custo de construção certificada com o LEED depende da quantidade de itens que o construtor vai incluir no edifício. Estima-se que se forem utilizadas todas as tecnologias disponíveis hoje no Brasil, esse valor pode chegar a 7%, sendo o maior custo gerado na etapa de construção e o maior custo-benefício fica para o usuário do edifício. Em termos de valorização do imóvel, um edifício sustentável pode agregar em torno de 20% ao seu preço de venda.

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e outras instituições apresentam diversos princípios básicos da construção sustentável, dentre os quais se destacam (CORRÊA,2009):

- Aproveitamento de condições naturais locais;

- Utilização do mínimo de terreno e integração ao ambiente natural;
- Implantação e análise do entorno;
- Não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Qualidade ambiental interna e externa;
- Gestão sustentável da implantação da obra;
- Adaptação às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Uso de matérias-primas que contribuam com a ecoeficiência do processo;
- Redução do consumo energético;
- Redução do consumo de água;
- Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- Introdução de inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- Educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

Neste contexto, a implantação de práticas de gestão ambiental nos canteiros de obras passa a ser de fundamental importância para o setor da construção civil. Nas obras de edificações que visam obter a certificação LEED, são implementadas práticas que buscam a minimização e o reaproveitamento dos RCC são introduzidas, representando uma possibilidade de redução dos impactos ambientais produzidos pelo setor. (PACHECO, 2011, p.18).

Um outro processo realizado é a terraplenagem. Pode-se analisar segundo Azeredo (1997), que a terraplenagem (Obras de terra), tem como finalidade modificar o relevo natural de um terreno, que consiste nas seguintes etapas: escavação, transporte e aterro. A terraplenagem, aplicada para a execução de edificação com escala menor, e de pequeno aspecto, comparando-se com as aplicadas em obras de escala maior como: estradas, barragens, usinas hidrelétricas etc. A expressão adotada “movimento de terra”, aplica-se na área da construção de edifícios, onde a preocupação maior é a saída e entrada de terra no canteiro. Em segundo plano, estuda-se como é feito a escavação, carregamento, e o caminho a ser traçado para o aterro e a escavação. De acordo com Azeredo (1997), pode-se dividir o movimento de terra em quatro partes: Manual, Motorizado, Mecanizado e Hidráulico, escolhendo uma a ser utilizada dentre eles.

O processo manual é quando ele é executado pelo homem, através de algumas ferramentas, como: pá, enxada e carrinho de mão. Já o processo motorizado é usado para o transporte, caminhão ou basculante, sendo que o desmonte ou a escavação poderá ser feita manualmente ou por máquinas,



como: “traxcavator”, “draglines”. Outro método a ser utilizado no processo, pode ser o mecanizado, que por sua vez, tem como finalidade o uso da própria máquina, geralmente ele é utilizado em obras industriais de desenvolvimento horizontal, como: “traxcavator”, “scraper”, “turnapull”, e por último, o processo hidráulico, que é, quando o veículo transportado de terra é a água, por exemplo, dragagem. (AZEREDO, 1997, p.12).

Azeredo (1997) fala também que deve-se considerar outro fator, como o de empolamento. Quando se remove a terra de um determinado local, o seu respectivo volume aumenta, cada material tem uma variação específica em seu volume, pode-se ter ciência destes dados em uma tabela, que especifica o fator de empolamento para cada tipo de solo. O empolamento ou aumento de volume é expresso geralmente por uma porcentagem do volume original.

Em qualquer serviço de terraplenagem ou movimento de terra, segundo Azeredo (1997), as máquinas se locomovem executando um ciclo (tempo necessário para carregar, transportar e voltar ao lugar inicial) regular de trabalho, carregam e transportam o material, fazem seu despejo e depois volta ao seu respectivo local onde começaram a carregar o material.

O tempo de ciclo compreende em duas partes tempo fixo e tempo variável:

Tempo fixo é o tempo necessário para uma máquina carregar o material e descarregá-lo no basculante, fazer a volta, acelerar e desacelerar. O tempo para executar essas operações é mais ou menos constante, seja qual for a distância que o material deve ser transportado.

Tempo variável é o tempo consumido pela máquina ou basculante, na estrada ou em vias públicas, para transportar o material e voltar vazio ao ponto inicial. Varia com a distância do corte ao aterro ou ao bota-fora e com a velocidade de locomoção do equipamento, da intensidade do trânsito em vias públicas, por tanto o tempo de ciclo é igual ao tempo fixo mais o tempo variável. O tempo de ciclo determina o número de viagens que podem ser efetuado por hora, por tanto ele deve ser considerado a um mínimo (AZEREDO, 1997, p.13).

A locação da obra é o processo de transferência da planta baixa do projeto de edificação para o terreno. É uma fase importante, pois determina o perfeito posicionamento da construção no terreno. Sua execução deve ser realizada com o máximo de rigor, sendo imprescindível a presença do engenheiro civil nessa fase (SILVA, 2015).

Segundo Azeredo (1997), a obra deverá ser locada observando-se o projeto quanto à planimetria e à altimetria. Será executada após a observação da planta de fundação e é dividida em locação de estacas e locação de paredes.

Para Degani, Cardoso (2002), é nessa fase que aparecerão as primeiras consequências decorrentes dos recursos selecionados. É evidente, portanto, a necessidade da seleção

consciente de recursos que considerem suas características e métodos construtivos associados, não agredindo ao meio ambiente durante o transporte, descarga no canteiro, armazenagem e aplicação; e também a sua procedência, por meio da qualificação de fornecedores responsáveis.

Devem ser escolhidos materiais e componentes que gerem pouco ou nenhum resíduo que possam ser lançados ao solo, água ou ar, e ainda que seja dada preferência a materiais recicláveis ou que tenham sido reciclados, sendo também importante a escolha de materiais de comércio disponível nas proximidades do canteiro, evitando-se assim longos percursos para transporte. O método construtivo adotado deverá ser aquele que gere o mínimo de consumo de energia e água, sendo de fácil controle, evitando assim desperdícios (DEGANI, CARDOSO, 2002).

Deve-se também compensar ou evitar a remoção de moradias, durante o processo de implantação, supressão de vegetação e rebaixamento do lençol freático, evitando interferir no sistema de drenagem urbana e alterações nos regimes de vazão existentes (DEGANI, CARDOSO, 2002).

Para que seja possível iniciar os serviços de locação, é necessário que todos os serviços preliminares de movimentação de terra, contenção e drenagem do terreno tenham sido concluídos (TESTE, 2010).

Segundo o mesmo autor, para a locação da obra pode ser utilizada duas metodologias: a implantação com gabarito, que se define como uma estrutura provisória, construída de tábuas e pontalotes de madeira, espaçados a 1,5 metros da construção, que contorna toda área edificante da obra, permitindo que se estabeleçam eixos que irão orientar à construção dos elementos do edifício; e a implantação eletrônica através de estações totais que ganharam destaque como ferramenta eficaz para a implantação de obras, tratando-se de um equipamento que, devidamente programado, permite a locação de componentes na obra, com relação a coordenadas planimétricas (X e Y) e altimétricas (Z).

### **3.1 Infraestrutura**

Para a escolha da fundação de um edifício, deve-se avaliar primeiramente a localização e o tipo da estrutura, as condições do solo, como material, resistência à compressão e nível do lençol freático (SIMONS, MENZIES, 1977), cujos dados podem ser obtidos por investigação de solo. Com isso, deve-se escolher o tipo de fundação a ser empregada, rasa ou profunda.

Os fatores que determinam a escolha do tipo de estaca segundo Maragon (2009) podem ser:

Os fatores fundamentais que devem ser considerados na determinação do tipo de estaca a ser adotado são: a localização e o tipo de estrutura; as condições do solo, incluindo a posição do nível do lençol freático; a durabilidade em longo prazo. As estacas de madeira ficam sujeitas à decomposição especialmente acima do lençol freático, e ao ataque dos microrganismos marinhos. O concreto, suscetível ao ataque químico na presença de sais e ácidos do solo, e as estacas de aço podem sofrer corrosão, se a resistividade específica da argila for baixa e o grau de despolarização for alto; custos totais para o cliente. A forma mais barata de estaqueamento não é, necessariamente, a estaca mais barata por metro de construção. Atrasos no contrato, devido à falta de apreciação de um problema particular por parte de um empreiteiro que executa as estacas, pode aumentar consideravelmente o custo total de um projeto. O de ensaios deve ser considerado de o empreiteiro que executará as estacas tiver pouca experiência para estabelecer o comprimento ou o diâmetro exigido para as estacas. Em particular, a ruptura de uma estaca durante a prova de carga pode implicar em despesas adicionais muito grandes ao contrato. É conveniente recorrer a uma firma conhecida, com boa experiência local. Deve-se enfatizar que a maioria dos atrasos e problemas em contratos de estaqueamento, poderiam ser evitados por meio de uma pesquisa completa do local, tão cedo quanto possível (MARANGON, 2009).

Uma das opções bem difundidas e recomendadas para estudo é o estaqueamento em madeira, que é recomendado em solos permanentemente submersos (ESCOLA ENGENHARIA, 2016). Este tipo de estaca pode alcançar profundidades maiores do que o comprimento de um trecho de madeira através de ligações que solidarizam os trechos como se fossem uma peça maciça e contínua (NBR 7190 – 7.7)

As estacas de madeira, empregadas desde os primórdios da história da construção civil, nada mais são do que troncos de árvores, os mais retos possíveis, cravados no maciço de solo. No Brasil, a madeira mais empregada é o eucalipto, principalmente como fundação de obras provisórias. Para obras definitivas tem-se usado as denominadas “madeiras de lei”, como por exemplo, a peroba, a aroeira, a moçaranduba, o ipê e outras.

A madeira tem duração praticamente ilimitada quando mantida permanentemente submersa. Entretanto, quando submetida à variação de nível d'água apodrece por ação de fungos aeróbios que se desenvolvem no ambiente água-ar. Por isso, a durabilidade das estacas de madeira está condicionada a privá-la de um desses fatores; como no solo é praticamente impossível obter um meio completamente seco, o fator a eliminar é o ar. Na literatura universal cita-se que em 1902, por ocasião da reconstrução do campanário da Igreja de São Marcos, em Veneza, foi verificado que as estacas de madeira cravadas havia cerca de mil anos ainda se encontravam em ótimo estado e capazes de voltar a suportar o peso do campanário. Entre as atuais obras brasileiras com fundações em estacas de madeira pode-se citar o Teatro Municipal do Rio de Janeiro, construído em 1905.

Assim como as estacas metálicas e as pré-moldadas de concreto, as estacas de madeira enquadram-se na categoria das estacas de deslocamento,

caracterizadas por sua introdução no terreno através de processo que não promova a retirada de solo. A cravação das estacas pode ser feita por percussão, prensagem ou vibração, e a escolha do equipamento deve ser feita de acordo com o tipo, dimensão da estaca, características do solo, condições de vizinhança, características do projeto e peculiaridades do local. A cravação por percussão é o processo mais utilizado, utilizando-se para tanto pilões de queda-livre ou automáticos (TECGEO, 2016).

Outro tipo existente de estaca é a do tipo metálico, que é considerada uma solução para a destinação de trilhos antigos de trem, pois consistem nos perfis dos trilhos provenientes da substituição das linhas ferroviárias antigas (PORTAL METALICA, 2016).

As Estacas Metálicas são utilizadas obras de fundações profundas, consiste no fornecimento e cravação, devidamente dimensionados para as seções das estacas e profundidade a serem atingidas no projeto de fundações.

São constituídas por perfis laminados ou soldados, simples ou múltiplos, devem resistir à corrosão pela própria natureza do aço ou por tratamento adequado. Caso seja necessário, podem ser emendadas, mas as emendas deve resistir a todas solicitações que possam ocorrer durante o manuseio, a cravação e o trabalho da estaca.

O equipamento de cravação será dimensionado de forma que consiga levar a estaca a encontrar uma resistência de ponta a sua penetração, oferecida pelo solo, indicando a presença de camada resistente para o seu apoio, mas sem acarretar danos ao perfil. O equipamento é o Bate Estaca, sendo constituído por torre, base e martelo.

Sua principal vantagem está no fato de se prestar a cravação em quase todos os tipos de solo, permitindo uma fácil cravação, com baixa vibração e uma grande capacidade de carga, muito utilizada para contenções com perfil pranchado, sendo esta, uma solução muito econômica e ideal para execução de subsolos (SETE ENGENHARIA, 2016).

A escolha deste tipo de estaca acarreta um alto custo de fabricação em razão da grande distância entre fabricação e destino e apresenta alto custo em comparação das estacas pré-moldadas de concreto tipo Strauss e Franki (LINO, 2016).

Já o estaqueamento em concreto é a forma mais difundida e econômica no Brasil, apresentando comportamento satisfatório em função das necessidades geotécnicas e baixo custo quando comparada com outros métodos, em função da produtividade e alta demanda (MARANGON, 2009).

Ainda existem duas classificações destas estacas, que são as estacas pré-moldadas, que consistem em elementos esbeltos de concreto cravados no solo, ou estacas moldadas *in-loco*, que é o preenchimento de concreto e armadura em uma escavação feita previamente no solo.

As estacas pré-moldadas de concreto podem ser constituídas de concreto armado maciço ou vazado e se caracterizam por serem cravadas no terreno por percussão, prensagem ou vibração e fazem parte do grupo denominado “Estacas de Deslocamento”. A escolha do equipamento deve ser feita de acordo com o tipo e dimensão da estaca, características do solo,

condições de vizinhança, características de projeto e peculiaridades do local. Dependendo do tipo de terreno, as estacas pré-moldadas podem ser constituídas por um único tipo de elemento estrutural ou associação de dois elementos (concreto e madeira; concreto e metálica; concreto e estaca tipo raiz). O sistema de cravação deve estar sempre bem ajustado e com todas as suas partes constituintes, tanto estruturais quanto acessórias, em perfeito estado, a fim de evitar quaisquer danos às estacas durante a cravação, e deve ser dimensionado de modo a levar a estaca até a profundidade prevista sem danificá-la. Para essa finalidade, o uso de martelos mais pesados e com menor altura de queda é mais eficiente do que o uso de martelos mais leves e com grande altura de queda.

A folga do martelo e do capacete não deve ser superior a 3,0cm em relação às guias do equipamento. O formato do capacete deve ser adequado à seção da estaca e possuir superfície de contato plana, com encaixes com folga inferior a 3,0 cm, sendo periodicamente verificadas e corrigidas eventuais irregularidades. Suas dimensões externas devem ser compatíveis com as do martelo, de forma que a carga transmitida seja centrada. Os procedimentos executivos devem ser de acordo com a NBR 6122/2010.

No caso de estacas com concreto danificado abaixo da cota de arrasamento, deve-se fazer a demolição do trecho comprometido e recompô-lo até esta cota. Estacas cujo topo resulte abaixo da cota de arrasamento prevista devem ser emendadas fazendo-se o transpasse da armadura. O material a ser utilizado na recomposição deve apresentar resistência não inferior à do concreto da estaca. O topo da estaca, acima da cota de arrasamento, deve ser demolido. A seção resultante deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deve ser executada de modo a não causar danos (BIZERRIS, 2013).

### **3.2 Supra Estrutura**

O estudo preliminar para escolha da superestrutura de um edifício, chamado concepção estrutural ou lançamento de estrutura, é uma das partes mais importantes no projeto estrutural (PINHEIRO, 2003).

O lançamento da estrutura está diretamente relacionado com o projeto arquitetônico e com as limitações que este requisita. Além do projeto arquitetônico, devem ser levados em conta, os sistemas de instalações elétricas, hidráulicas, dados, ar condicionado e outros, permitindo assim uma compatibilização de todos os projetos, fator crucial para o bom desempenho da obra, ainda mais importante numa construção sustentável. São diversos os modelos de sistemas estruturais que podem ser adotados na concepção do projeto, sendo mais uma vez guiados pelo projeto arquitetônico e demais instalações prediais. O que precede o sistema de pilares e vigas é o tipo de laje escolhida, que além do peso próprio, irá distribuir as cargas nas vigas, que por sua vez irá transmitir aos pilares. (PINHEIRO, 2003)

Recomenda-se iniciar a localização dos pilares pelos cantos e, a partir daí, pelas áreas que geralmente são comuns a todos os pavimentos (área de elevadores e de escadas) e onde se localizam, na cobertura, a casa de máquinas e o reservatório superior. Em seguida, posicionam-se os pilares de extremidade e os internos, buscando embuti-los nas paredes ou procurando

respeitar as imposições do projeto de arquitetura. Deve-se, sempre que possível, dispor os pilares alinhados, a fim de formar pórticos com as vigas que os unem. Os pórticos, assim formados, contribuem significativamente na estabilidade global do edifício. Usualmente os pilares são dispostos de forma que resultem distâncias entre seus eixos da ordem de 4m a 6m. Distâncias muito grandes entre pilares produzem vigas com dimensões incompatíveis e acarretam maiores custos à construção (maiores seções transversais dos pilares, maiores taxas de armadura, dificuldades nas montagens da armação e das formas etc.). Por outro lado, pilares muito próximos acarretam interferência nos elementos de fundação e aumento do consumo de materiais e de mão-de-obra, afetando desfavoravelmente os custos. Deve-se adotar 19cm, pelo menos, para a menor dimensão do pilar e escolher a direção da maior dimensão de maneira a garantir adequada rigidez à estrutura, nas duas direções. Posicionados os pilares no pavimento-tipo, deve-se verificar suas interferências nos demais pavimentos que compõem a edificação. Assim, por exemplo, deve-se verificar se o arranjo dos pilares permite a realização de manobras dos carros nos andares de garagem ou se não afetam as áreas sociais, tais como recepção, sala de estar, salão de jogos e de festas etc. Na impossibilidade de compatibilizar a distribuição dos pilares entre os diversos pavimentos, pode haver a necessidade de um pavimento de transição. Nesta situação, a prumada do pilar é alterada, empregando-se uma viga de transição, que recebe a carga do pilar superior e a transfere para o pilar inferior, na sua nova posição. Nos edifícios de muitos andares, devem ser evitadas grandes transições, pois os esforços na viga podem resultar exagerados, provocando aumento significativo de custos (PINHEIRO, 2003).

As lajes são classificadas como elementos planos bidimensionais, que são aquelas onde duas dimensões, o comprimento e a largura, são da mesma ordem de grandeza e muito maiores que a terceira dimensão, a espessura. As lajes são também chamadas elementos de superfície, ou placas. (BASTOS, 2015)

Inúmeros são os tipos de sistemas estruturais que podem ser utilizados. Nos edifícios usuais empregam-se lajes maciças ou nervuradas, moldadas no local, pré-fabricadas ou ainda parcialmente pré-fabricadas.

Em casos específicos de grandes vãos, por exemplo, pode ser aplicada protensão para melhorar o desempenho da estrutura, seja em termos de resistência, seja para controle de deformações ou de fissuração. Alternativamente, podem ser utilizadas lajes sem vigas, apoiadas diretamente sobre os pilares, com ou sem capitéis, casos em que são denominadas lajes-cogumelo, e lajes planas ou lisas, respectivamente. No alinhamento dos pilares, podem ser consideradas vigas embutidas, com altura considerada igual à espessura das lajes, sendo também denominadas vigas-faixa.

A escolha do sistema estrutural depende de fatores técnicos e econômicos, dentre eles: capacidade do meio técnico para desenvolver o projeto e para executar a obra, e disponibilidade de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários para a execução. Nos casos de edifícios residenciais e comerciais, a escolha do tipo de estrutura é condicionada, essencialmente, por fatores econômicos, pois as condições técnicas para projeto e construção são de conhecimento da Engenharia de Estruturas e de Construção (PINHEIRO, 2003).

As lajes maciças de concreto, com espessuras que normalmente variam de 7 a 15cm, são comuns em edifícios de múltiplos pavimentos e em construções como escolas, indústrias, hospitais, etc. De modo geral, não são aplicadas em construções residenciais e outras de pequeno porte, pois nesses tipos de construção as lajes pré-fabricadas (como por exemplo as lajes com vigotas e tabelas) apresentam vantagens nos aspectos custo e facilidade de construção. Nas lajes maciças de concreto armado devem ser respeitados os seguintes limites mínimos para a espessura de acordo com a NBR 6118:2003:

- 5 cm para lajes de cobertura não em balanço;
- 7 cm para lajes de piso ou de cobertura em balanço;
- 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 kN;
- 12 cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30 kN.

A espessura econômica para lajes está associada ao tamanho dos vãos. Os vãos econômicos para lajes maciças de concreto armado ficam em torno de 4 a 7m, resultando áreas de 15 a 20 m<sup>2</sup> (VASCONCELLOS, 2012).

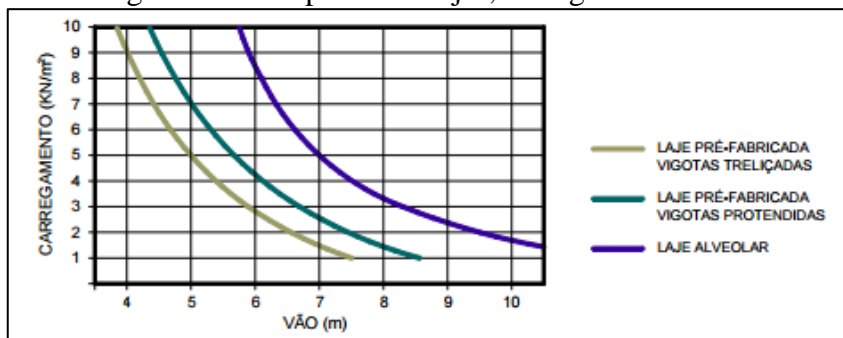
Já as lajes nervuradas, segundo o mesmo autor, são um sistema em concreto armado de pequenas vigas regularmente espaçadas. Os vazios entre as nervuras são obtidos pela colocação de moldes de gesso, sendo uma fina capa de concreto executada como plano de piso. O método utiliza pouco concreto e aço no fundo da laje em relação às lajes convencionais e maciças, abraçando a armadura localizada entre as nervuras e consumindo até 30% menos materiais e mão de obra. Elas são mais resistentes aos momentos positivos dos vãos e à compressão que se dá pela capa de concreto maciço, que age em conjunto com o aço. Além disso, as lajes nervuradas dispensam usos de compensados, não tem perigo de corrosão, são fáceis de montar e desmontar, oferecem maior velocidade de execução, entre outras vantagens (VASCONCELLOS, 2012).

Em contrapartida, as nervuras comprimidas apresentam baixa resistência à flexão para os momentos negativos nos apoios. As lajes nervuradas moldadas no local de concreto armado apresentam algumas desvantagens, pois aumentam a altura total de uma edificação; aumentam também as dificuldades de compatibilização com outros subsistemas, como instalações e vedações; exigem maiores cuidados durante a concretagem para evitar os vazios nas nervuras, entre outros gargalos (AECWEB, 2015).

Um outro tipo de execução são as lajes alveolares. As lajes alveolares são painéis de concreto protendido de seção transversal constante com alvéolos para diminuição do peso

próprio do elemento. É um sistema que permite o alcance de grandes vãos, por causa do alívio proveniente da protensão e baixo peso próprio e um excelente desempenho em relação a outros tipos de lajes, como ilustra a figura 4 (TATU, 2016).

Figura 4: Desempenho de lajes, carregamento x vão.



Fonte: TATU, 2016

Um outro sistema utilizado para execução de lajes é o sistema bubbledeck. Segundo Freire (2008) o sistema bubbledeck é um sistema construtivo formado por esferas plásticas contidas entre uma pré-laje de concreto e uma tela soldada armada superior. As esferas introduzidas na intersecção das armaduras ocupam o lugar do concreto que não desempenharia função estrutural, reduzindo em até 35% o peso próprio da laje, proporcionando economia no dimensionamento estrutural em função das cargas menores sobre as fundações. Esse sistema permite projetar vãos maiores com menor consumo de materiais, por exemplo, concreto e fôrmas, sem grandes impedimentos técnicos.

### 3.3 Instalações Hidrossanitárias – Sistema Predial de Água Fria

Sistema de abastecimento composto por itens como o reservatório, alimentador predial, tubulação de extravasão e limpeza, tubulação de sucção e recalque da bomba, ramias, sub-ramais, coluna e barriletes.

De acordo com a NBR 5626:1998, a capacidade dos reservatórios de uma instalação predial de água fria deve ser estabelecida levando-se em consideração o padrão de consumo de água no edifício e, onde for possível obter informações, a frequência e duração de interrupções do abastecimento.

Segundo a mesma NBR, o volume de água reservado para uso doméstico deve ser no mínimo, o necessário para 24h de consumo normal no edifício, sem considerar o volume de água para combate a incêndio. Para o volume máximo de reservação, recomenda-se que sejam atendidos dois critérios: garantia de potabilidade da água nos reservatórios no período



de detenção médio em utilização normal e, em segundo, atendimento à disposição legal ou regulamento que estabeleça volume máximo de reservação.

Para Reali et al, 2002, os principais objetivos de um projeto de instalação predial de água fria são:

- O fornecimento contínuo de água aos usuários e em quantidade suficiente, amenizando ao máximo os problemas decorrentes da interrupção do funcionamento do sistema público de abastecimento;
- A limitação de certos valores de pressões e velocidades, definidos na referida Norma Técnica, assegurando-se dessa forma o bom funcionamento da instalação e, evitando-se assim, consequentes vazamentos e ruídos nas canalizações e aparelhos;
- E a preservação da qualidade da água através de técnicas de distribuição e reservação coerentes e adequadas propiciando aos usuários boas condições de higiene, saúde e conforto.

No cálculo do dimensionamento do reservatório, segundo a NBR 5626:1998, recomenda que a reservação total a ser acumulada nos reservatórios inferiores e superiores não deve ser inferior ao consumo diário e não deve ultrapassar a três vezes o mesmo. Para o cálculo do consumo diário, utiliza-se dados da tabela 2 e 3.

Segundo a mesma NBR, é necessário prever uma reserva nos reservatórios para combate a incêndio e, também devido à intermitência de abastecimento da rede publica, prever reserva para dois dias e meio.

Tabela 2: Estimativa de Consumo diário de água em edifícios.

| PRÉDIO                              | CONSUMO LITROS/DIA      |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Alojamentos provisórios             | 80 per capita           |
| Ambulatórios                        | 25 per capita           |
| Apartamentos                        | 200 per capita          |
| Casas populares ou rurais           | 120 a 150 per capita    |
| Cavaliarias                         | 100 por cavalo          |
| Cinemas e Teatros                   | 2 por lugar             |
| Creches                             | 50 per capita           |
| Edifícios públicos ou comerciais    | 50 a 80 per capita      |
| Escolas – externatos                | 50 per capita           |
| Escolas – internatos                | 150 per capita          |
| Escolas – semi-internatos           | 100 per capita          |
| Escritórios                         | 50 per capita           |
| Garagens                            | 100 por automóvel       |
| Hotéis (s/cozinha e s/lavanderia)   | 120 por hóspede         |
| Hotéis (c/cozinha e lavanderia)     | 250 a 350 por hóspede   |
| Jardins                             | 1,5 por m <sup>2</sup>  |
| Lavanderias                         | 30 por kg de roupa seca |
| Matadouros-Animais de grande porte  | 300 por cabeça abatida  |
| Matadouros-Animais de pequeno porte | 150 por cabeça abatida  |
| Mercados                            | 5 por m de área         |
| Oficina de costura                  | 50 per capita           |
| Orfanatos, asilos, berçários        | 150 per capita          |
| Postos de serviço p/ automóveis     | 150 por veículo         |
| Quartéis                            | 150 per capita          |
| Residências                         | 150 per capita          |
| Restaurantes e similares            | 25 por refeição         |
| Templos                             | 2 por lugar             |

(\*) Os valores citados são estimativos, devendo ser definido o valor adequado a cada orioeto.

Fonte: TOMAZ, 2000.

Tabela 3: Estimativa de população em Edifícios:

| EDIFÍCIO               | POPULAÇÃO (P)  |
|------------------------|--|
| escritório             | 1 pessoa/9m <sup>2</sup>                                       |
| loja                   | 1 pessoa/3m <sup>2</sup>                                       |
| hotel                  | 1 pessoa/15m <sup>2</sup>                                      |
| hospital               | 1 pessoa/15m <sup>2</sup>                                      |
| apartamento/residência | P= 2 X N <sub>DS</sub> + N <sub>DE</sub> (**) ou 5 pes/unidade |

(\*\*) N<sub>DS</sub> = número de dormitórios sociais

N<sub>DE</sub> = número de dormitórios de serviço

Fonte: TOMAZ, 2000.

De acordo com a NBR 5626:1998, alimentador predial é uma tubulação que liga a fonte de abastecimento a um reservatório de água de uso doméstico. No projeto do alimentador predial deve-se considerar o valor máximo da pressão da água proveniente da fonte de abastecimento. Deve possuir resistência mecânica adequada para suportar essa pressão. Além da resistência mecânica, os componentes devem apresentar funcionamento adequado em pressões altas, principalmente no que se refere a ruídos e vibrações. Deve ser dotado, na sua extremidade a jusante, de torneira de boia ou outro componente que cumpra a mesma função. Tendo em vista a facilidade de operação do reservatório, recomenda-se que um registro de fechamento seja instalado fora dele, para permitir sua manobra sem necessidade de remover a tampa. Pode ser aparente, enterrado, embutido ou recoberto. No caso de ser enterrado, deve-se observar uma distância mínima horizontal de 3,0 m de qualquer fonte potencialmente poluidora, como fossas negras, sumidouros, valas de infiltração, etc. No caso de ser instalado na mesma vala que tubulações enterradas de esgoto, o alimentador predial deve apresentar sua geratriz inferior 30 cm acima da geratriz superior das tubulações de esgoto. Quando enterrado, recomenda-se que o alimentador predial seja posicionado acima do nível do lençol freático para diminuir o risco de contaminação da instalação predial de água fria em uma circunstância acidental de não estanqueidade da tubulação e de pressão negativa no alimentador predial.

A vazão a ser considerada para o dimensionamento do alimentador predial é obtida através do consumo diário (Cd):

$$Q_{ap} = \frac{Cd}{24h * 60min * 60s}$$

Onde:

Q<sub>ap</sub>: vazão a ser considerada no alimentador predial (m<sup>3</sup>/s).

Cd: Consumo Diário (l/d)

Calcula-se, também, o diâmetro da tubulação:

$$D_{ap} = \sqrt{\frac{4 * Q_{ap}}{\pi * V_{ap}}}$$

Onde:

$D_{ap}$ : diâmetro do alimentador predial (m);

$V_{ap}$ : velocidade do alimentador predial ( $0,6 < V_{ap} \leq 1,0$  m/s).

Considera-se, segundo a NBR 5626:1998, como tubulação de extravasão a tubulação destinada a escoar o eventual excesso de água de reservatórios onde foi superado o nível de transbordamento e tubulação de limpeza a tubulação destinada ao esvaziamento do reservatório, para permitir sua limpeza e sua manutenção.

As tubulações de aviso, extravasão e limpeza devem ser construídas de material rígido e resistente à corrosão. Tubos flexíveis não devem ser utilizados, mesmo em trechos de tubulação. Os trechos horizontais devem ter declividade adequada para desempenho eficiente de sua função e o completo escoamento da água do seu interior (NBR 5626:1998).

Seguindo a mesma norma. Quando utilizado no reservatório uma tubulação de extravasão, seu diâmetro interno deve ser dimensionado de forma a escoar o volume de água em excesso. Em reservatório de pequena capacidade (por exemplo: para casas unifamiliares, pequenos edifícios comerciais, etc.), recomenda-se que o diâmetro da tubulação de extravasão seja maior que o da tubulação de alimentação.

### **Tubulação de Limpeza Reservatório Inferior**

Considerando o tempo em 2 horas.

$$S = A * \frac{\sqrt{h}}{4850 * t} = \pi * \frac{D^2}{4}$$

Onde:

A: área da base do reservatório;

h: altura do reservatório sem a folga de 0,5m ( $h_{\text{água}}$ );

t: tempo em horas para esvaziar a caixa (2 horas)

### **Tubulação do Extravasor**

Considerando para o reservatório inferior uma bitola comercial acima do diâmetro do alimentador predial, logo DN 1 ½”.

Para o reservatório superior, considera-se uma bitola comercial acima do diâmetro do recalque, sendo DN 1”.

### **Tubulação de recalque:**

O diâmetro da tubulação de recalque pode ser determinado a partir da Fórmula de Forchheimer: A vazão de recalque é dada por:

$$D_{rec} = 1,3 * \sqrt{Q_r} * \sqrt[4]{X}$$

Onde:

$D_{rec}$ : diâmetro da tubulação de recalque (m);

$Q_r$ : vazão de recalque (m<sup>3</sup>/s);

$$Q_r = \frac{Cd}{N_f}$$

$N_f$ : numero de horas de funcionamento da bomba no período de 24 horas;

$X$ : relação entre o numero de horas de funcionamento da bomba e o numero de horas do dia, ou seja  $X = \frac{N_f}{24}$

### **Tubulação de Sucção**

Conforme a NBR citada, considera-se uma bitola acima do diâmetro da tubulação de recalque, portanto DN 1”.

### **Instalações de recalque**

Conjunto de equipamentos que permitem o transporte e controle da vazão de um fluido, compreendendo, geralmente, um reservatório, tubos, singularidades, maquinas e um reservatório de descarga. A tubulação que vai desde o reservatório de tomada até a maquina chama-se tubulação de sucção. Geralmente contém uma válvula de pé com crivo na entrada, que é uma válvula de retenção com filtro, com o objetivo de não permitir a entrada de detritos na maquina e também não permitir o retorno do fluido ao se desligar a bomba (BRUNETTI, 2008).

O recalque da água em edifícios é feito por bombas centrifugas acionadas por motores elétricos.

Para a escolha da bomba, deve-se ter vazão, diâmetro do recalque e diâmetro da sucção. Os desenhos (em planta e corte) fornecerão os cumprimentos totais (real + equivalente) das canalizações de recalque e sucção. Com o desnível máximo entre reservatório superior e inferior, calcula-se a altura manométrica para, dai, calcular-se a potência da bomba.

Segundo Botelho, Ribeiro Junior, 2014, o dimensionamento do ramal e sub-ramal pode ser realizado através de duas hipóteses: o consumo máximo possível ou o consumo máximo provável.

O Consumo Máximo Possível leva em consideração a utilização de peças simultaneamente em horários específicos, isto é, em horários de pico tem uma total ou quase total simultaneidade de uso. Isso geralmente ocorre em escolas, quartos, local de parada de ônibus, entre outros. Já o Consumo Máximo Provável leva em consideração que o consumo simultâneo de peças é pouco provável. O método utilizado é preconizado pela NBR 5626/98 e baseado no cálculo de probabilidades, bem como na análise prática de instalações sanitárias com funcionamento satisfatório. Adotam-se pesos para as diversas peças de utilização, fornecidos pela tabela (Anexo 3) de pesos das peças de utilização (BOTELHO, RIBEIRO JUNIOR, 2014).

Segundo Botelho, Ribeiro Junior, 2014, cada peça necessita de uma pressão mínima de serviço para seu funcionamento e possuem um limite de pressão estática e dinâmica que podem suportar. Visando atender os pontos de utilização, o dimensionamento dos ramais e sub-ramais deve ser feito trecho a trecho.

Para o trabalho utilizou-se o Consumo Máximo Provável para realização do dimensionamento, obtendo os pesos através da tabela em anexo 3, com a somatória dos pesos para os diversos trechos e utilizando o nomograma de Pesos, Vazões e Diâmetros (Anexo 4), correlacionado peso e vazão provável, determinando, assim, os diâmetros correspondentes.

O dimensionamento da coluna é efetuado trecho a trecho com a somatória dos pesos, esquematizando a coluna, colocando cotas e ramais que derivam da mesma e, efetuando a sequência de cálculo dos pesos e vazões, determina-se o diâmetro (BOTELHO, RIBEIRO JUNIOR, 2014).

O barrilete é a tubulação que liga duas seções do reservatório superior, e da qual partem as derivações correspondentes às diversas colunas de alimentação. O barrilete é a solução que adota para se limitarem as ligações ao reservatório. O traçado barrilete depende exclusivamente da localização das colunas de distribuição. Pode-se utilizar o sistema unificado ou central ou utilizar o sistema ramificado (BOTELHO, RIBEIRO JUNIOR, 2014).

No sistema unificado, do barrilete ligando as duas seções do reservatório partem diretamente todas as ramificações, correspondendo cada qual a uma coluna de alimentação. Colocam-se dois registros que permitem isolar uma ou outra seção do reservatório. Cada ramificação para a coluna correspondente tem seu registro próprio. Deste modo, o controle e a

manobra de abastecimento, bem como o isolamento das diversas colunas, são feitos num único local da cobertura. Se o número de colunas for muito grande, prolonga-se o barrilete além dos pontos de inserção no reservatório (BOTELHO, RIBEIRO JUNIOR, 2014).

Já no sistema ramificado, do barrilete saem ramais, os quais por sua vez dão origem a derivações secundárias para as colunas de alimentação. Ainda neste caso, na parte superior da coluna, ou no ramal do barrilete próximo à descida da coluna, coloca-se um registro. Esse sistema usado por razões de economia de encaimento dispensa os pontos de controle por registros.

De acordo com Botelho, Ribeiro Junior (2014), depois de calculado os diâmetros, desde sub-ramal até barrilete, deve-se verificar a pressão existente em cada instalação, verificar suas condições de funcionamento os quais devem estar de acordo com a NBR 5626/98. Segundo a NBR 5626:1998, a pressão disponível inicial é usualmente considerada a partir da saída do reservatório. Cada trecho de tubulação entre dois nós ou entre um nó e uma extremidade da rede predial de distribuição deve ser dimensionado na base de tentativa e erro, começando pelo primeiro trecho junto ao reservatório. A pressão disponível residual no ponto de utilização é obtida subtraindo-se da pressão inicial os valores de perda de carga determinados para os tubos, conexões, registros e outras singularidades. Se a pressão residual for negativa ou menor que a pressão requerida para o ponto, ou ainda se tubos de diâmetros impraticáveis forem determinados, os diâmetros dos tubos dos trechos antecedentes devem ser majorados e a rotina de cálculo repetida.

Em condições dinâmicas, a pressão da água nos pontos de utilização deve ser estabelecida de modo a garantir a vazão de projeto (conforme Anexo 3) e o bom funcionamento da peça de utilização e de aparelho sanitário. Em qualquer ponto da rede predial de distribuição, a pressão da água em condições dinâmicas não deve ser inferior a 5 kPa. Em condições estáticas, a pressão da água em qualquer ponto de utilização da rede predial de distribuição não deve ser superior a 400 KPa (NBR 5626:1998).

### **3.4 Instalações Hidrossanitárias – Sistema Predial de Esgoto Sanitário**

Segundo a NBR 8160:99, o sistema de esgoto sanitário tem por funções básicas coletar e conduzir os despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários a um destino apropriado. O sistema predial de esgoto sanitário deve ser projetado de modo a:

- Evitar a contaminação da água, de forma a garantir a sua qualidade de consumo, tanto no interior dos sistemas de suprimento e de equipamentos sanitários, como nos ambientes receptores;
- Permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos, evitando a ocorrência de vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações;
- Impedir que os gases provenientes do interior do sistema predial de esgoto sanitário atinjam áreas de utilização;
- Impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema; permitir que os seus componentes sejam facilmente inspecionáveis;
- Impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação; permitir a fixação dos aparelhos sanitários somente por dispositivos que facilitem a sua remoção para eventuais manutenções.

Segundo a mesma norma, subdivide-se em: componentes do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário, que são: aparelhos sanitários; desconectores; ramais de descarga e de esgoto; tubos de queda; subcoletores e coletor predial; dispositivos complementares; instalação de recalque e componentes do subsistema de ventilação, que deve ser previsto em ventilação primária e secundária, ou somente primária.

As tubulações do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário podem ser dimensionadas pelo método hidráulico ou pelo método das unidades de Hunter de contribuição (UHC), devendo, em qualquer um dos casos, serem respeitados os diâmetros nominais mínimos dos ramais de descarga indicados na tabela 4:

Tabela 4: Unidades Hunter de Contribuição dos Aparelhos

| Aparelho sanitário         |                     | Número de unidades de Hunter de contribuição | Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga<br>DN |
|----------------------------|---------------------|--|--|
| Bacia sanitária            |                     | 6  | 100 <sup>1)</sup>                                  |
| Banheira de residência     |                     | 2  | 40   |
| Bebedouro                  |                     | 0,5  | 40   |
| Bidê                       |                     | 1  | 40   |
| Chuveiro                   | De residência       | 2  | 40   |
|                            | Coletivo            | 4  | 40   |
| Lavatório                  | De residência       | 1  | 40   |
|                            | De uso geral        | 2  | 40   |
| Mictório                   | Válvula de descarga | 6  | 75   |
|                            | Caixa de descarga   | 5  | 50   |
|                            | Descarga automática | 2  | 40   |
|                            | De calha            | 2 <sup>2)</sup>                              | 50   |
| Pia de cozinha residencial |                     | 3  | 50   |
| Pia de cozinha industrial  | Preparação          | 3  | 50   |
|                            | Lavagem de panelas  | 4  | 50   |
| Tanque de lavar roupas     |                     | 3  | 40   |
| Máquina de lavar louças    |                     | 2  | 50 <sup>3)</sup>                                   |
| Máquina de lavar roupas    |                     | 3  | 50 <sup>3)</sup>                                   |

<sup>1)</sup> O diâmetro nominal DN mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para DN 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 0452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de DN 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.

<sup>2)</sup> Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).

<sup>3)</sup> Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Para o dimensionamento do tubo de queda, é necessário fazer a somatória de os aparelhos que estão ligados ao seu ramal, utilizando a tabela 5:

Tabela 5: Dimensionamento do tubo de queda.

| Diâmetro nominal do tubo<br><i>DN</i> | Número máximo de unidades de Hunter de contribuição |                                    |
|---------------------------------------|---|------------------------------------|
|                                       | Prédio de até três pavimentos                       | Prédio com mais de três pavimentos |
| 40                                    | 4   | 8                                  |
| 50                                    | 10  | 24                                 |
| 75                                    | 30  | 70                                 |
| 100                                   | 240   | 500                                |
| 150                                   | 960   | 1 900                              |
| 200                                   | 2 200   | 3 600                              |
| 250                                   | 3 800   | 5 600                              |
| 300                                   | 6 000   | 8 400                              |

Fonte: NBR 8160, 1999.

Para o dimensionamento do ramal de ventilação, utiliza-se a tabela 6:

Tabela 6: Dimensionamento do ramal de ventilação

| Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias     |   | Grupo de aparelhos com bacias sanitárias     |   |
|--|---|--|---|
| Número de unidades de Hunter de contribuição | Diâmetro nominal do ramal de ventilação | Número de unidades de Hunter de contribuição | Diâmetro nominal do ramal de ventilação |
| Até 12                                       | 40                                      | Até 17                                       | 50                                      |
| 13 a 18                                      | 50                                      | 18 a 60                                      | 75                                      |
| 19 a 36                                      | 75                                      | -  | -                                       |

Fonte: NBR 8160, 1999.

O dimensionamento consiste em pegar a somatória de unidades Hunter de contribuição por andar e verificar se o grupo de aparelhos sanitários dispõe de bacia sanitária ou não.

O dimensionamento da coluna de ventilação é feito de acordo com a altura do edifício e a somatória das unidades de contribuição de todos os aparelhos, utilizando a tabela 7.



Tabela 7: Dimensionamento da coluna de ventilação

| Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto<br><i>DN</i> | Número de unidades de Hunter de contribuição | Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação |    |     |     |     |     |     |     |
|--|--|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  |  | 40  | 50 | 75  | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
|  |  | Comprimento permitido<br>m                    |    |     |     |     |     |     |     |
| 40   | 8  | 46  | -  | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 40   | 10   | 30  | -  | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 50   | 12   | 23  | 61 | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 50   | 20   | 15  | 46 | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 75   | 10   | 13  | 46 | 317 | -   | -   | -   | -   | -   |
| 75   | 21   | 10  | 33 | 247 | -   | -   | -   | -   | -   |
| 75   | 53   | 8   | 29 | 207 | -   | -   | -   | -   | -   |
| 75   | 102  | 8   | 26 | 189 | -   | -   | -   | -   | -   |
| 100  | 43   | -   | 11 | 76  | 299 | -   | -   | -   | -   |
| 100  | 140  | -   | 8  | 61  | 229 | -   | -   | -   | -   |

Fonte: NBR 8160, 1999.

O cálculo e dimensionamento do tubo de gordura da cozinha segue o mesmo padrão de cálculo de dimensionamento do tubo de queda (NBR 8160,1999). O dimensionamento do tubo de gordura consiste também em fazer a somatória das unidades Hunter de contribuição dos aparelhos que estão ligados à cozinha (NBR 8160,1999).

As caixas de gordura devem ser dimensionadas levando-se em conta o que segue (NBR 8160,1999):

- Para a coleta de apenas uma cozinha, pode ser usada a caixa de gordura pequena ou a caixa de gordura simples;
- Para a coleta de duas cozinhas, pode ser usada a caixa de gordura simples ou a caixa de gordura dupla;
- Para a coleta de três até 12 cozinhas, deve ser usada a caixa de gordura dupla;
- Para a coleta de mais de 12 cozinhas, ou ainda, para cozinhas de restaurantes, escolas, hospitais, quartéis, etc., devem ser previstas caixas de gordura especiais.

### 3.5 Segurança Contra Incêndio

De acordo com o decreto 56819, de 10 de março de 2011, que institui o regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e área de risco e tem o objetivo de: proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio; dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio; proporcionar

meios de controle e extinção do incêndio; dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros; proporcionar a continuidade dos serviços nas edificações e áreas de risco.

Seguindo o decreto, as edificações e áreas de risco são classificadas quanto à ocupação, altura e carga de incêndio.

Para a mensuração da altura das edificações, são considerados:

- Os subsolos destinados exclusivamente a estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias, áreas técnicas sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana;
- Pavimentos superiores destinados, exclusivamente, a áticos, casas de máquinas, barriletes, reservatórios de água e assemelhados;
- Mezaninos cuja área não ultrapasse a 1/3 (um terço) da área do pavimento onde se situa;
- O pavimento superior da unidade duplex do último piso de edificação de uso residencial.

No cálculo da área a ser protegida com as medidas de segurança contra incêndio, não serão computados:

- Telheiros, com laterais abertas, destinados à proteção de utensílios, caixas d'água, tanques e outras instalações desde que não tenham área superior a 10 metros quadrados;
- Platibandas e beirais de telhado até 3 metros de projeção;
- Passagens cobertas, com largura máxima de 3 metros, com laterais abertas, destinadas apenas à circulação de pessoas ou mercadorias;
- As coberturas de bombas de combustível e de praças de pedágio, desde que não sejam utilizadas para outros fins e sejam abertas lateralmente;
- Reservatórios de água;
- Piscinas, banheiros, vestiários e assemelhados, no tocante a sistemas hidráulicos, alarme de incêndio e compartimentação;
- Escadas enclausuradas, incluindo as antecâmaras;
- Dutos de ventilação das saídas de emergência.

Constituem medidas de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, segundo o decreto 56819:

- Acesso de viatura na edificação e áreas de risco;
- Separação entre edificações;
- Resistência ao fogo dos elementos de construção;

- Compartimentação;
- Controle de materiais de acabamento;
- Saídas de emergência;
- Elevador de emergência;
- Controle de fumaça;
- Gerenciamento de risco de incêndio;
- Brigada de incêndio;
- Brigada profissional;
- Iluminação de emergência;
- Detecção automática de incêndio;
- Alarme de incêndio;
- Sinalização de emergência;
- Extintores;
- Hidrante e mangotinhos;
- Chuveiros automáticos;
- Resfriamento;
- Espuma;
- Sistema fixo de gases limpos e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>);
- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA);
- Controle de fontes de ignição (sistema elétrico; soldas; chamas; aquecedores etc.).

### **3.6 Captação de água pluvial e dimensionamento do reservatório.**

Segundo Bier, Fernandes (2013) a água é principal fonte de vida para todos os seres vivos, visivelmente abundante e inesgotável para a maioria da população mundial e, no entanto sabe-se que é um recurso finito, principalmente quando o foco é a água potável. A conscientização da população da economia de água, o incentivo e investimento do poder público em relação à temática da água, principalmente no que se refere a saneamento, são importante para o uso racional da água, sua manutenção e proteção. O uso dos sistemas de água não potável, ou seja, água pluvial, para suprir a demanda de água potável para fins não nobres, vem ganhando grande espaço não só em grandes empreendimentos como em edificações. A NBR 15527/2007 vem atender à tecnologia de novos sistemas de aproveitamento de águas pluviais implantados, oferecendo requisitos para o projeto e funcionamento adequado.

Segundo dados da norma, o sistema de distribuição de água de chuva deve ser independente do sistema de água potável, não permitindo a conexão cruzada. Os pontos de consumo, como, por exemplo, uma torneira de jardim deve ser de uso restrito e identificado com placa de advertência com a seguinte inscrição "água não potável" e identificação gráfica, e os reservatórios de água de distribuição de água potável e de água de chuva devem ser separados.

Um dos métodos de cálculo utilizado para o dimensionamento do reservatório é o Método de Rippl, utilizando séries históricas mensais. Uma das características principais do método refere-se à determinação da capacidade do reservatório através da identificação do período crítico, possibilitando a previsão de atendimento ao consumo tanto no período chuvoso quanto no período seco. Entretanto, destaca-se também a dificuldade de identificação da capacidade do reservatório para as situações supracitadas (Giacchini, 2016).

#### 4 Construção Sustentável

Para Kibert (2008), construção sustentável é a manutenção de um ambiente construído saudável, baseado na utilização eficiente de recursos e no projeto visando princípios ecológicos. Defende que os princípios da construção sustentável são:

- Redução do consumo de recursos;
- Reutilização dos recursos;
- Utilização dos recursos recicláveis;
- Proteção da natureza;
- Eliminação de tóxicos;
- Aplicação de análises de ciclo de vida em termos econômicos;
- Ênfase na qualidade;

Mateus (2009) apresenta que os princípios que devem constituir a fase de projeto de uma construção sustentável, mostrado na figura 5.

Figura 5: Prioridades a serem consideradas em um projeto sustentável.



Fonte: MATEUS, 2009.

Para Mendes (2011) sustentabilidade é a conjugação de fatores fundamentais para a vida humana que são: o ambiente, a sociedade e a economia, ou seja, sustentabilidade é a relação estabelecida pelo homem e o equilíbrio do meio ambiente.

São vários os ganhos e resultados proporcionados numa construção sustentável. Podemos ressaltar alguns tópicos de maior relevância para as incorporadoras e construtoras:

- Estabelecimento da sustentabilidade como valor estratégico da empresa;
- Difusão dos conceitos de sustentabilidade nos diversos níveis da organização, visando à motivação pessoal e profissional dos diversos agentes;

- Desenvolvimento de diretrizes de processos e produtos comprometidos social e ambientalmente, criando diferenciais competitivos a serem percebidos pelos seus clientes e partes envolvidas;
- Detecção de oportunidades de otimização dos processos e redução de custos pela diminuição dos impactos ambientais e sociais e pelo compromisso com o desenvolvimento do capital humano e intelectual de seus colaboradores;
- Desenvolvimento e seleção de fornecedores de materiais, serviços e equipamentos que atendam às diretrizes ambientais e critérios sociais;
- Melhoria nas relações com as partes envolvidas (público interno, consumidores e clientes, fornecedores, meio ambiente, comunidade, governo e sociedade, vizinhança de empreendimentos, sindicatos, órgãos de controle ambiental, etc.);
- Padronização e controle do desempenho econômico, ambiental e social da empresa e de seus processos e produtos;
- Estruturação dos indicadores de monitoramento do desempenho e emissão de relatórios socioambientais;
- Desenvolvimento e consolidação da cultura de sustentabilidade na empresa, permitindo sua inserção entre as organizações que atendem aos indicadores de sustentabilidade definidos por várias entidades envolvidas com o assunto, entre elas o ISE - Índice de Sustentabilidade Empresarial da BOVESPA;
- Melhoria da imagem corporativa da empresa pelas práticas sociais e ambientais aplicadas e comunicação desse diferencial aos clientes e partes interessadas (NASCIMENTO, 2009).

#### **4.1 Energia Elétrica:**

Energia elétrica, ou eletricidade, é como se designam fenômenos em que estão envolvidas as cargas elétricas. É a propriedade de um sistema que lhe permite trabalho. Permite ter várias formas: potencial, mecânica, química, eletromagnética, elétrica, calorífica, etc, podendo ser transformadas em outras energias (SÃO PAULO, 2016).

Segundo São Paulo (2016), a energia elétrica pode ser gerada por meio de fontes renováveis de energia, como a força das águas e dos ventos, o sol e a biomassa, ou fontes não renováveis, como combustíveis fósseis e nucleares. No Brasil, a opção hidráulica é a mais utilizada, devido ao grande número de rios, apenas uma pequena parte é gerada a partir de combustíveis fósseis, em usinas termelétricas.

Segundo São Paulo (2016), a eficiência energética significa a busca por melhoria constante na utilização dos insumos energéticos. Significa a utilização racional e inteligente da energia, implicando na diminuição do valor das contas.

Para Lamberts, Dutra e Pereira (1997), a eficiência energética na arquitetura pode ser entendida como um atributo inerente à edificação representante de seu potencial em possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários, com baixo consumo de energia.

Salienta que um edifício é mais eficiente energeticamente que o outro quando possibilita as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.

Segundo Kruger e Mori (2012), o desconhecimento de soluções arquitetônicas adequadas para a otimização das condições de conforto ou até mesmo a diminuição do desconforto nas edificações acaba resultando em ambientes termicamente desfavoráveis. As consequências são drásticas, como, por exemplo, prédios que apresentam elevado consumo de energia para o condicionamento do ar no verão ou calefação no inverno.

O consumo de energia é função de variáveis que utilizam diretamente a energia, como os sistemas de iluminação artificial, de equipamentos e de condicionamento de ar, e de variáveis que interferem nestes sistemas, como partes do envoltório da edificação e a forma de uso de tais sistemas consumidores de energia. A edificação contribui para o consumo através das trocas térmicas entre os ambientes interno e o externo: em climas quentes os ganhos térmicos são maiores e produzem uma carga térmica que deve ser compensada pelo sistema de condicionamento de ar. As características do envoltório que podem aumentar ou minimizar os ganhos de calor são as cores do envoltório, as propriedades térmicas de materiais e componentes como vidros, paredes e coberturas, e a exposição ao ambiente externo, como a ausência de sombreamento ou o contato de grandes superfícies do edifício com o exterior. As características do envoltório são, em geral, comuns em todas as análises sobre eficiência energética de edificações, com pequenas variações de um estudo para outro (CARLO, 2008).

Scheidt e Hirota (2010), concluíram em seus estudos que os requisitos a serem observados na etapa de projeto de edificações que buscam a efficientização energética são:

- Análise dos sistemas de energia da construção: potência instalada em todos os sistemas que consomem energia, como iluminação, condicionamento;
- Análise da envoltória da edificação: consideração do clima local para a escolha de materiais, estudo da orientação solar em função da economia nos sistemas de iluminação e condicionamento, presença de vegetação que cause sombra ou forme barreira para ventos, análise da topografia, proposição de melhorias que possam limitar desperdícios;
- Desempenho da edificação com o consumo mínimo de energia: simulação em programas computacionais do comportamento da edificação em função da energia utilizada por seus sistemas e envoltória;
- Gerenciamento dos refrigerantes: evitar o uso dos gases CFC e demais gases prejudiciais ao meio ambiente, buscar maior eficiência dos refrigerantes;

- Uso de energia renovável: utilização de energia local, solar e eólica para alimentação dos sistemas instalados;
- Melhorias no comissionamento: assegurar que os sistemas da edificação sejam projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com as necessidades operacionais de cada um.

Mais projetos estão se esforçando para alcançar o consumo de energia zero por meio do uso de geração de energia in loco e compra de energia sustentável para compensar quaisquer diferenças entre a geração in loco e o consumo propriamente dito. Como a maioria das edificações depende de eletricidade para a maior parte de sua energia, usando gás ou óleo combustível para aquecimento de água e calefação de ambiente, a geração de eletricidade in loco por meio de microturbinas ou de sistemas fotovoltaicos está se tornando uma maneira aceitável de lidar com a geração de energia in loco. A geração da energia in loco é cerca de 80% mais eficaz no fornecimento de energia primária para usos finais (YUDELSON, 2013).

Segundo o mesmo autor, para obter um projeto consciente de energia serão necessárias as seguintes tarefas:

- Estimar a quantidade e o tipo de energia gratuita originada pelos recursos solares, eólicos e hídricos;
- Usar programa de necessidades da edificação para estimar padrões diários, sazonais e anuais de consumo de energia;
- Avaliar usos finais de energia por tipo como, por exemplo, calefação, refrigeração, água quente, iluminação, bombas e motores, etc.;
- Planejar a redução da demanda de uso final por meio de estratégias como vedar edificações, eficiência nos equipamentos e iluminação natural;
- Aproveitar recursos naturais disponíveis;
- Usar sistemas de armazenamento de energia;
- Dimensionar todos os sistemas mecânicos de forma a permitir a fácil expansão desses sistemas, com o objetivo de atender ao uso dos espaços.

#### **4.2 Destinação de resíduos da construção civil**

Estima-se que entre 26 e 50% da madeira extraída no mundo seja consumida como material de construção. Apesar de a madeira ser um dos poucos recursos renováveis consumidos na construção civil, a maior parte de sua extração é feita de maneira não sustentável (JOHN, 2000).



Os resíduos da construção civil são definidos pela Resolução nº307 do CONAMA como os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha; os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 desta Resolução.

### 4.3 Sistema Bubbledeck- Laje de concreto com esferas plásticas

Sistema sustentável para execução de lajes, segundo Freire (2008), o sistema BubbleDeck é composto basicamente por: malha de aço superior; esfera de plástico reciclado; malha de aço inferior incorporada, eventualmente numa pré-laje com 6cm de espessura.

Segundo o mesmo autor, a combinação das esferas plásticas nas lajes tipo cogumelo permite o aumento dos vãos nas duas direções – a laje é conectada diretamente às colunas através de concreto “in situ” sem nenhuma viga, acarretando em:

- Liberdade nos projetos: layouts flexíveis que facilmente se adaptam a desenhos curvos e detalhes irregulares;
- Redução do peso próprio: 35% menor, permitindo redução nas fundações;
- Aumento dos intereixos das colunas: até 50% a mais do que as estruturas tradicionais;
- Eliminação de vigas: execução mais barata e rápida de alvenarias e instalações;
- Redução do volume de concreto: 1 kg do plástico reciclável das esferas substitui 100 kg de concreto.

Os diferentes tipos de esferas são especificados de acordo com os requisitos dos projetos, tais como os carregamentos e vãos entre colunas. A tabela 8 define características gerais, quantitativos básicos e tamanhos de vão que podem ser alcançados com o emprego do sistema BubbleDeck.

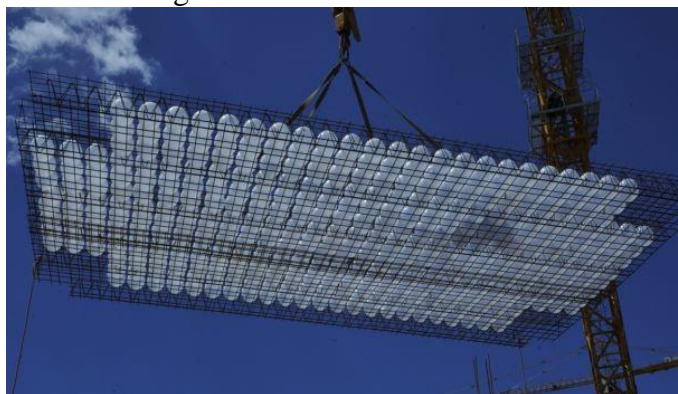
Tabela 8: Características gerais da laje bubbledeck:

| Tipo  | Espessura da laje (mm) | Diâmetro das esferas (mm) | Vão (mm) | Carga (Kgf/m <sup>2</sup> ) | Concreto (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) |
|-------|------------------------|---------------------------|----------|-----------------------------|--|
| BD230 | 230                    | 180                       | 7 a 10   | 370                         | 0,15                                       |
| BD280 | 280                    | 225                       | 8 a 12   | 460                         | 0,19                                       |
| BD340 | 340                    | 270                       | 9 a 14   | 550                         | 0,23                                       |
| BD390 | 390                    | 315                       | 10 a 16  | 640                         | 0,25                                       |
| BD450 | 450                    | 360                       | 11 a 18  | 730                         | 0,31                                       |

Fonte: Revista Técnica, 2008.

A pré laje é uma camada de 6 cm de espessura é concretada fixando o módulo BubbleDeck composto pelas armaduras superior e inferior e as esferas plásticas. Os elementos são posicionados sobre escoramentos provisórios, as armaduras adicionais são posicionadas e a segunda etapa de concretagem é executada. É o tipo mais comum de laje BubbleDeck e necessita de um guindaste móvel para o posicionamento dos elementos pré-moldados devido ao seu peso (TÉCHNE, 2008). As esferas são posicionadas em gaiolas metálicas (Figura 6) formando módulos que são posicionados sobre fôrmas convencionais de madeira, armaduras adicionais são inseridas e a concretagem é executada em dois estágios. Esse tipo de laje é ideal para pisos térreos, obras de reforma ou em casos de acesso complicado, pois os módulos BubbleDeck podem ser transportados e posicionados manualmente.

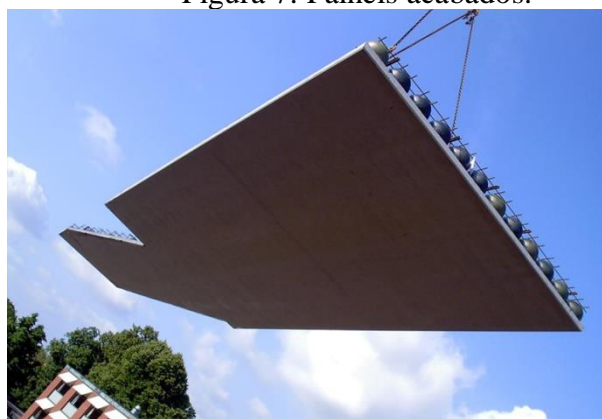
Figura 6: Módulos Bubbledeck



Fonte: Revista Técnica, 2008.

As lajes prontas concretadas são entregues no local da construção restando fazer apenas o içamento e o posicionamento. O painel pronto é aplicável para apoios em uma só direção e necessita da inclusão de vigas suporte ou paredes (Figura 7).

Figura 7: Painéis acabados.



Fonte: Revista Técnica, 2008.

As lajes do tipo BubbleDeck biaxiais são dimensionadas utilizando-se os métodos convencionais para lajes maciças, de acordo com a norma NBR 6118:03 - Projeto de Estruturas de Concreto Armado. A redução da carga intrínseca é levada em conta, resultando em vantagens nas verificações estáticas.

As partes maciças da laje são definidas a partir da capacidade de suporte de carga cortante sem a utilização de armadura para resistir aos esforços cisalhantes. As esferas ocas são primeiro combinadas com malhas superiores e inferiores de armadura nas fábricas para formar as pré-lajes BubbleDecks.

As dimensões das esferas e o espaçamento entre elas são variáveis. A flexibilidade resultante desse método garante aos módulos uma adaptação fácil para qualquer tipo de piso, e a laje pode acomodar tubos e partes de instalações. Além disso, podem ser incluídas aberturas, mesmo após a conclusão da laje.

As etapas construtivas para o emprego do painel BubbleDeck são:

- Escoramento provisório - vigas paralelas espaçadas de 1,8m a 2,5m são posicionadas (Figura 8).

Figura 8: Escoramento de Vigas



Fonte: Revista Técnica, 2008.

- Colocação dos painéis BubbleDeck - elementos pré-moldados posicionados com o emprego de equipamentos mecânicos (Figura 9).

Figura 9: Colocação de painéis



Fonte: Revista Técnica, 2008.

- Reforços nas juntas - armadura de ligação entre as peças pré-moldadas e armadura de ligação entre as malhas superiores (Figura 10).

Figura 10: Reforço nas juntas



Fonte: Revista Técnica, 2008.

- Capitéis - armadura adicional superior na região dos pilares e eventual armadura de reforço (Figura 11).

Figura 11: Armadura adicional



Fonte: Revista Técnica, 2008.

- Reforço periférico - colocação de armadura no perímetro da laje, caso necessário.
- Preparação - selagem de juntas, limpeza e saturação com água do módulo pré-moldado.
- Concretagem - lançamento, adensamento do concreto de segundo estágio (Figura 12).

Figura 12: Concretagem



Fonte: Revista Técnica, 2008.

- Remoção do escoramento conforme especificação técnica
- Acabamentos - nenhum trabalho adicional é necessário a menos que se deseje outro tipo de acabamento diferente do concreto aparente.

O sistema BubbleDeck possui selo verde devido a uma série de características como: as esferas são produzidas com material reciclável; redução do volume de concreto e uso reduzido de fôrmas de madeira (FREIRE, 2008). A cada metro quadrado construído de laje BubbleDeck (para uma laje de 23 cm) são retirados 1 kg de plástico do meio ambiente. Os vazios obtidos com as esferas usadas no interior da laje também contribuem para um melhor desempenho acústico. Em caso de incêndio as esferas carbonizam sem emitir gases tóxicos. Dependendo da cobertura a resistência ao fogo pode variar de 60 a 180 minutos (verificações realizadas de acordo com a ISO 834). Redução substancial de materiais e transportes. Para um milhão de metros quadrados fabricados com a laje maciça há uma economia de 24,4 mil m<sup>3</sup> de concreto com a tecnologia BubbleDeck.

Segundo o “Eng. Civil Augusto Freire e diretor técnico da BubbleDeck Brasil, cálculo de lajes do tipo BubbleDeck biaxiais são dimensionadas utilizando-se os métodos convencionais para lajes maciças, de acordo com a norma NBR 6118:03 - Projeto de Estruturas de Concreto Armado”.

Segundo Lima (2015), a tipologia construtiva Bubbledeck tem um comportamento muito parecido com as lajes lisas e que são armadas em duas direções e dispensa o uso de vigas, sendo assim apoiadas diretamente sobre os pilares tendo então uma maior liberdade nos projetos. Um ponto crítico nessa tipologia é a ligação entre laje-pilar onde pode ocorrer esforços de punção e levar a estrutura a ruína caso seja mal dimensionada.

A punção ocorre, segundo Guandalini (2006), quando devido a ação de uma carga concentrada em uma área, uma ruptura brusca pode acontecer devido tensões de cisalhamento elevadas naquela região.

Segundo o mesmo autor, para a ligação com o pilar quando são posicionadas as lajes, é necessária uma armadura de arranque para a ligação com o pilar acima e a ligação com a laje propriamente dita, é utilizado também a concretagem in-loco dessa região para distribuir esforços. As placas de pré-laje juntamente com a armadura e esferas são simplesmente apoiadas nos pilares ou em consolos e após isso faz-se a concretagem da laje até sua altura final definida em projeto.

## 5 Procedimentos adotados

Analisando o método construtivo de um edifício comum, avaliando diretrizes e métodos da construção sustentável e comparando suas vantagens da construção de um edifício sustentável, optou-se pelos seguintes métodos:

Nos serviços preliminares houve uma pesquisa de localização para atender os requisitos em minimizar os impactos com movimentação de terra e localização acessível. Nesta fase, também optou-se por realizar a triagem de resíduos da construção e execução do lava rodas, evitando assim a saída de detritos da obra. Os resíduos gerados serão descartados após a triagem, sendo destinados a empresas especializadas e certificadas.

Na concepção estrutural foi feita a exigência a empresa de pré-moldados que executasse todas as estruturas com Cimento CPIII, em função de sua alta concentração de escória de alto forno, resultando em pontuação para o LEED. O Cimento CPIII também será utilizado para execução in loco das vigas de travamento do elevador. A laje escolhida foi a Bubbledeck, onde a mesma minimiza a utilização de formas, concreto, suprime a necessidade de vigas, além de diminuir consideravelmente o peso na estrutura. Em caso de incêndio suas esferas não emitem gases tóxicos. Para todas as formas necessárias, são de procedência e certificadas.

Para áreas onde há alvenaria, foi utilizado bloco cerâmico de alvenaria estrutural, onde sua execução será racionalizada, minimizando a geração de resíduos Classe A.

As fachadas do edifício foram desenvolvidas adotando o sistema Spider (Pele de Vidro), que promove uma diminuição na incidência da radiação solar para o ambiente interno, apesar de permitir a passagem de luz, mantendo a temperatura interna estável, melhorando o conforto do usuário e dispensando o uso de ar condicionado.

Para o conforto do usuário também optou-se pela adoção do Forrovid (Lã de vidro com camada de polipropileno), o mesmo não necessita de acabamento.

Serão instaladas, também, torres de vento posicionadas paralelamente aos pilares, garantindo ventilação cruzada na edificação através de piso perfurado em todos os pavimentos. Na fachada leste do edifício, será instalado brise, para controle da radiação solar.

A principal escolha para a gestão da eficiência energética foi a instalação de painéis fotovoltaicos na cobertura, inclinados, com uma área de 124m<sup>2</sup>. Toda a iluminação do prédio será ativada por sensores de presença, contribuindo assim na economia de energia. O sistema de bombeamento de água será automatizado com o uso do aparelho Bombac, que detecta vazamentos e gerencia a ligação da bomba conforme a necessidade.

Para promover a redução do consumo de água potável, será instalado um sistema de captação de água pluvial, onde o mesmo será utilizado para reserva de incêndio e paisagismo. Também optou-se pela instalação de dispositivos que contribuem na economia de água, como torneiras, mictórios e vasos sanitários com sensores automáticos.

Na área do estacionamento serão colocados pisos permeáveis (Pisograma), que permite a infiltração da água pluvial no solo, resultando numa área permeável de aproximadamente 85%.



## **6 O Estudo de Caso**

Para que o objetivo fosse atendido e a metodologia aplicada foi escolhido um terreno localizado na Rua Olegário Cunha Gago – Nº110 – Lote 43 – Quadra A1- Atibaia Jardim – Atibaia/SP, com área de 250m<sup>2</sup> . O terreno possui geometria regular com 10,00m de frente e 25m de profundidade. Possui topografia plana; redes de eletricidade, água e esgoto já existentes; a rua de acesso ao terreno já pavimentada e as construções ao seu redor apresentam-se com um padrão médio.

### **6.1 Classificação:**

O presente memorial visa sistematizar o roteiro de execução dos serviços a serem realizados na construção do Edifício Comercial referido, bem como os materiais que serão utilizados no projeto.

O projeto realizado será um prédio comercial, com quatro pavimentos, contando com salas comerciais, lojas e alimentação. Será atendido verticalmente por um elevador e uma escada.

### **6.2 Serviços Preliminares**

Deverá ser implantado um canteiro de obras dimensionado de acordo com o porte e necessidades do empreendimento, dando totais condições aos funcionários que nele trabalharem.

Deverão ser fornecidos todos os equipamentos e ferramentas adequadas de modo a garantir o bom desempenho da obra.

A obra deverá ser mantida permanentemente limpa.

### **6.3 Instalações Provisórias**

Serão executadas instalações provisórias, contando com rede provisória de água, eletricidade, escritório de engenharia, almoxarifado, galpão, refeitório e instalações sanitárias.

### **6.4 Trabalhos em terra**

Antes do processo de locação será realizada a limpeza do terreno, mantendo o lote em perfeitas condições para utilização.

Para movimentação de terra (corte e aterro) será contratada empresa especializada, terceirizada.

### **6.5 Infraestrutura.**

As fundações a serem executadas deverão obedecer a norma técnica vigente.

### **6.6 Superestrutura.**

O Sistema Estrutural será composto por pilares pré moldados, vigas de apoio e lajes, sendo executado de acordo com o projeto estrutural, utilizando concreto usinado com resistência mínima pré definida.

### **6.7 Vedação**

A fachada do prédio será executada inteiramente em Pele de Vidro;

Paredes internas e Divisórias do edifício serão executadas com o Sistema Drywall, parafusadas em estruturas metálicas leves.

A Alvenaria dos banheiros, dos quatro pavimentos, serão executadas com bloco cerâmico estrutural, assentados com argamassa de cal, cimento e areia e com juntas de assentamento de 1cm.

### **6.8 Coberturas e proteções**

Na cobertura do edifício será implantado o sistema de placas Fotovoltaicas para captação da Energia Solar. Na junção entre as placas serão instaladas calhas para captação de água pluvial.

### **6.9 Forros e elementos decorativos**

O forro de todos os pavimentos será executado com Forrovid – forros de lã de vidro.

### **6.10 Pavimentações**

A área do estacionamento será realizada inteiramente em pisograma, conforme projeto.

### **6.11 Piso**

Para o revestimento do piso será utilizado os pisos elevados termoplásticos do fabricante “Remaster“, um sistema completo que integra piso elevado termoplástico, rede elétrica modular e cabeamento estruturado de dados e voz.

### **6.12 Instalações hidráulica e sanitária**

As redes hidráulicas e sanitárias deverão ser executadas com tubos e conexões de PVC rígido, soldável. Deverão ser respeitados rigorosamente todos os detalhes constantes em projeto, assim como todos os dimensionamentos e declividades. Todas as caixas de passagem, inspeção ou gordura deverão ter as dimensões conforme detalhes de projeto.

### **6.13 Instalação contra incêndio**

Serão instalados hidrantes e mangotinhos e mantido reserva técnica de incêndio, conforme decreto.

### **6.14 Reservatórios e Cisternas.**

Serão instalados dois reservatórios de água fria, potável, um inferior e um superior. Será instalado também uma cisterna para captação de água pluvial.

### **6.15 Limpeza**

A obra deverá ser entregue completamente limpa (limpeza fina), interna e externamente, com todo o entulho removido. Cerâmicas e azulejos deverão estar totalmente rejuntados e lavados, com aparelhos e vidros isentos de respingos.

### **6.16 Declarações Finais**

A obra deverá obedecer à boa técnica, atendendo às recomendações da ABNT e das concessionárias de serviços públicos locais e Normas de Segurança e Saúde no trabalho.

A empresa construtora deverá se responsabilizar pela execução e ônus financeiro de eventuais serviços extras, mesmo que não constem no projeto, memorial e orçamento, e que sejam indispensáveis ao perfeito funcionamento dos sistemas especificados.

As instalações deverão ser entregues devidamente testadas e em perfeito estado de funcionamento, e as vias de acesso totalmente desobstruídas. A obra deverá oferecer total condição de habitabilidade.

Deverá estar disponível em canteiro a seguinte documentação: todos os projetos (inclusive complementares), orçamento, cronograma, memorial, diário de obra, alvará de construção e demais documentação pertinente à obra.

Eventuais ajustes no projeto ou substituição de materiais previamente especificados deverão ser aprovadas com antecedência.

## 7 Dimensionamento do Sistema Predial de Água fria

Material escolhido para tubulação de água fria: **PVC Rígido**.

### 7.1 Estimativa das vazões diárias – Consumo diário (Cd)

$$Cd = C * P$$

Analisando a tabela 2 e 3, do item 1.5.1 deste trabalho, leva-se em conta que, para edifício público, comercial ou com escritórios, o consumo diário considerado é de 50 per capita e a população considerada de uma pessoa para cada 3m<sup>2</sup>, totalizando um total de 124 pessoas para população:

O cálculo consequente é o seguinte:

$$Cd = 50 * 124$$

$$Cd = 6.200 \frac{l}{d}$$

#### 7.1.1 Dimensionamento do Reservatório – Segundo ao uso corrente:

Consumo diário – Cd- 6.200 l/d;

Pelo uso corrente considerar dois dias e meio:

$$2,5 * 6.200 = 15.500l$$

#### 7.1.2 Reserva Técnica de Incêndio (20% do consumo diário):

$$0,2 * 6200 = 1.240l$$

#### 7.1.3 Volume total de Reservação:

$$15.500 + 1.240 = 16.740l$$

#### 7.1.4 Cálculo do Reservatório Inferior – 3/5 do Cd ou 60% do Cd.

$$0,6 * 15.500 = 9.300l \quad (9.3 m^3)$$

#### 7.1.5 Cálculo do Reservatório Superior –2/5 do Cd ou 40% do Cd.

$$0,4 * 15.500 + 1240 = 7440l \quad (7,44m^3)$$

#### 7.1.6 Dimensionamento do Reservatório

$$B * H * L = VOLUME RESERVATÓRIO$$

- **Reservatório Inferior**

$$B*2*2=9,3m^3$$

$$B= 2,32m$$

Considerar mais 0,5m na altura para bomba e extravasor.

- **Reservatório Inferior**

$$B*2*2=7,44m^3$$

$$B= 1,86m$$

Considerar mais 0,5m na altura para bomba e extravasor.

## 7.2 Alimentador Predial

A vazão a ser considerada para o dimensionamento do alimentador predial é obtida através do consumo diário (Cd):

$$Q_{ap} = \frac{Cd}{24h * 60min * 60s}$$

Onde:

Qap: vazão a ser considerada no alimentador predial (m<sup>3</sup>/s).

Cd: Consumo Diário (l/d)

Logo:

$$Q_{ap} = \frac{6,2}{24 * 60 * 60}$$

$$Q_{ap} = 0,000072m^3/s$$

Calcula-se, também, o diâmetro da tubulação:

$$D_{ap} = \sqrt{\frac{4 * Q_{ap}}{\pi * V_{ap}}}$$

Onde:

Dap: diâmetro do alimentador predial (m);

Vap: velocidade do alimentador predial (0,6 <Vap≤1,0m/s).

Logo:

$$D_{ap} = \sqrt{\frac{4 * 0,000072}{\pi * 0,6m/s}}$$

$$D_{ap} = 0,012m \quad (12mm \text{ ou DN } 3/4", \text{ considerando o mínimo permitido})$$

### 7.3 Dimensionamento do Extravador e limpeza dos reservatórios inferior e superior

#### 7.3.1 Tubulação de Limpeza Reservatório Inferior

Considerando o tempo em 2 horas.

$$S = A * \frac{\sqrt{h}}{4850 * t} = \pi * \frac{D^2}{4}$$

Onde:

A: área da base do reservatório;

h: altura do reservatório sem a folga de 0,5m (h<sub>água</sub>);

t: tempo em horas para esvaziar a caixa (2 horas)

$$S = 2,32 * 2 * \frac{\sqrt{2}}{4850 * 2} = \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$D = 0,029m \text{ (29mm ou DN 1 1/4")}$$

#### 7.3.2 Tubulação de Limpeza Reservatório Superior

Considerando o tempo em 2 horas.

$$S = 1,86 * 2 * \frac{\sqrt{2}}{4850 * 2} = \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$D = 0,026m \text{ (26mm ou DN 1 1/4")}$$

#### 7.3.3 Tubulação do Extravador

Considerando para o reservatório inferior uma bitola comercial acima do diâmetro do alimentador predial, logo DN 1 ½”.

Para o reservatório superior, considera-se uma bitola comercial acima do diâmetro do recalque, sendo DN 1”.

### 7.4 Dimensionamento da tubulação de sucção e recalque

#### 7.4.1 Tubulação de recalque:

O diâmetro da tubulação de recalque pode ser determinado a partir da Fórmula de Forchheimer: A vazão de recalque é dada por:

$$D_{rec} = 1,3 * \sqrt{Qr} * \sqrt[4]{X}$$

Onde:

D<sub>rec</sub>: diâmetro da tubulação de recalque (m);

Qr: vazão de recalque (m<sup>3</sup>/s);

$$Qr = \frac{Cd}{Nf}$$

Nf: numero de horas de funcionamento da bomba no período de 24 horas;

X: relação entre o numero de horas de funcionamento da bomba e o numero de horas do dia, ou seja  $X = \frac{Nf}{24}$

Logo, o calculo será o seguinte:

Considerando um Nf de cinco horas/dia.

$$Qr = \frac{6,2}{5 * 60 * 60}$$

$$Qr = \frac{0,00034m^3}{s}$$

$$X = \frac{5}{24}$$

$$X = 0,20833h$$

$$Drec = 1,3 * \sqrt{0,00034} * \sqrt[4]{0,20833}$$

$$Drec = 0,016m \text{ (16mm ou DN } \frac{3}{4}\text{")}$$

#### 7.4.2 Tubulação de Sucção

Conforme NBR 5626,1998, considera-se uma bitola acima do diâmetro da tubulação de recalque, portanto DN 1”.

### 7.5 Cálculo para Dimensionamento da Bomba

#### 7.5.1 Sucção

Para sucção foi considerado tubulação de 1’ (32mm) de PVC Rígido, utilizando tabela com perda de carga equivalente (em anexo), onde:

H= altura estática da Sucção;

L= comprimento da tubulação;

Qr= vazão em m<sup>3</sup>/s;

Lt= soma do comprimento total com comprimento equivalente (Tabela 9);

- H=3,13m;
- L=3,39m;

Tabela 9: Conexões utilizadas na sucção.

| Unidade      | Descrição            | Leq (m) | Total (m) |
|--------------|----------------------|---------|-----------|
| 1            | Valvula de pé Crivo  | 13,3    | 13,3      |
| 1            | Saida de Canalização | 1,3     | 1,3       |
| 2            | Joelhos 90°          | 1,5     | 3         |
| 1            | Valvula gaveta       | 0,3     | 0,3       |
| 1            | União                | 0,1     | 0,1       |
| <b>Total</b> |                      |         | <b>18</b> |

Fonte: próprio autor

Com isso, perdas e Hmanométrico da sucção:

$Q_r = 0,00034 \text{ m}^3/\text{s}$  (0,34l/s) – conforme cálculo já realizado.

$$L_t = L_{eq} + L$$

$$L_t = 18\text{m} + 3,39\text{m}$$

$$L_t = 21,39\text{m}$$

$$H_{perdas}(\text{sucção}) = J \times L_t$$

$$H_{perdas}(\text{sucção}) = 0,03 \times 21,39$$

$$H_{perdas}(\text{sucção}) = 0,6417\text{m}.$$

Sendo  $J = \text{Ábaco Fair Wlripe Hsiao}$  (em anexo)

$$H_{man \text{ sucção}} = H + H_{perdas}$$

$$H_{man \text{ sucção}} = 3,13\text{m} + 0,6417\text{m}$$

$$H_{man \text{ sucção}} = 3,7717\text{m}.$$

## 7.5.2 Recalque

Para Recalque foi considerado tubulação de 3/4' (25mm) de PVC Rígido, utilizando tabela com perda de carga equivalente (em anexo).

- $H = 26,05\text{m}$ ;
- $L = 37,16\text{m}$ .

Tabela 10: Conexões utilizadas no Recalque:

| Unidade      | Descrição        | Leq (m) | Total(m)    |
|--------------|------------------|---------|-------------|
| 8            | joelhos 90°      | 1,2     | 9,6         |
| 1            | Entrada de Borda | 1       | 1           |
| 1            | União            | 0,1     | 0,1         |
| <b>Total</b> |                  |         | <b>10,7</b> |

Fonte: próprio autor

Com isso, a somatória do  $L_{eq} = 10,7\text{m}$



Com isso, perdas e Hmanômetro da sucção:

$$Q_r = 0,00034 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (0,34 l/s)}.$$

$$L_t = L_{eq} + L$$

$$L_t = 10,7 \text{ m} + 37,16 \text{ m}$$

$$L_t = 47,88 \text{ m}.$$

$$H_{perdas}(\text{recalque}) = J \times L_t$$

$$H_{perdas}(\text{recalque}) = 0,11 \times 47,86$$

$$H_{perdas}(\text{recalque}) = 5,2646 \text{ m}.$$

Sendo  $J = \text{Ábaco Fair Whipple Hsiao}$  (em anexo)

$$H_{man \text{ recalque}} = H + H_{perdas}$$

$$H_{man \text{ recalque}} = 26,05 \text{ m} + 5,2646 \text{ m}$$

$$H_{man \text{ recalque}} = 31,3146 \text{ m}.$$

**Logo:**

$$H_{manometrico \text{ Total}} = H_{manometrico \text{ recalque}} + H_{manometrico \text{ sucção}}$$

$$H_{manometrico \text{ Total}} = 31,3146 + 3,7717 = 35,0863 \text{ m}.$$

**Potencia da Bomba:**

$$P = \frac{1000 \times Q_r \times H}{75 \times \eta}$$

$$P = \frac{1000 \times 0,00034 \text{ m}^3/\text{s} \times 35,0863 \text{ m}}{75 \times 0,5}$$

$$P = 0,32 \text{ CV}$$

Com o resultado do cálculo, utiliza-se uma bomba de 1 cv de potência (Modelo BC 92 S/T K de 1cv de potência – Catálogo Schneider Motobombas).

## 7.6 Dimensionamento do Ramal, Sub ramal, coluna e barrilete.

Para o dimensionamento desses itens, foi utilizado o método do consumo máximo provável. Tabela com dados encontra-se no Anexo 5 deste trabalho.

## **8 Instalações Hidráulicas – Sistema Predial de Esgoto Sanitário**

### **Cálculo Dimensionamento do Banheiro Feminino e Masculino**

#### **8.1 Dimensionamento do Tubo de Queda**

Analisando a tabela 4 do item 1.6.1. sobre Unidades Hunter de contribuição (UHC), para cada tipo de aparelho utilizado no esgoto sanitário, e seus respectivos diâmetros mínimos de ramal de descarga, para o dimensionamento do tubo de queda, é necessário fazer a somatória de os aparelhos que estão ligados ao seu ramal.

No esgoto do banheiro feminino, encontram-se ligados no ramal, 3 lavatórios e 3 vasos sanitários por andar, como o edifício tem 4 pavimentos, tem-se um total de 12 lavatórios e 12 vasos sanitários.

Utilizando-se a tabela 4:

**Vaso sanitário = 6 UHC**

**Lavatório = 1 UHC**

Para que se possa encontrar a somatória das unidades Hunter de contribuição (UHC), deve-se utilizar a seguinte equação:

$$\mathbf{VS\ 12x6 = 72\ UHC}$$

$$\mathbf{LV\ 12x1 = 12\ UHC}$$

Tem-se então uma somatória de **84 UHC**.

Com a somatória das unidades Hunter de contribuição, e com o número de pavimentos do edifício, utilizando a tabela 5 do mesmo item, encontra-se um diâmetro para o tubo de queda de 100 milímetros.

No esgoto do banheiro masculino, encontram-se ligados no ramal, 2 lavatórios, 2 vasos sanitários e 2 mictórios por andar, como o edifício tem 4 pavimentos, tem-se um total de 8 lavatórios, 8 vasos sanitários e 8 mictórios.

Utilizando-se a tabela 4:

**Vaso sanitário = 6 UHC**

**Lavatório = 1 UHC**

**Mictório de calha = 2 UHC**

Para que se possa encontrar a somatória das unidades Hunter de contribuição (UHC), deve-se utilizar a seguinte equação:

$$\mathbf{VS\ 9x6 = 54\ UHC}$$

$$\mathbf{LV\ 9x1 = 9\ UHC}$$

$$\mathbf{MC\ 8x2 = 16\ UHC}$$

Tem-se então uma somatória de **79 UHC**.

Com a somatória das unidades Hunter de contribuição, e com o número de pavimentos do edifício, utilizando a tabela 4, encontra-se um diâmetro para o tubo de queda de 100 milímetros para o banheiro masculino e banheiro PNE.

## **8.2 Dimensionamento do ramal de ventilação:**

Para o dimensionamento do ramal de ventilação, utilizou-se a tabela 6 do item 1.6.1.

O dimensionamento consiste em pegar a somatória de unidades Hunter de contribuição por andar e verificar se os grupos de aparelhos sanitários dispõem de bacia sanitária ou não. No edifício em questão, no grupo de aparelhos de cada andar existe bacia sanitária, então pela tabela:

UHC por andar no banheiro feminino é 21, logo o diâmetro do ramal de ventilação é 75 milímetros.

UHC por andar no banheiro masculino é 18, logo o diâmetro do ramal de ventilação é 75 milímetros.

No andar que se encontra o banheiro PNE e cozinha, o ramal de ventilação também será de 75 milímetros, mesmo com o aumento de UHC no andar.

### **8.2.1 Dimensionamento da Coluna de Ventilação**

O dimensionamento da coluna de ventilação é feito de acordo com a altura do edifício e a somatória das unidades de contribuição de todos os aparelhos, utilizando a tabela 7.

O edifício tem uma altura de 14,8 metros, somando-se a esta altura 2 metros, que é o quanto a coluna de ventilação ficará da laje do último pavimento, tem-se uma altura total de 16,8 metros de comprimento.

No banheiro feminino a somatória das unidades Hunter é de 84 UHC, e para esta altura, verificando na tabela 7, encontra-se um diâmetro de 50 milímetros.

No banheiro masculino a somatória das unidades Hunter é de 79 UHC, e para esta altura, verificando na tabela 7, encontra-se um diâmetro de 50 milímetros.

### **8.3 Cálculo e Dimensionamento Esgoto da Cozinha**

O cálculo e dimensionamento do tubo de gordura da cozinha segue o mesmo padrão de cálculo de dimensionamento do tubo de queda.

### **8.4 Dimensionamento do Tubo de Gordura**

O dimensionamento do tubo de gordura consiste também em fazer a somatória das unidades Hunter de contribuição dos aparelhos que estão ligados à cozinha. Na cozinha do edifício estão ligadas três pias que foi considerada como residencial.

Utilizando-se a tabela 4:

**Pia de uso residencial = 3 UHC**

Para que se possa encontrar a somatória das unidades Hunter de contribuição (UHC), deve-se utilizar a seguinte equação:

$$\mathbf{Pia\ 3x3 = 9\ UHC}$$

Com a somatória das unidades Hunter de contribuição e utilizando a tabela 5, encontra-se um diâmetro para o tubo de gordura de 50 milímetros.

#### **8.4.1 Dimensionamento da Caixa de Gordura**

No dimensionamento da caixa de gordura, foi escolhido utilizar uma caixa de gordura dupla, devido ao número de cozinhas no edifício que são 3.

## 9 Captação de Água pluvial

Calculo para o dimensionamento do reservatório de água pluvial.

### 9.1 Definição da Reserva de Incêndio:

Em relação da edificação e área de risco quanto à ocupação, o edifício em desenvolvimento é do tipo C2, comércio com média e alta carga de incêndio, conforme figura 13:

Figura 13: Classificação das edificações e área de risco quanto a altura.

|   |           |     |   |  |
|---|-----------|-----|---|--|
| C | Comercial | C-1 | Comércio com baixa carga de incêndio        | Artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros  |
|   |           | C-2 | Comércio com média e alta carga de incêndio | Edifícios de lojas de departamentos, magazines, armarinhos, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros |
|   |           | C-3 | Shopping centers                            | Centro de compras em geral ( <i>shopping centers</i> )   |

Fonte: Decreto 56819, 2011.

Considerando a altura do prédio em aproximadamente 22m, sua classificação é a IV, edificação de média altura, conforme figura 14:

Figura 14: Classificação da edificação quanto a altura

| Tipo | Denominação                      | Altura                       |
|------|----------------------------------|------------------------------|
| I    | Edificação Térrea                | Um pavimento                 |
| II   | Edificação Baixa                 | $H \leq 6,00$ m              |
| III  | Edificação de Baixa-Média Altura | $6,00$ m < $H \leq 12,00$ m  |
| IV   | Edificação de Média Altura       | $12,00$ m < $H \leq 23,00$ m |
| V    | Edificação Mediamente Alta       | $23,00$ m < $H \leq 30,00$ m |
| VI   | Edificação Alta                  | Acima de $30,00$ m           |

Fonte: Decreto 56819, 2011.

- Para loja de departamento ou centro de compras – C2/C3, a carga de incêndio é de 800 MJ/m<sup>2</sup>. Sendo assim, a edificação obtém a classificação média de risco (Figura 15).

Figura 15: Classificação das Edificações e Áreas de Risco quanto a carga de incêndio.

| Risco | Carga de Incêndio MJ/m <sup>2</sup> |
|-------|-------------------------------------|
| Baixo | até 300MJ/m <sup>2</sup>            |
| Médio | Entre 300 e 1.200MJ/m <sup>2</sup>  |
| Alto  | Acima de 1.200MJ/m <sup>2</sup>     |

Fonte: Decreto 56819, 2011.

Com a obtenção desses dados, pode-se definir, conforme tabela do corpo de bombeiros, itens necessários à edificação, demonstrados na figura 16:

Figura 16: Exigências para edificações

| Grupo de ocupação e uso              | GRUPO C – COMERCIAL                       |                |                |                  |                |                 |
|--------------------------------------|---|----------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|
| Divisão                              | C-1, C-2 e C-3                            |                |                |                  |                |                 |
| Medidas de Segurança contra Incêndio | Classificação quanto à altura (em metros) |                |                |                  |                |                 |
|                                      | Térrea                                    | H ≤ 6          | 6 < H ≤ 12     | 12 < H ≤ 23      | 23 < H ≤ 30    | Acima de 30     |
| Acesso de Viatura na Edificação      | X   | X              | X              | X                | X              | X               |
| Segurança Estrutural contra Incêndio | X   | X              | X              | X                | X              | X               |
| Compartimentação Horizontal (áreas)  | X <sup>1</sup>                            | X <sup>1</sup> | X <sup>2</sup> | X <sup>2</sup>   | X <sup>2</sup> | X <sup>2</sup>  |
| Compartimentação Vertical            | -   | -              | -              | X <sup>8,9</sup> | X <sup>3</sup> | X <sup>10</sup> |
| Controle de Materiais de Acabamento  | X   | X              | X              | X                | X              | X               |
| Saídas de Emergência                 | X   | X              | X              | X                | X              | X <sup>6</sup>  |
| Plano de Emergência                  | X <sup>4</sup>                            | X <sup>4</sup> | X <sup>4</sup> | X <sup>4</sup>   | X              | X               |
| Brigada de Incêndio                  | X   | X              | X              | X                | X              | X               |
| Iluminação de Emergência             | X   | X              | X              | X                | X              | X               |
| Deteção de Incêndio                  | X <sup>5</sup>                            | X <sup>5</sup> | X <sup>5</sup> | X <sup>5</sup>   | X <sup>5</sup> | X               |
| Alarme de Incêndio                   | X   | X              | X              | X                | X              | X               |
| Sinalização de Emerg.                | X   | X              | X              | X                | X              | X               |
| Extintores                           | X   | X              | X              | X                | X              | X               |
| Hidrante e Mangotinhos               | X   | X              | X              | X                | X              | X               |
| Chuveiros Automáticos                | -   | -              | -              | -                | X              | X               |
| Controle de Fumaça                   | -   | -              | -              | -                | -              | X <sup>7</sup>  |

Fonte: Decreto 56819, 2011.

O sistema de combate a incêndio a ser instalado será o sistema de hidrante e mangotinhos, conforme figura acima, e seu manuseio será executado por pessoal devidamente treinado – Brigada de Incêndio.

A edificação com uma área de até 2500m<sup>2</sup> e carga de incêndio acima de 300MJ/m<sup>2</sup>, tipo C2, a reserva técnica de incêndio é de 12m<sup>3</sup> (tipo 3), conforme figura 17:

Figura 17: Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m³)

| Área das edificações e áreas de risco | CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO<br>CONFORME TABELA 1 DO DECRETO ESTADUAL 56.819/11  |  |                     |  |                          |
|---------------------------------------|--|--|---------------------|--|--------------------------|
|                                       | A-2, A-3, C-1, D-1(até 300 MJ/m²), D-2, D-3 (até 300 MJ/m²), D-4 (até 300 MJ/m²), E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-1 (até 300 MJ/m²), F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1, J-1, J-2 e M-3 | D-1 (acima de 300 MJ/ m²), D-3 (acima de 300 MJ/ m²), D-4 (acima de 300 MJ/ m²), B-1, B-2, C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m²), C-3, F-1 (acima de 300 MJ/m²), F-5, F-6, F-7, F-9, F-10, H-4, I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m²), J-2 e J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m²) |                     | C-2 (acima de 1000 MJ/m²), I-2 (acima de 800 MJ/m²), J-3 (acima de 800 MJ/m²), L-1, M-1, M-5 | G-5, I-3, J-4, L-2 e L-3 |
| Até 2.500 m²                          | Tipo 1<br>RTI 5 m³   | Tipo 2<br>RTI 8 m³   | Tipo 3<br>RTI 12 m³ | Tipo 4<br>RTI 28 m³  | Tipo 4<br>RTI 32 m³      |

Fonte: Decreto 56819, 2011.

## 9.2 Definição do Volume para o paisagismo:

Conforme definição anterior, a água pluvial captada terá como destino a reserva técnica de incêndio e paisagismo.

Para o paisagismo será considerado uma área de 250m² de gramado, uma vez que a área do estacionamento é toda em pisograma. Para a irrigação foi escolhido o aspersor conforme figura 18, da linha KRain, aspersor escamoteavel rotor RPS75, que é um aspersor rotor subterrâneo, com ângulo ajustável ate 360°, bocais de ângulo baixo:

Figura 18: Descrição de metragem e vazão do aspersor.

| BOCAIS DE ÂNGULO BAIXO |         |      |                |       |      |
|------------------------|---------|------|----------------|-------|------|
| Tipos                  | Pressão |      | Raio<br>Metros | Vazão |      |
|                        | kPa     | Bars |                | L/M   | M³/H |
| #1                     | 207     | 2.0  | 6.7            | 4.5   | .34  |
|                        | 275     | 3.0  | 7.3            | 6.4   | .39  |
|                        | 344     | 3.5  | 7.9            | 6.8   | .41  |
|                        | 413     | 4.0  | 8.5            | 7.6   | .46  |
| #3                     | 207     | 2.0  | 8.8            | 11.4  | .68  |
|                        | 275     | 3.0  | 9.8            | 11.7  | .71  |
|                        | 344     | 3.5  | 10.7           | 13.2  | .80  |
|                        | 413     | 4.0  | 11.3           | 14.4  | .87  |
| #4                     | 207     | 2.0  | 9.4            | 12.9  | .78  |
|                        | 275     | 3.0  | 10.4           | 14.8  | .89  |
|                        | 344     | 3.5  | 11.3           | 16.7  | 1.00 |
|                        | 413     | 4.0  | 11.6           | 17.8  | 1.07 |
| #6                     | 275     | 3.0  | 11.6           | 24.6  | 1.68 |
|                        | 344     | 3.5  | 12.2           | 27.6  | 1.66 |
|                        | 413     | 4.0  | 12.8           | 30.3  | 1.82 |
|                        | 482     | 5.0  | 13.4           | 32.6  | 1.96 |

Fonte: Biosementes, 2015.

Com os dados acima, área coberta por cada aspersor será de 141m<sup>2</sup>. Para cobertura total de área serão instalados dois aspersores.

O período de irrigação será de 0,5h/d, sendo que cada aspersor possui uma vazão de 0,34m<sup>3</sup>/h, portanto, a vazão diária para a irrigação será de 0,34m<sup>3</sup>/h e a demanda mensal será de 10,2 m<sup>3</sup>/mês.

### 9.3 Captação de água pluvial e dimensionamento do reservatório.

Como reserva técnica de incêndio do edifício será de 12m<sup>3</sup>, conforme dados anteriores e para o paisagismo a demanda será de 10,2 m<sup>3</sup>/mês, fica definido a demanda mensal de 12 m<sup>3</sup>/mês.

#### 9.3.1 Dados Pluviométricos.

Os dados pluviométricos obtidos através do portal do Departamento de águas e energia elétrica, DAEE, para o município de Atibaia, no período de 2011 a 2016, são os seguintes (tabela11):

Tabela 11: Dados Pluviométricos de Atibaia, 2011 – 2016.

| Município         | Prefixo      | Nome         | Altitude     | Latitude    | Longitude   |              |             |             |              |               |               |               |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| ATIBAIA           | E3-074       | ATIBAIA      | 770          | 23° 09' 00" | 46° 33' 00" |              |             |             |              |               |               |               |
| Chuva Mensal (mm) |              |              |              |             |             |              |             |             |              |               |               |               |
| Ano               | Janeiro      | Fevereiro    | Março        | Abril       | Mai         | Junho        | Julho       | Agosto      | Setembro     | Outubro       | Novembro      | Dezembro      |
| 2011              |              |              |              |             |             |              |             |             |              |               | 143,1         | 269,5         |
| 2012              | 396,2        | 146,1        | 97,9         | 180,2       | 55,1        | 287          | 55,8        | 0           | 27,5         | 217,4         | 81,8          | 335,8         |
| 2013              | 233,7        | 203,7        | 199,4        | 87,5        | 66,9        | 96,1         | 57          | 0           | 45,7         | 140,1         | 109,2         | 191,4         |
| 2014              | 63,9         | 139,6        | 139,1        | 103,5       | 31,2        | 19,2         | 39,7        | 33,4        | 93,8         | 45,9          | 142,8         | 176,9         |
| 2015              | 128          | --           | 214,2        | 13,2        | 17,1        | 11,8         | 52,7        | 60,5        | 198,2        | 82,2          | 215,8         | 302,7         |
| 2016              | 265,4        | 384,3        | 237,6        | 0           | 142,1       | 261,2        | 0,2         | 58,8        | 50           | 133,5         |               |               |
| <b>Média</b>      | <b>217,4</b> | <b>218,4</b> | <b>177,6</b> | <b>76,9</b> | <b>62,5</b> | <b>135,1</b> | <b>41,1</b> | <b>30,5</b> | <b>83,04</b> | <b>123,82</b> | <b>138,54</b> | <b>255,26</b> |

Fonte: DAEE, 2017.



### 9.3.2 Área de captação:

A área para captação disponível é a mesma das placas fotovoltaicas, que perfazem 124m<sup>2</sup> disponíveis para captação.

Utilizando o método rippl para dimensionamento do reservatório, obtêm-se a tabela 12:

Tabela 12: Resultado da aplicação do método Rippl:

| MÉTODO DE RIPPL                 |                    |                   |                   |                        |   |   |                          |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---|---|--------------------------|
| Coeficiente de runoff (CR)<br>= |                    | 1                 |                   |                        |   |   |                          |
| Meses                           | Chuva média mensal | Demanda mensal    | Área de captação  | Volume de chuva mensal | Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva | Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos | Situação do reservatório |
|                                 | (mm)               | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> )      | (m <sup>3</sup> )                                     | (m <sup>3</sup> )                                     |                          |
| Coluna 1                        | Coluna 2           | Coluna 3          | Coluna 4          | Coluna 5               | Coluna 6  | Coluna 7  | Coluna 8                 |
| Janeiro                         | 217,44             | 12                | 124               | 27                     | -15   | 0   | E                        |
| Fevereiro                       | 218,42             | 12                | 124               | 27                     | -15   | 0   | E                        |
| Março                           | 177,64             | 12                | 124               | 22                     | -10   | 0   | E                        |
| Abril                           | 76,88              | 12                | 124               | 10                     | 2   | 2   | D                        |
| Maió                            | 62,48              | 12                | 124               | 8                      | 4   | 6   | D                        |
| Junho                           | 135,06             | 12                | 124               | 17                     | -5  | 1   | S                        |
| Julho                           | 41,08              | 12                | 124               | 5                      | 7   | 8   | D                        |
| Agosto                          | 30,54              | 12                | 124               | 4                      | 8   | 16  | D                        |
| Setembro                        | 83,04              | 12                | 124               | 10                     | 2   | 18  | D                        |
| Outubro                         | 123,82             | 12                | 124               | 15                     | -3  | 15  | S                        |
| Novembro                        | 138,54             | 12                | 124               | 17                     | -5  | 10  | S                        |
| Dezembro                        | 255,26             | 12                | 124               | 32                     | -20   | 0   | E                        |
| Total                           | 1560,2             | 144               |                   | 194                    | <b>Volume=</b>  | <b>18</b>   |                          |

Fonte: Próprio autor, 2017

O volume aproveitável de chuva, coluna 5, foi obtido através da relação entre a precipitação pluviométrica, a área de coleta e o coeficiente de escoamento superficial, adotado  $C = 1$ . Neste método, o volume do reservatório é obtido em função da diferença acumulada dos valores positivos da Coluna 7.

Através desses dados, um reservatório com 18m<sup>3</sup> seria suficiente para suprir a demanda mensal, por determinação comercial, o tanque escolhido será de 20000litros.

## 10 Dimensionamento da Laje Bubbledeck

Para o dimensionamento da laje, foram calculadas as cargas de acordo com o material a ser utilizado.

O Piso a ser usado será piso "Vinílico Ace Tarasafe Super" (definições técnicas em anexo 6), possui selo Leed, tecnologia a favor do meio ambiente, possuindo carga de 0,003Kg/m<sup>2</sup>.

### 10.1 Materiais e cargas:

- Loja = 400 kgf/ m<sup>2</sup> de acordo com NBR6120
- Piso Vinílico Ace Tarasafe Super = 0,003 Kg/ m<sup>2</sup> (3,1mm)
- Regularização Argila Expandida = 70 kgf/ m<sup>2</sup> (5cm)

Somatória de carga que a laje recebe = 470,003 Kgf/m<sup>2</sup>

- Peso próprio da laje = 0,23 m<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup> (34cm) = 25 kn/ m<sup>2</sup> = 575 kgf / m<sup>2</sup>
- Peso Total = 1045 kgf / m<sup>2</sup> Carga do Pavimento

Seguindo a tabela 1 - Sistema Bubbledeck podemos utilizar laje BD340 34cm de altura e com vão de 9 à 14m de acordo com o nosso Edifício Comercial.

## 11 Cálculo Estrutural

O tipo de estrutura escolhida foi pilares de concreto pré moldados.

Para cálculo da ação do vento na estrutura, dados previamente definidos:

- Velocidade básica:  $V_0 = 40$  m/s
- Fator topográfico:  $S_1 = 1,0$  (terreno plano)
- Fator estatístico:  $S_3 = 1,0$  (alto fator de ocupação)
- Fator de rugosidade do terreno  $S_2$ :
- Categoria II – Classe B

Utilizando-se da tabela 13, definiu se o fator  $S_2$  para a estrutura.

Tabela 13: Fator  $S_2$

| z<br>(m) | Categoria |      |      |        |      |      |        |      |      |        |      |      |        |      |      |
|----------|-----------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|
|          | I         |      |      | II     |      |      | III    |      |      | IV     |      |      | V      |      |      |
|          | Classe    |      |      | Classe |      |      | Classe |      |      | Classe |      |      | Classe |      |      |
|          | A         | B    | C    | A      | B    | C    | A      | B    | C    | A      | B    | C    | A      | B    | C    |
| ≤ 5      | 1,06      | 1,04 | 1,01 | 0,94   | 0,92 | 0,89 | 0,88   | 0,86 | 0,82 | 0,79   | 0,76 | 0,73 | 0,74   | 0,72 | 0,67 |
| 10       | 1,10      | 1,09 | 1,06 | 1,00   | 0,98 | 0,95 | 0,94   | 0,92 | 0,88 | 0,86   | 0,83 | 0,80 | 0,74   | 0,72 | 0,67 |
| 15       | 1,13      | 1,12 | 1,09 | 1,04   | 1,02 | 0,99 | 0,98   | 0,96 | 0,93 | 0,90   | 0,88 | 0,84 | 0,79   | 0,76 | 0,72 |
| 20       | 1,15      | 1,14 | 1,12 | 1,06   | 1,04 | 1,02 | 1,01   | 0,99 | 0,96 | 0,93   | 0,91 | 0,88 | 0,82   | 0,80 | 0,76 |
| 30       | 1,17      | 1,17 | 1,15 | 1,10   | 1,08 | 1,06 | 1,05   | 1,03 | 1,00 | 0,98   | 0,96 | 0,93 | 0,87   | 0,85 | 0,82 |
| 40       | 1,20      | 1,19 | 1,17 | 1,13   | 1,11 | 1,09 | 1,08   | 1,06 | 1,04 | 1,01   | 0,99 | 0,96 | 0,91   | 0,89 | 0,86 |
| 50       | 1,21      | 1,21 | 1,19 | 1,15   | 1,13 | 1,12 | 1,10   | 1,09 | 1,06 | 1,04   | 1,02 | 0,99 | 0,94   | 0,93 | 0,89 |
| 60       | 1,22      | 1,22 | 1,21 | 1,16   | 1,15 | 1,14 | 1,12   | 1,11 | 1,09 | 1,07   | 1,04 | 1,02 | 0,97   | 0,95 | 0,92 |
| 80       | 1,25      | 1,24 | 1,23 | 1,19   | 1,18 | 1,17 | 1,16   | 1,14 | 1,12 | 1,10   | 1,08 | 1,06 | 1,01   | 1,00 | 0,97 |
| 100      | 1,26      | 1,26 | 1,25 | 1,22   | 1,21 | 1,20 | 1,18   | 1,17 | 1,15 | 1,13   | 1,11 | 1,09 | 1,05   | 1,03 | 1,01 |
| 120      | 1,28      | 1,28 | 1,27 | 1,24   | 1,23 | 1,22 | 1,20   | 1,20 | 1,18 | 1,16   | 1,14 | 1,12 | 1,07   | 1,06 | 1,04 |
| 140      | 1,29      | 1,29 | 1,28 | 1,25   | 1,24 | 1,24 | 1,22   | 1,22 | 1,20 | 1,18   | 1,16 | 1,14 | 1,10   | 1,09 | 1,07 |

Fonte: NBR 6123:1988.

Com o fator  $S_2$  definido, calcula-se a pressão de obstrução (tabela 14):

Tabela 14: Cálculo da Pressão de Obstrução

| Trecho | H (m) | $S_2$ | $V_k = V_0 S_1 S_2 S_3$ (m/s) | $q = 0,613V_k^2$ (N/m <sup>2</sup> ) |
|--------|-------|-------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 1      | 7     | 0,98  | 39,2 m/s                      | 942,0 N/m <sup>2</sup>               |
| 2      | 14    | 1,02  | 40,8 m/s                      | 1020,4 N/m <sup>2</sup>              |
| 3      | 21    | 1,04  | 41,6 m/s                      | 1060,8 N/m <sup>2</sup>              |

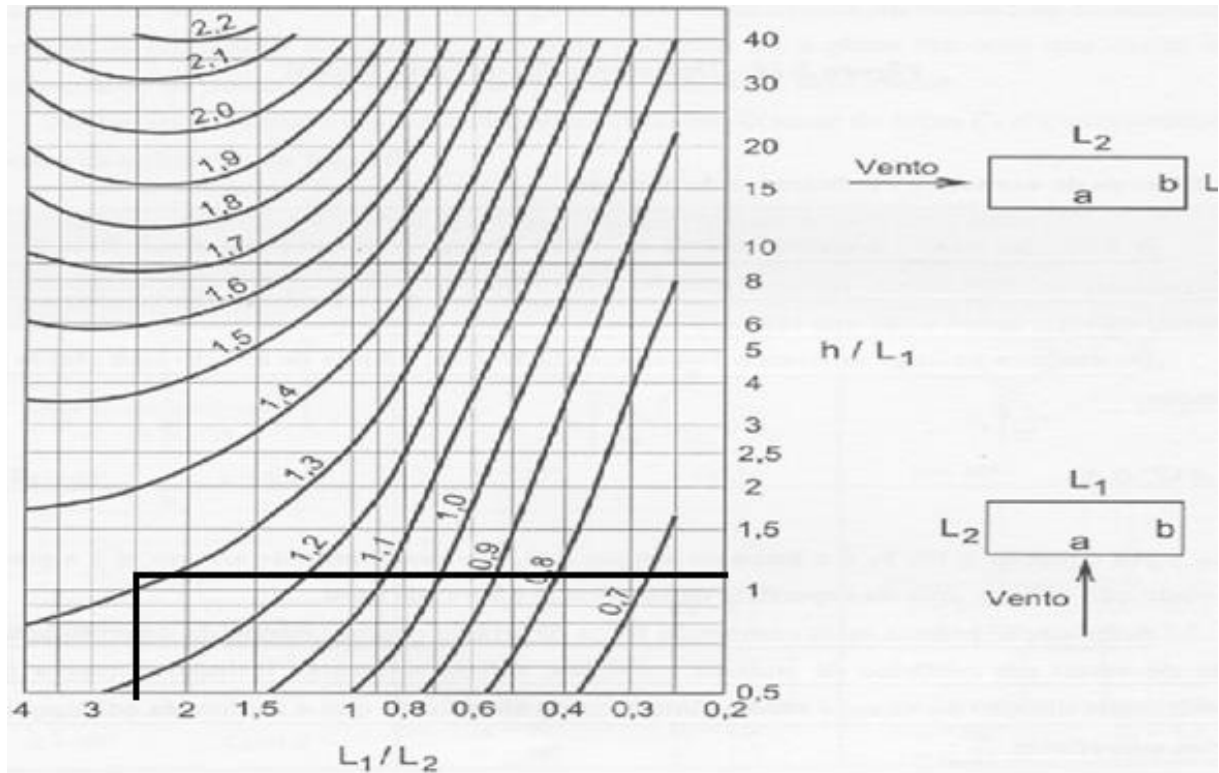
Fonte: próprio autor

Para o coeficiente de arrasto ser calculado, deve ser feita duas relações e pelo gráfico abaixo (Tabela 15) é encontrado o coeficiente.

$$L1/L2 = 19/7 = 2,7$$

$$H/L1 = 22/19 = 1,15$$

Tabela 15: Coeficiente de Arrasto



Fonte: NBR 6123:1988.

Para efeito de cálculo o coeficiente de arrasto escolhido foi de 1,3.

Para o cálculo da ação do vento (tabela 16):

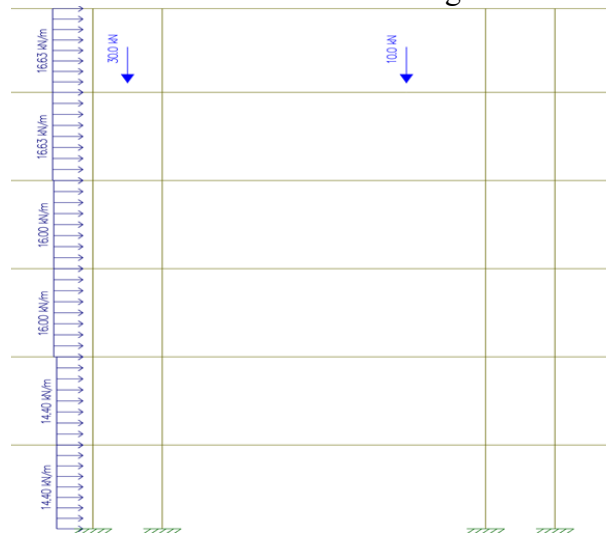
Tabela 16: Calculo da ação do vento na edificação

| Trecho | q (N/m <sup>2</sup> )   | Distância (m) | P (N/m) | Ca  | Ca x p  | Ca x p *1,4 |
|--------|-------------------------|---------------|---------|-----|---------|-------------|
| 1      | 942,0 N/m <sup>2</sup>  | 7,8           | 7347,29 | 1,4 | 10286,2 | 14,40       |
| 2      | 1020,4 N/m <sup>2</sup> | 8             | 8163,39 | 1,4 | 11428,8 | 16,00       |
| 3      | 1060,8 N/m <sup>2</sup> | 8             | 8486,67 | 1,4 | 11881,3 | 16,63       |

Fonte: próprio autor.

Utilizando o Programa Ftool, tem-se a distribuição do vento na estrutura, juntamente com as cargas do elevador e caixa d'água (tabela 17):

Tabela 17: Distribuição do Vento na Estrutura com as cargas do Elevador e Caixa d'água



Fonte: próprio autor

### 11.1 Cálculo dos Momentos

Para o cálculo do momento, definiu-se as cargas permanentes e acidentais na viga, e a carga da viga.

PP da Laje BUBBLEDECK- **575 kgf/m**

Argila Expandida – **70\*6 = 420 kgf/m**

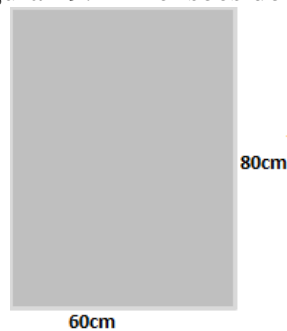
Acidental (Lojas) – **400\*6 = 2400 kgf/m**

Carga Laje = **3395 kgf/m ou 33,95 kN/m**

Carga Total 2ª Ordem = **33,95\*19 = 645,05 kN**

No Programa Ftool faz-se a definição da Base e Altura do Pilar, até se chegar em um  $\gamma_z < 1,3$  onde a estrutura é considerada estável, e para este exercício o pilar ficou definido como (Figura 19):

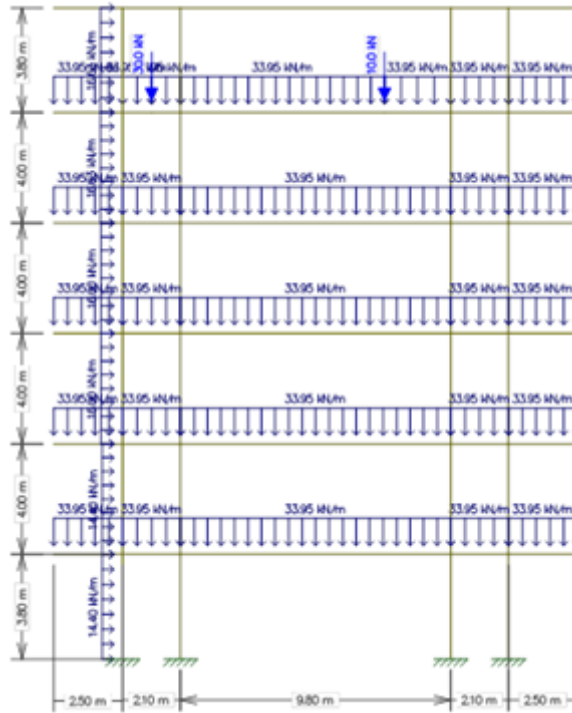
Figura 19: Dimensões do pilar



Fonte: próprio autor

A seguir, também pelo Ftool, obtem-se a carga distribuída na estrutura (Figura 20):

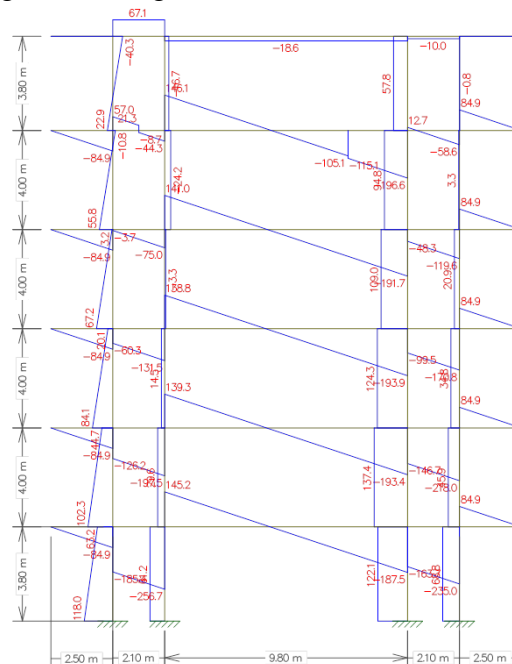
Figura 20: Carga Distribuída na Estrutura



Fonte: próprio autor

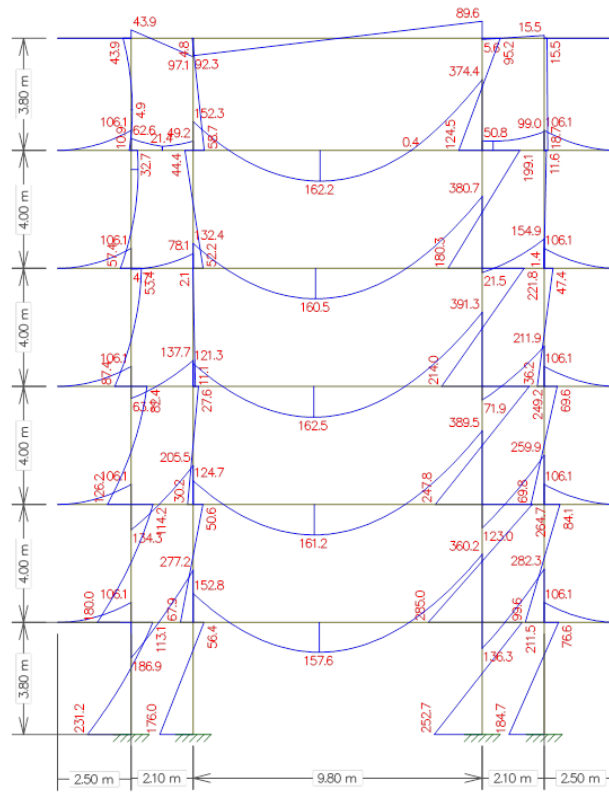
Define-se, também, o diagrama de cortante, momentos e deformação da estrutura:

Figura 21: Diagrama de Cortante da Estrutura



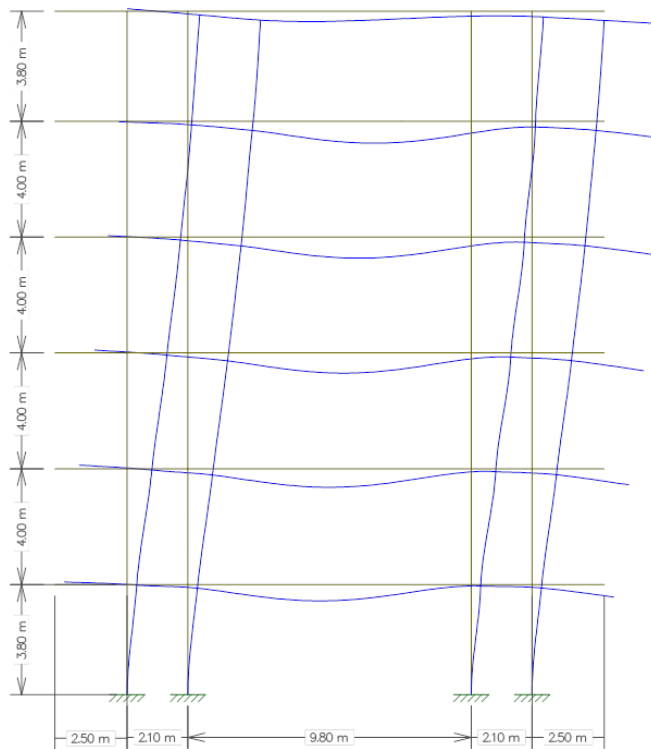
Fonte: próprio autor

Figura 22: Diagrama de Momentos da Estrutura



Fonte: próprio autor

Figura 23: Deformação da Estrutura



Fonte: próprio autor

Tabela 18: Momento de 1ª Ordem

| Nível              | Carga Pontual (KN) | Distância (m) | M 1ª Ordem |
|--------------------|--------------------|---------------|------------|
| 3                  | 116,44             | 21            | 2445,18    |
| 2                  | 112,00             | 14            | 1568,02    |
| 1                  | 100,80             | 7             | 705,63     |
| <b>Total (M1d)</b> |                    |               | 4718,84    |

Fonte: próprio autor

Tabela 19: Momento de 2ª Ordem

| Nível              | Carga Total (KN) | Deformação (m) | M 2ª Ordem |
|--------------------|------------------|----------------|------------|
| 6                  | 645,05           | 0,008          | 5,16       |
| 5                  | 645,05           | 0,00756        | 4,88       |
| 4                  | 645,05           | 0,006          | 3,87       |
| 3                  | 645,05           | 0,005          | 3,23       |
| 2                  | 645,05           | 0,003          | 1,94       |
| 1                  | 645,05           | 0,001          | 0,65       |
| <b>Total (M2d)</b> |                  |                | 19,71      |

Fonte: próprio autor

**Cálculo do  $\gamma_z$ :**

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - \frac{M2d}{M1d}} = \frac{1}{1 - \frac{19,71}{4718,84}} = 1,004$$

Com o pilar nas dimensões de 60 x 80, encontra-se as deformações acima, e um  $\gamma_z$  de 1,004 aproximadamente.

A estrutura é considerada estável.

Com os dados pré definidos, calcula-se a armadura principal.

Primeiramente calcula-se o N1 e N2 conforme tabela 20:

Tabela 20: Calculo N1 e N2

| Trech | Força | Momento | Comp. | Base | Altura | N1    | N2   |
|-------|-------|---------|-------|------|--------|-------|------|
| 6     | 33,95 | 124,5   | 7,5   | 0,6  | 0,8    | 127,3 | 48,0 |
| 5     | 33,95 | 180,3   | 7,5   | 0,6  | 0,8    | 127,3 | 48,0 |
| 4     | 33,95 | 214,0   | 7,5   | 0,6  | 0,8    | 127,3 | 48,0 |
| 3     | 33,95 | 247,8   | 7,5   | 0,6  | 0,8    | 127,3 | 48,0 |
| 2     | 33,95 | 285,0   | 7,5   | 0,6  | 0,8    | 127,3 | 48,0 |
| 1     | 33,95 | 252,7   | 7,5   | 0,6  | 0,8    | 127,3 | 48,0 |

Fonte: próprio autor



Para o cálculo do As foi considerado:

Normal Admissível = **175,3 kN**

Base Pilar = **60 cm**

Altura Pilar = **80 cm**

Fck Concreto = **40 Mpa**

O cálculo do As é mostrado na tabela 21 a seguir:

Tabela 21: Calculo do As para cada trecho

| Normal Adm | v           | μ           | d'/h | ω    | As    | H Pilar    |     |
|------------|-------------|-------------|------|------|-------|------------|-----|
| 175,3      | 0,012783203 | 0,011347656 | 0,1  | 0,2  | 63,1  | Y concreto | 4   |
| 175,3      | 0,012783203 | 0,016433594 | 0,1  | 0,25 | 78,9  | Fck        | 25  |
| 175,3      | 0,012783203 | 0,019505208 | 0,1  | 0,5  | 157,7 |            |     |
| 175,3      | 0,012783203 | 0,022585938 | 0,1  | 0,5  | 157,7 | FYD        | 40  |
| 175,3      | 0,012783203 | 0,025976563 | 0,1  | 0,6  | 189,3 | Base       | 500 |
| 175,3      | 0,012783203 | 0,023032552 | 0,1  | 0,6  | 189,3 | Altura     | 60  |
|            |             |             |      |      |       |            | 80  |

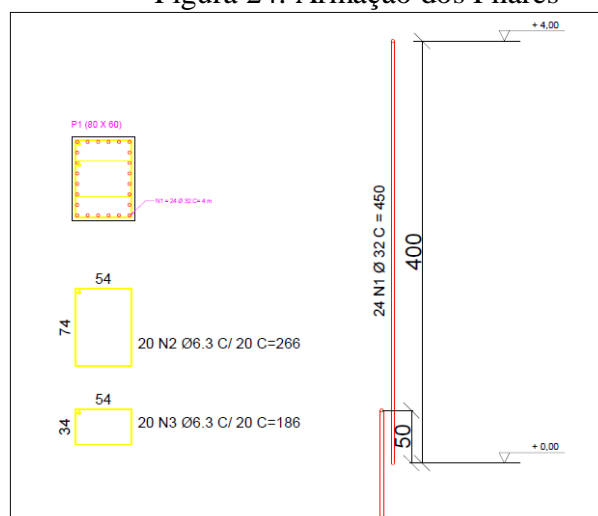
Fonte: próprio autor

Os valores de **v** e **μ** que são usados no cálculo do As foram retirados do ábaco A-72, em anexo;

## 11.2 Detalhamento da Armadura Principal:

Para o detalhamento foi escolhida a pior situação para o pilar, ou seja o 1º de trecho da estrutura onde todas as cargas estão concentradas, com armaduras conforme figura 24 a seguir:

Figura 24: Armação dos Pilares



Fonte: próprio autor

## 12 Materiais definidos para o Edifício Comercial - Leed

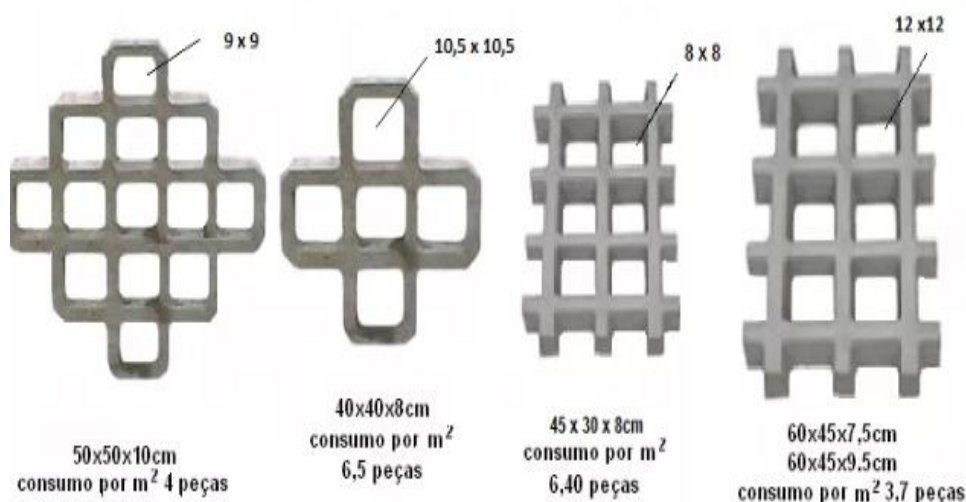
Nesse capítulo será definido todo material utilizado para execução do edifício comercial modelo.

### 12.1 Concregrama (Piso Grama)

O piso a ser usado em toda área descoberta do piso térreo será o piso grama conhecido por concregrama ou bloquete, figura 25, que tem característica drenante, permitindo a passagem de água tendo uma permeabilidade em 100% que certifica na pontuação do Leed que, segundo seu fabricante:

O piso grama, também conhecido por concregrama (bloquete) é um piso de concreto vazado, com alguns espaços livres para que eles possam ser preenchidos com grama. Este pavimento é ecológico e permeável. Este piso é produzido em diversas cores, modelos, materiais e tamanhos. É um piso ecologicamente correto pois ele dá espaço ao mundo verde. Este piso além de bonito ajuda a valorizar o imóvel e trás também algumas funcionalidades. Sua característica construtiva protege a grama contra o esmagamento de veículos e pedestres, sendo excelente alternativa para jardins, estacionamentos, corredores e etc.

Figura 25: Piso Grama



Fonte: PavBrasil, 2017.

As Vantagens do Concregrama são:

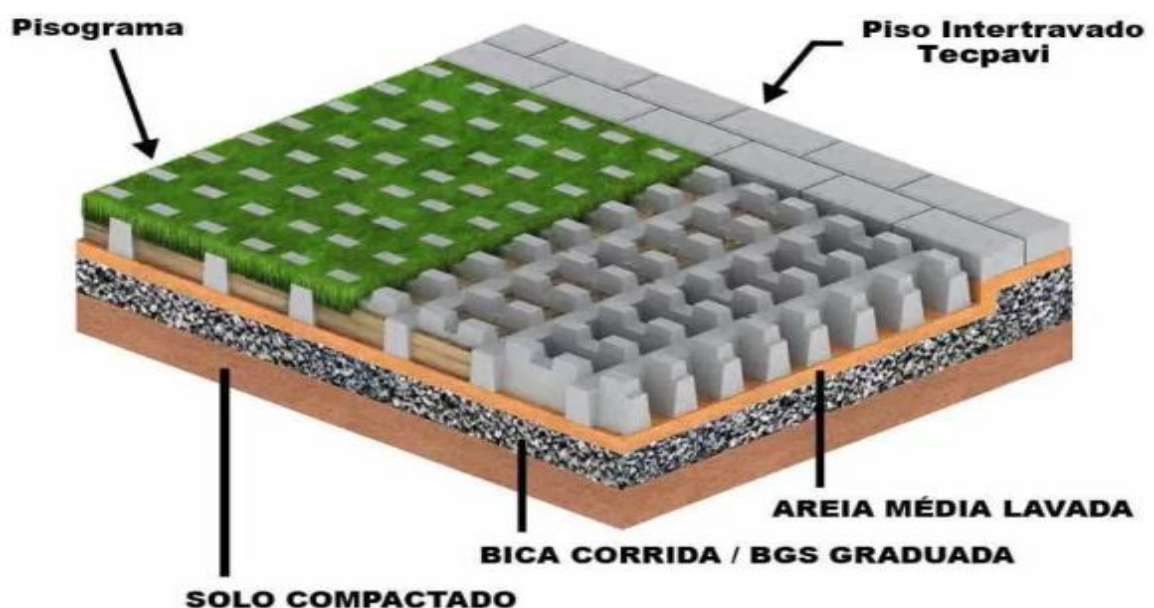
- Não usa materiais poluentes.
- Ecologicamente responsável.
- Baixo custo.
- Rápida aplicação.

- Não produz desperdício.
  - Não requer manutenção.
  - Antiderrapante.
  - Permeável.
  - Mantém área útil do terreno.
  - Utilização imediata após a instalação.
- Ajuda a melhorar o escoamento das águas pluviais, com isso reduz em 100% (permeável) as enxurradas e ajuda a combater o problema de enchentes.

Pode ser pontuado no Leed pelos seguintes fatores:

- Reduz as ilhas de calor.
- É produzido próximo ao local de uso.
- Reduz o escoamento superficial da água.
- Reduz 100% das enxurradas, por seus coeficientes de permeabilidade e de escoamento.
- Filtra a água, melhora sua qualidade e possibilita a coleta de água de reuso.
- Reduz a poluição de fontes não pontuais.
- Reduz as áreas impermeáveis e mantém os espaços úteis do terreno.
- Reduz os gastos com recursos de drenagem de água e reservatórios.

Figura 26: Exemplo de Execução



Fonte: PavBrasil, 2017.

Bloco pré-moldado vazado de concreto, preenchido com grama, para pavimentação de áreas externas, em locais de tráfego ou estacionamento de veículos.

Algumas outras informações sobre o piso grama:

- A principal vantagem do Pisograma é minimizar o problema de percolação (drenagem) de água no subleito.
- A falta de percolação está afetando o lençol freático das grandes cidades.
- Alguns órgãos públicos já exigem áreas drenantes para a aprovação de projetos.
- O Pisograma é muito utilizado no exterior, e agora começa a ser difundido no Brasil.

Os concregramas, após seu assentamento, podem ser retirados e reaproveitados em outra obra ou local. Com 100% de aproveitamento das peças.

Figura 27: Piso grama ou Concregrama



Fonte: PavBrasil, 2017.

## 12.2 Válvula de descarga para Mictório Vision

O mictório a ser utilizado, será com acionamento eletrônico que são indicados para sanitários com alto e médio tráfego de pessoas, a válvula é acionada automaticamente, sem

contato manual, através de sensores que detectam a presença do usuário. Seu funcionamento sensorizado contribui para a economia de água e para manter o ambiente sempre higienizado. O acionamento é automático após o uso garantindo economia de água e higiene completa. Tempo de descarga: 6 segundos.

Este produto (Figura 28) esta de acordo com as normas estabelecidas pelo Green Building Council Brasil, responsável pela emissão do certificado para construções sustentáveis.

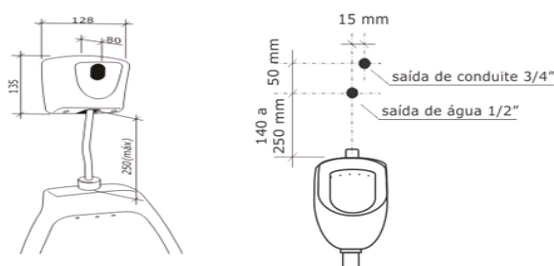
Figura 28: Válvula para Mictório Vision



Fonte: fabrimar, 2017.

Abaixo segue medidas para projeto de instalação(Figura 29):

Figura 29: Medidas de Projeto



Fonte: fabrimar, 2017.

### 12.3 Torneira Eletrônica

Para os lavatórios dos banheiros e pias da cozinha do edifício serão utilizadas torneiras econômicas com sensores de presença. Ideais para locais públicos, diminuindo o risco de contaminação e economia de água. A torneira é equipada com válvula solenóide metálica com regulagem de vazão e com arejador que reduz em até 1,8 litros por minuto, seu funcionamento é do seguinte modo ao posicionar a mão próximo ao sensor ela permanecerá

aberta por tempo suficiente para que o usuário lave as mãos e automaticamente se fecha, não necessitando de contato manual, garantindo economia de água e higiene.

O fabricante tem certificação dos produtos garantindo sua real economia de consumo de água. Está certificado O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP-H) criou o Atestado de Qualificação do “Programa de Garantia da Qualidade dos Metais Sanitários e Aparelhos Economizadores de Água”. O Atestado é emitido em conjunto com a ASFAMAS (Associação Brasileira dos Fabricantes de Metais e Equipamentos para Saneamento), o SIAMFESP (Sindicato da Indústria de Artefatos de Metais não Ferrosos do Estado de São Paulo) e TESIS (Tecnologia de Sistemas e Engenharia Ltda), sendo reavaliado e renovado a cada três meses.

Figura 30 torneira para lavatórios:

Figura 30:Torneira Eletrônica cód.1195-EL-REG-VR



Fonte: fabrimar, 2017.

Figura 31 torneira para as cozinhas.

Figura 31: Torneira com Sensor Lateral Parede



Fonte: fabrimar, 2017.

#### Diferenciais de Torneiras com Sensor Automáticas Eletrônicas:

Única com sistema de acionamento magnético patenteado que economiza energia e aumenta significativamente a durabilidade por isso possui garantia tão longa de até 5 anos, acionada através de aproximação esse sistema proporciona até 70% de economia de água e evita a contaminação cruzada em aplicações profissionais ou a proliferação de viroses em locais públicos devido a higiene que proporciona. Possui sistema Antivandalismo, exemplo: O usuário bloqueia o sensor com um objeto, após um minuto a torneira fecha automaticamente.

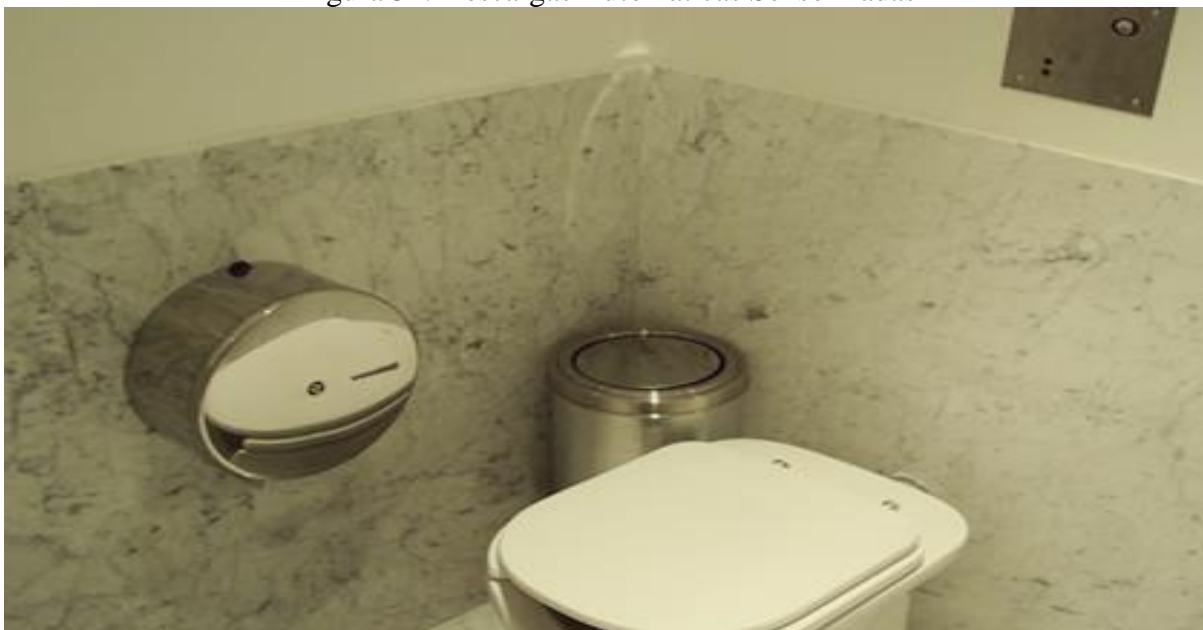
Seu funcionamento é Bivolt 110/220 V, possui a opção de trabalhar com 4 pilhas pequenas, caso a energia elétrica acabe o sistema a pilhas passa a funcionar ou para locais sem rede elétrica. Possui regulador de vazão o que permite regular o volume de água, proporcionando o máximo de economia.

#### 12.4 Vaso Sanitário com caixa acoplada:

O vaso sanitário utilizado será o da linha DRACO (Figura 32) com válvulas de descarga automáticas com sensor que proporciona higienização, conforto e sustentabilidade. Dispensando apenas os 6 Litros necessários para higienização do vaso, o que a enquadra como um equipamento que atende as especificações de construções sustentáveis.

Sensorizada, esta válvula de descarga é ideal para atender locais de alto e médio tráfego de pessoas e foi desenvolvidas com base nos mais atuais conceitos de sustentabilidade. Entre as vantagens oferecidas, reduz significativamente o consumo de água, pois libera apenas 6 litros por descarga, funcionando de acordo com normas internacionais. Isso é possível através do seu sistema de detecção do usuário, que monitora a utilização do vaso sanitário, efetuando a descarga logo após sua utilização. Assim, o ambiente fica sempre higienizado e agradável.

Figura 32: Descargas Automáticas Sensorizadas



Fonte: Draco, 2017.

## 12.5 Secador de Mãos Sensorizado:

Será utilizado secador de mãos nos banheiros masculinos e femininos que são ideais para locais com alto e médio tráfego de pessoas. Este secador (Figura 33) certificado pelo Inmetro permite a completa secagem das mãos de forma prática, rápida (20 segundos) e com economia de energia. Com acabamento em inox escovado, tem estrutura altamente resistente ao vandalismo e é acionado automaticamente, através de sensores que detectam a presença do usuário.

Figura 33: Secador de Mãos Sensorizado



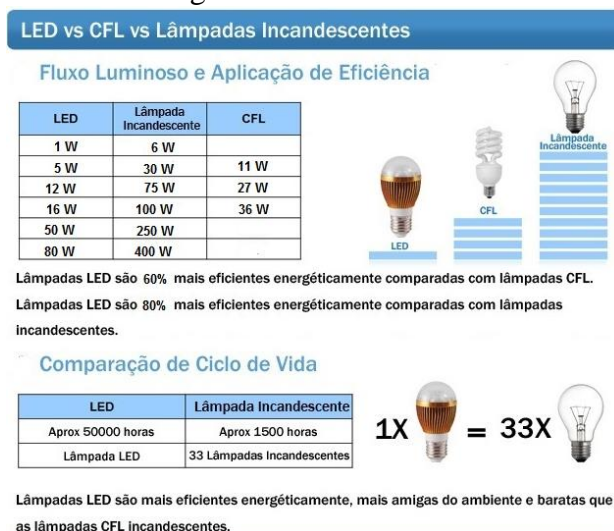
Fonte: Draco, 2017.

## 12.6 Lâmpadas Led:

As lâmpadas led serão utilizadas da “Starlamp” (Figura 34) por ser uma empresa que possui as certificações referentes de lâmpadas led.

Faz parte do Grupo MUNDO TECHNOLOGY, que atua há mais de 20 anos na Europa e nas Américas. A fábrica cumpre com todas as normas de segurança laboral e segue a nova ética de ecologia para a indústria (“green factory”). Nossa empresa possui o selo ISO 9001 e também foi premiado como "Empresa de Exportação com Qualidade Garantida".

Figura 34: LED vs CFL



Fonte: Starlamp, 2017.



## 12.7 Forros Removíveis:

Foram utilizados forros em lã de vidro com revestimento em PVC, segundo fabricante são ideais para áreas de bastante movimentação de pessoas por proporcionar conforto térmico, conforto acústico, economia de energia e acabamento.

A linha Forrovid é constituída por forros em lã de vidro, com revestimento em PVC microperfurado. Com excelentes índices de absorção sonora e isolamento térmica, a linha Forrovid está disponível em 3 opções de acabamento (Boreal, Reno e Mistral) e até 3 opções de espessura (15, 20 e 25mm). Indicados para aplicação em áreas de grande afluência de público, o Forrovid Boreal, Forrovid Reno e o Forrovid Mistral atendem principalmente aos projetos que necessitam aliar conforto térmico, conforto acústico, economia de energia e acabamento.

Os forros podem ser utilizados para melhoria do conforto acústico e térmico em áreas comerciais de pequeno e grande porte, como:

- Supermercados;
- Farmácias;
- Escolas, universidades, centros de estudo;
- Indústrias, galpões, depósitos e qualquer ambiente que necessite de tratamento acústico e térmico.

São fáceis de limpar: basta pano úmido e sabão neutro.

Figura 35: Ficha Técnica

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Composição</b>   | Painel rígido em lã de vidro revestido na face aparente                |
| <b>Revestimento</b> | PVC (Reno), PVC microperfurado (Boreal e Mistral)                      |
| <b>Dimensões</b>    | Placas de 1.250mm x 625mm e 1.250mm x 1.250mm (somente Boreal de 25mm) |
| <b>Densidade</b>    | 60 Kg/m <sup>3</sup>   |
| <b>Espessuras</b>   | Mistral e Boreal: 15,20 e 25mm / Reno: 20 e 25 mm                      |
| <b>Peso</b>         | 0,900 - 1.200 e 1.500 Kg/m <sup>2</sup>                                |
| <b>Borda</b>        | Reta (Lay-in)  |
| <b>Embalagem</b>    | 15mm - 24 placas (18,75m <sup>2</sup> )                                |
|                     | 20mm - 18 placas (14,06m <sup>2</sup> )                                |
|                     | 25mm - 14 placas (10,93m <sup>2</sup> )                                |

Fonte: Isover, 2017.

A linha Forrovid proporciona excelentes índices de absorção sonora aos ambientes:

Figura 36: Tabela de Medidas

|   |                  | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | NRC  |      |
|---|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Coeficiente de Absorção Sonora ( $\alpha$ ) | Forrovid Boreal  | 15mm | 0,03 | 0,16 | 0,51 | 0,92 | 0,89 | 0,62 | 0,60 |
|   |                  | 20mm | 0,07 | 0,57 | 0,56 | 0,82 | 0,59 | 0,34 | 0,65 |
|   |                  | 25mm | 0,08 | 0,43 | 0,79 | 1,02 | 0,82 | 0,58 | 0,75 |
|   | Forrovid Reno    | 20mm | 0,38 | 0,24 | 0,57 | 0,64 | 0,49 | 0,24 | 0,50 |
|   |                  | 25mm | 0,48 | 0,45 | 0,71 | 0,69 | 0,49 | 0,24 | 0,60 |
|   | Forrovid Mistral | 15mm | 0,50 | 0,33 | 0,37 | 0,76 | 0,57 | 0,38 | 0,50 |
|   |                  | 20mm | 0,56 | 0,41 | 0,63 | 0,67 | 0,53 | 0,40 | 0,55 |
|   |                  | 25mm | 0,48 | 0,40 | 0,71 | 0,72 | 0,52 | 0,41 | 0,60 |

Resultados testados e certificados pelo IPT/SP. Referências Técnicas: Boreal • Boreal; Reno • PCX g&4; Mistral • Forrovid Isover Cipatok.

Fonte: Isover, 2017.

Desempenho Térmico Além do conforto proporcionado, a isolamento térmica garante uma redução significativa do consumo de energia elétrica em ambientes climatizados.

Figura 37: Ficha Técnica

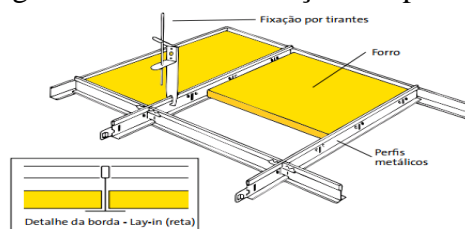
| Espessura | Resistência térmica (Rt) | Coef. de Condutividade Térmica a 24°C(k) |
|-----------|--------------------------|--|
| 15mm      | 0,48m <sup>2</sup> °C/W  | 0,030 W/m °C                             |
| 20mm      | 0,67m <sup>2</sup> °C/W  | 0,030 W/m °C                             |
| 25mm      | 0,81m <sup>2</sup> °C/W  | 0,030 W/m °C                             |

Fonte: Isover, 2017.

Sua instalação faz-se da seguinte forma:

- O forro é suspenso através de perfis metálicos fixados ao teto por tirantes rígidos. Em caso de vãos elevados entre o forro e o teto, recomenda-se o uso de estrutura auxiliar (Figura 38).
- As placas removíveis permitem acesso às instalações sobre o forro.
- Recomenda-se o uso de luminárias suspensas ou embutidas evitando que a ação do calor possa prejudicar os revestimentos.

Figura 38: Modo de fixação das placas



Fonte: Isover, 2017.

Os forros da linha Forrovid apresentam as seguintes classificações de reação ao fogo:

- ABNT - NBR9442 - Classe A
- IT 10 - Classe II A (Instrução técnica nº 10 do Corpo de Bombeiros da PMSP)

### 12.8 Brises para Fachada

Na fachada será utilizado um brise para impedir a incidência direta de radiação solar no interior do edifício (Figura 39), de forma a evitar aí a manifestação de um calor excessivo, mas a grande vantagem do Brise Metálico Linear é a proteção solar que equaciona claridade e ventilação, para cobrimento de equipamentos de ar condicionado, oferecendo uma melhor estética ao projeto.

Figura 39: Brise para fachada



Fonte: Aludmax, 2017.

### 12.9 Piso Elevado de Termoplástico

Para o revestimento do piso será utilizado os pisos elevados termoplásticos do fabricante “Remaster“, um sistema completo que integra piso elevado termoplástico, rede elétrica modular e cabeamento estruturado de dados e voz.

Os diferenciais técnicos são:

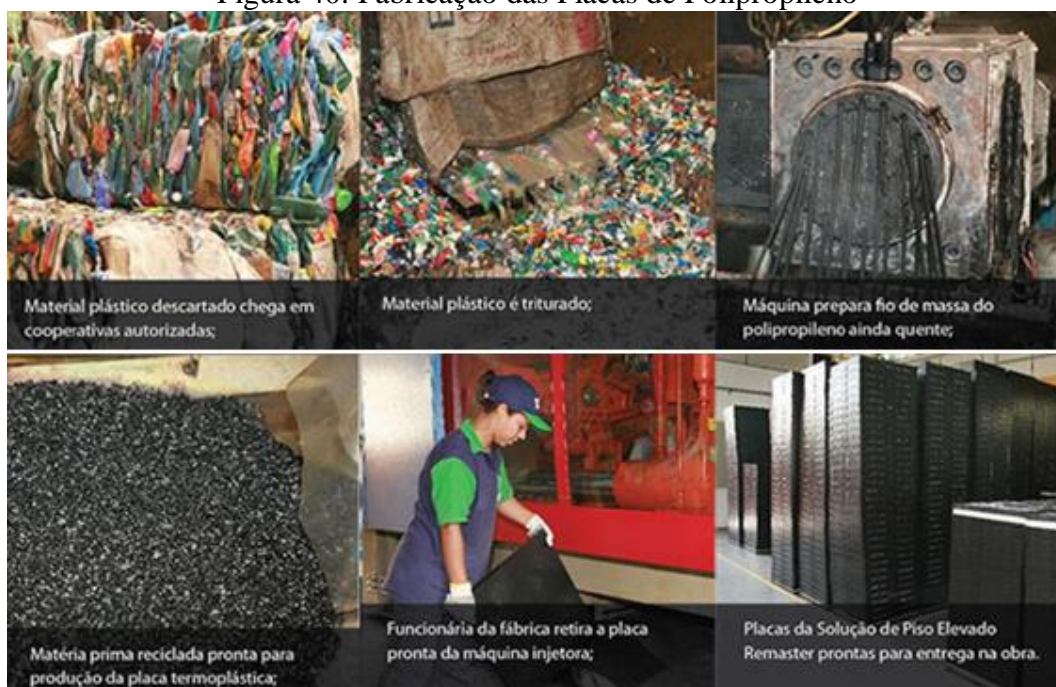
- Leveza: Produzido em termoplástico de engenharia, o Piso Elevado Remaster pesa apenas 12kg por m<sup>2</sup>.
- Facilidade no manuseio: as placas do piso elevado, produzidas em polipropileno reciclado, são encaixadas e intertravadas nos pedestais. A maleabilidade do material plástico permite facilidade nos recortes, bem como para a furação de novas caixas de conexão, sem a necessidade de custos extras.
- Baixo perfil: com altura de 7 cm até 15cm com pedestais fixos, e de 8,5cm até 2 metros usando pedestais reguláveis, o Piso Elevado Remaster é,

também, a opção ideal para retrofits, pois preserva as características estruturais originais da construção. (com pedestais reguláveis se permitem ajustes milimétricos na altura).

- Modularidade: A solução de piso elevado Remaster pode ser comparada a um verdadeiro Lego. É um sistema construtivo modular preciso que oferece flexibilidade para mudanças de layout, em uma obra limpa e rápida. Tornando possível, assim, construir e desconstruir infinitas vezes, sem a necessidade de extrair novos materiais da natureza.
- Estabilidade: devido ao processo de montagem não necessitar da fixação do pedestal no contrapiso, aliado ao conceito de intertravamento, seus pedestais garantem o apoio das placas de piso e a estabilidade vertical e horizontal. Desta forma todo conjunto tem sua estabilidade garantida ao longo do uso.
- Upgrade tecnológico: As tecnologias de cabeamento tem uma vida útil média de 4 anos . A Solução Remaster não utiliza eletrocalhas ou estruturas rígidas. Contribui assim para a mobilidade e a portabilidade, preservando o investimento de forma que a estrutura não se torne obsoleta.

Abaixo está processo de fabricação do piso termoplástico de polipropileno (Figura 40) distribuindo as etapas desde a extração do material que chega até as cooperativas autorizadas. Segundo o fabricante sua placa de polipropileno é 100% reciclável e 100% reciclada (Figura 41).

Figura 40: Fabricação das Placas de Polipropileno



FonteRemaster, 2016.

A placa de polipropileno é 100% reciclável e 100% reciclada. Desta forma, ela contribui reduzindo a demanda por matérias-primas virgens, a geração de resíduos e a poluição do meio ambiente.

Figura 41: Ciclo de Reciclagem

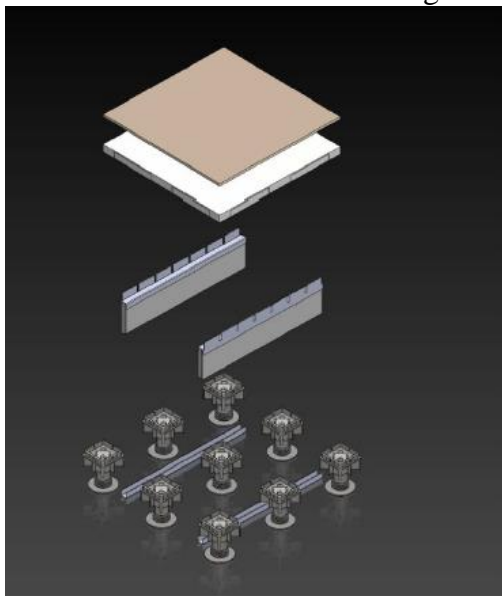


Fonte: Remaster, 2016.

### 12.9.1 Piso Elevado de Termoplástico

Segue algumas descrições dos materiais de acordo com fornecedor (Figura 42).

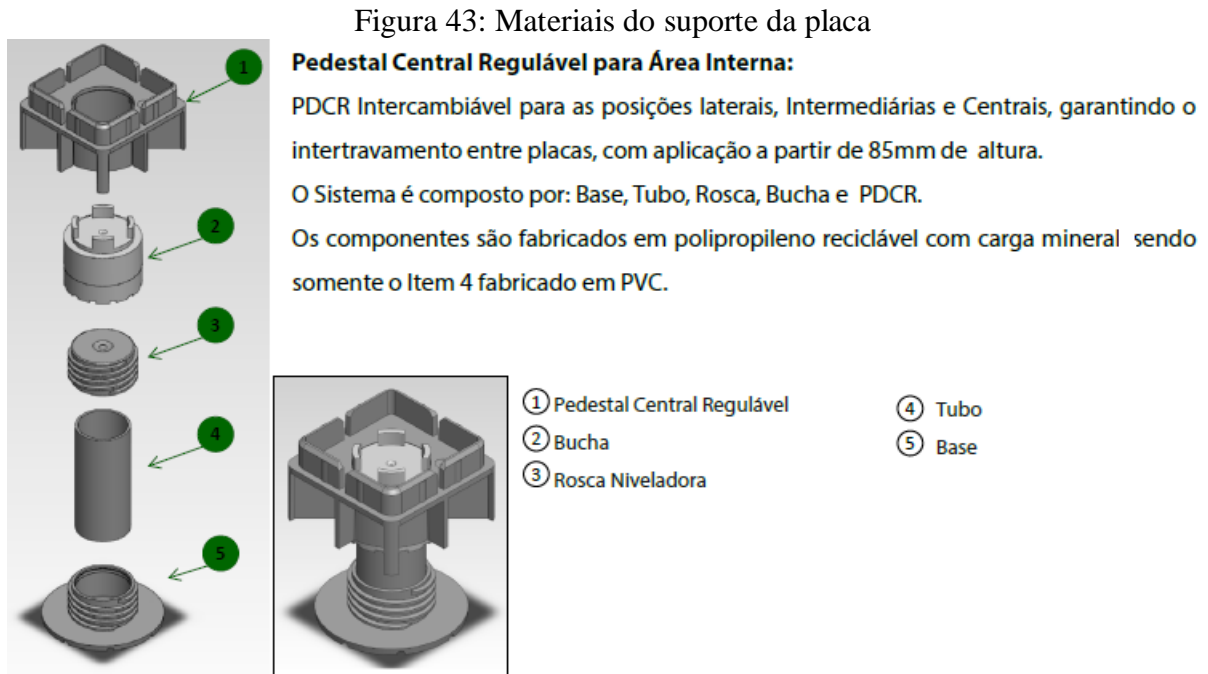
Figura 42: Materiais



- ① Placa de Revestimento (500 x 500 mm)
- ② Painel Remaster (500 x 500mm)
- ③ Septo para Isolamento de Áreas
- ④ Pedestal Regulável Remaster
- ⑤ Perfil para Encaixe do Septo

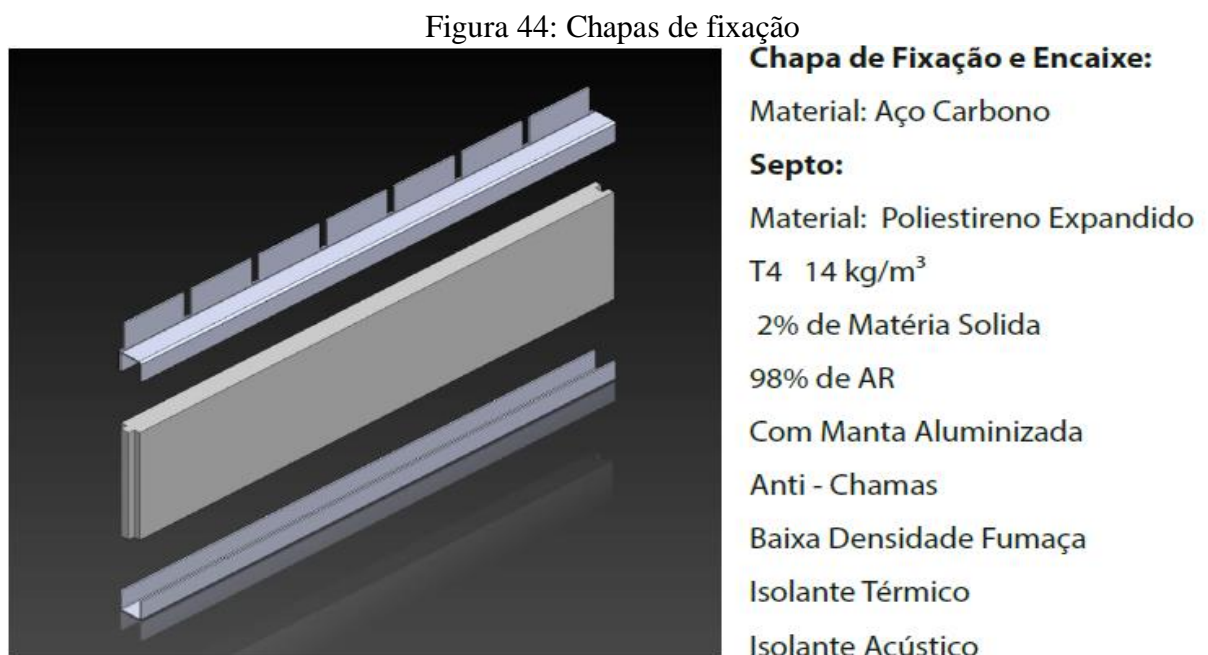
Fonte: Remaster, 2016.

Segue tipos de materiais em cada componente sendo que todos são reciclados, somente o item 4 que sua fabricação utiliza como matéria prima o PVC (Figura 43).



Fonte: Remaster, 2016.

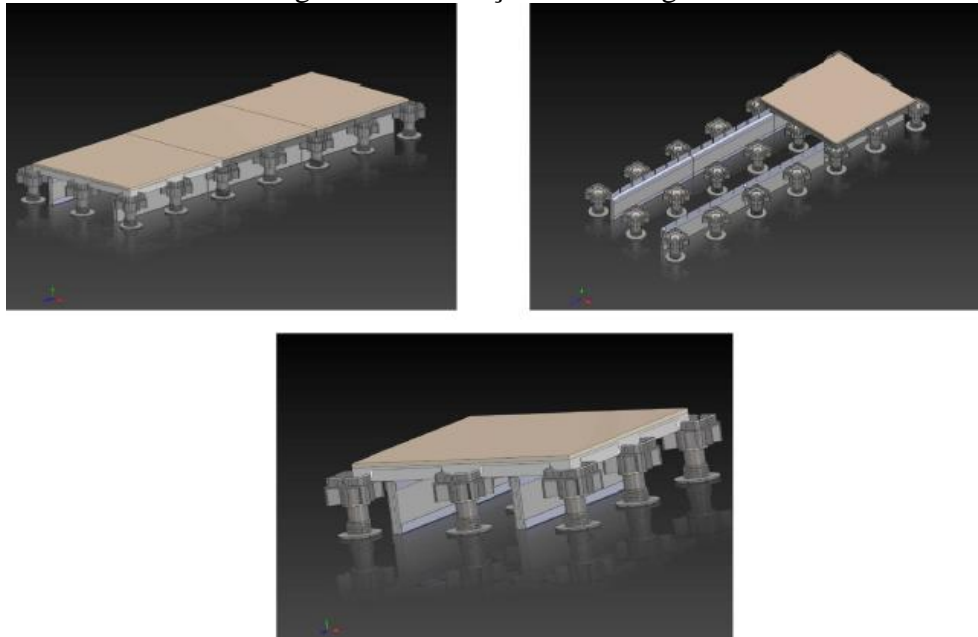
Segue descritivo técnico das chapas de fixação (Figura 44).



Fonte: Remaster, 2016.

Segue ilustração da montagem, colocação das placas sobre as bases (Figura 45).

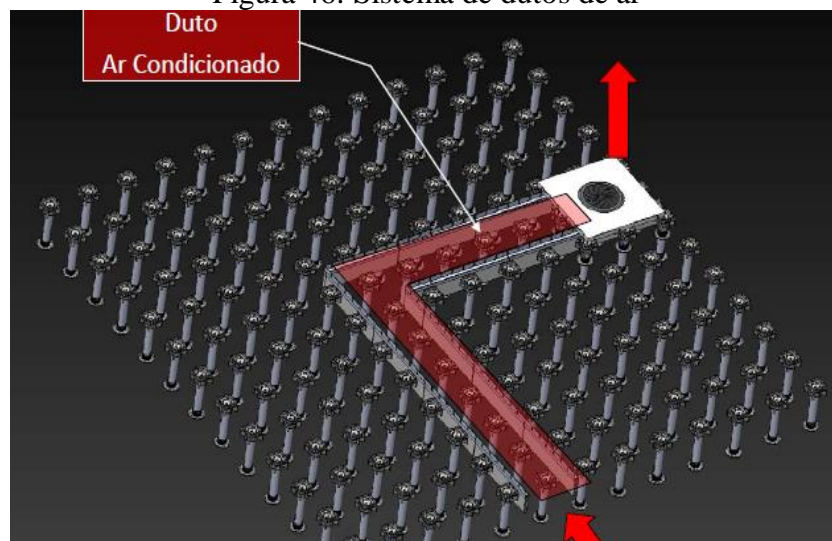
Figura 45: Ilustração da montagem



Fonte: Remaster, 2016.

O sistema conta com a dutagem do ar. O ar vindo do meio externo através de dutos abaixo do piso será direcionado para os ambientes de acordo com necessidade de cada ambiente, o ar sairá através de grelhas no piso trazendo o conforto térmico (figura 46).

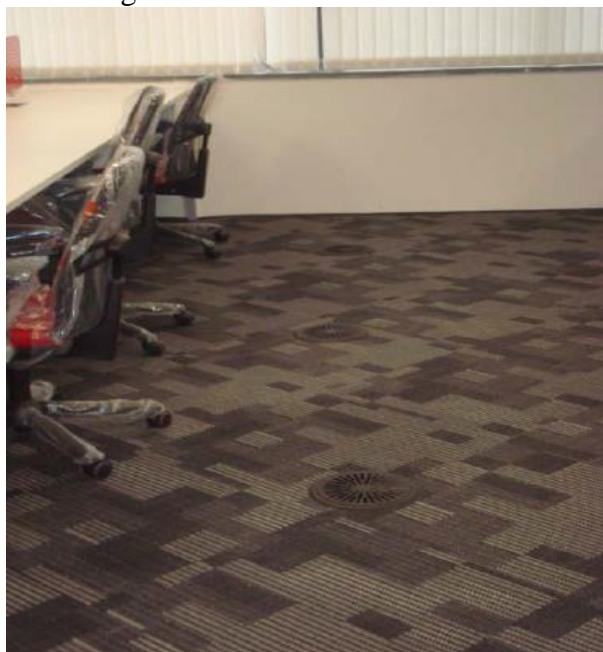
Figura 46: Sistema de dutos de ar



Fonte: Remaster, 2016.

O sistema é pratico e pode ser alterado o layout de acordo com a necessidade (Figura 47).

Figura 47: Sistema de dutos de ar



Fonte: Remaster, 2016.

### **12.10 Madeiras Certificadas**

As madeiras utilizadas na construção serão todas compradas na região de Atibaia, em uma loja com certificação FSC (Forest Stewardship Council) de reflorestamento autorizado pelo IBAMA.

A Certificação florestal é um sistema de inspeção em que há um acompanhamento da madeira e guias florestais que permitem sua rastreabilidade até o produto acabado. Este processo assegura a origem do produto em florestas manejadas adequadamente, obedecendo a critérios e princípios ambientais, sociais e econômicos.

FSC (Forest Stewardship Council) é um sistema unificado e internacional de certificação mundialmente aceito. A demanda por madeira certificada FSC vem de uma rede cada vez mais ampla de organizações e companhias interessadas em incentivar e garantir que sua matéria-prima seja procedente de florestas bem manejadas, que estão comprometidas com a diminuição do aquecimento do planeta.


Todos os materiais que serão utilizados, os fabricantes estão dentro do raio de 800 Km que estabelece a certificação do LEED.



### 13 Certificação LEED: Pontuação a ser obtida.

A Tabela 22, utilizada pelo LEED v3 para novas construções, demonstra créditos e pontuações possíveis:

Tabela 22: Pontuação Leed

|     |     |  |  | <b>LEED v3 : Novas Construções</b> |   |           |
|-----|-----|---|--|------------------------------------|---|-----------|
|     |     |   |  | Crédito                            |   |           |
|     |     | <b>Espaços Sustentáveis</b>   |  | <b>Pontos Possíveis</b>            |   | <b>26</b> |
| Sim | Não | Pré Requisito   | Prevenção da Poluição na Atividade de Construção   | Obrigatório                        |   |           |
| S   |     | Credito 1   | Seleção do Terreno                                 | 1                                  | 1 |           |
| S   |     | Credito 2   | Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade        | 5                                  | 5 |           |
|     | N   | Credito 3   | Remediação de Áreas Contaminadas                   | 1                                  |   |           |
| S   |     | Credito 4   | Acesso ao Transporte Público                       | 6                                  | 6 |           |
|     | N   | Credito 5   | Bicicletário e Vestiários para os Ocupantes        | 1                                  |   |           |
|     | N   | Credito 6   | Uso de Veículos de Baixa Emissão de Gases          | 1                                  |   |           |
| S   |     | Credito 7   | Área de Estacionamento                             | 3                                  | 3 |           |
| S   | N   | Credito 8   | Proteção e Restauração do Hábitat                  | 2                                  |   |           |
| S   |     | Credito 9   | Maximizar Espaços Abertos                          | 1                                  | 1 |           |
| S   |     | Credito 10  | Projeto para Águas Pluviais - Controle Quantidade  | 1                                  | 1 |           |
|     | N   | Credito 11  | Projeto para Águas Pluviais - Controle Qualidade   | 1                                  |   |           |
|     | N   | Credito 12  | Redução da Ilha de Calor - Áreas Descobertas       | 1                                  |   |           |
|     | N   | Credito 13  | Redução da Ilha de Calor - Áreas Cobertas          | 1                                  |   |           |
|     | N   | Credito 14  | Redução da Poluição Luminosa                       | 1                                  |   |           |
|     | N   | Credito 15  | Guia de Projeto e Construção para Inquilinos       | NA                                 |   |           |
|     |     | <b>Uso Racional da Água</b>   |  | <b>Pontos Possíveis</b>            |   | <b>10</b> |
| Sim |     | Pré Requisito   | Redução no Uso de Água                             | Obrigatório                        |   |           |
| S   |     | Credito 1   | Uso Eficiente de Água no Paisagismo                | 2 a 4                              | 4 |           |
| S   |     | Credito 2   | Tecnologias Inovadoras para Águas Servidas         | 2                                  | 2 |           |
| S   |     | Credito 3   | Redução do Consumo de Água                         | 2 a 4                              | 2 |           |
|     |     | <b>Energia e Atmosfera</b>  |  | <b>Pontos Possíveis</b>            |   | <b>35</b> |
| Sim |     | Pré Requisito   | Comissionamento dos Sistemas de Energia            | Obrigatório                        |   |           |
| Sim |     | Pré Requisito   | Performance Mínima de Energia                      | Obrigatório                        |   |           |
| Sim |     | Pré Requisito   | Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes          | Obrigatório                        |   |           |
| S   |     | Credito 1   | Otimização da Performance Energética               | 1 a 19                             | 2 |           |
| S   |     | Credito 2   | Geração de Energia Renovável                       | 1 a 7                              | 1 |           |
| S   |     | Credito 3   | Melhoria no Comissionamento                        | 2                                  | 2 |           |
|     | N   | Credito 4   | Melhoria na Gestão de Gases Refrigerantes          | 2                                  |   |           |
|     | N   | Credito 5   | Medições e Verificações                            | 3                                  |   |           |
|     | N   | Credito 6   | Medições e Verificações - Base do Edifício         | NA                                 |   |           |
|     | N   | Credito 7   | Medições e Verificações - Submedição de Inquilinos | NA                                 |   |           |
|     | N   | Credito 8   | Energia Verde                                      | 2                                  |   |           |

|  |   | <b>Materiais e Recursos</b>           |   | <b>Pontos Possíveis</b> |  | <b>14</b>  |
|--|---|---------------------------------------|---|-------------------------|--|------------|
| Sim  |   | Pré Requisito                         | Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis                                  | Obrigatório             |  |            |
|  | N | Credito 1                             | Reuso do Edifício - Paredes, Pavimentos e etc                               | 1 a 3                   |  |            |
|  | N | Credito 2                             | Reuso do Edifício - 50% não estrutural do interior                          | 1                       |  |            |
|  | S | Credito 3                             | Gestão de Resíduos na Construção  | 1 a 2                   |  | 1          |
|  | S | Credito 4                             | Reuso de Materiais  | 1 a 2                   |  | 1          |
|  | S | Credito 5                             | Conteúdo Reciclado  | 1 a 2                   |  | 1          |
|  | S | Credito 6                             | Materiais Regionais   | 1 a 2                   |  | 2          |
|  | N | Credito 7                             | Materiais de Rápida Renovação   | 1                       |  |            |
|  | S | Credito 8                             | Madeira Certificada   | 1                       |  | 1          |
|  |   | <b>Qualidade Ambiental Interna</b>    |   | <b>Pontos Possíveis</b> |  | <b>15</b>  |
| Sim  |   | Pré Requisito                         | Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno                                | Obrigatório             |  |            |
| Sim  |   | Pré Requisito                         | Controle da Fumaça de Cigarro   | Obrigatório             |  |            |
|  | N | Credito 1                             | Monitoramento do Ar Externo   | 1                       |  |            |
|  | S | Credito 2                             | Aumento da Ventilação   | 1                       |  | 1          |
|  | N | Credito 3                             | Plano de Gestão da Qualidade do Ar - Durante a Construção                   | 1                       |  |            |
|  | N | Credito 4                             | Plano de Gestão da Qualidade do Ar - Antes da Ocupação                      | 1                       |  |            |
|  | S | Credito 5                             | Materiais de Baixa Emissão - Adesivos e Selantes                            | 1                       |  | 1          |
|  | S | Credito 6                             | Materiais de Baixa Emissão - Tintas e Vernizes                              | 1                       |  | 1          |
|  | S | Credito 7                             | Materiais de Baixa Emissão - Carpetes e Sistemas de Pisos                   | 1                       |  | 1          |
|  | N | Credito 8                             | Materiais de Baixa Emissão - Compostos de Madeiras e Produtos de Agrofibras | 1                       |  |            |
|  | N | Credito 9                             | Controle Interno de Poluentes e Produtos Químicos                           | 1                       |  |            |
|  | S | Credito 10                            | Controle de Sistemas - Iluminação   | 1                       |  | 1          |
|  | S | Credito 11                            | Controle de Sistemas - Conforto Térmico                                     | 1                       |  | 1          |
|  | S | Credito 12                            | Conforto Térmico  | 2                       |  | 2          |
|  | S | Credito 13                            | Iluminação Natural  | 1                       |  | 1          |
|  | N | Credito 14                            | Paisagem  | 1                       |  |            |
|  |   | <b>Inovação e Processo do Projeto</b> |   | <b>Pontos Possíveis</b> |  | <b>6</b>   |
|  | N | Credito 1                             | Inovação do Projeto   | 1 a 5                   |  |            |
|  | N | Credito 2                             | Profissional Acreditado LEED  | 1                       |  |            |
|  |   | <b>Créditos Regionais</b>             |   | <b>Pontos Possíveis</b> |  | <b>4</b>   |
|  | N | Credito 1                             | Crédito Regional  | 1                       |  |            |
|  | N | Credito 2                             | Crédito Regional  | 1                       |  |            |
|  | N | Credito 1                             | Crédito Regional  | 1                       |  |            |
|  | N | Credito 2                             | Crédito Regional  | 1                       |  |            |
| <b>Total</b>   |   |                                       |   | <b>Pontos Possíveis</b> |  | <b>110</b> |
| <b>Certificado 40 a 49 pontos</b> Silver 50 a 59 pontos    Gold 60 a 79 pontos    Platinum 80 a 110 pontos |   |                                       |   |                         |  |            |

Fonte: GBC Brasil

### **13.1 Espaços sustentáveis:**

Relacionado ao item espaços sustentáveis, pontuação definida a seguir:

#### **13.1.1 Escolha do Terreno**

No caso do terreno escolhido para o projeto, a sua utilidade é para um edifício comercial que tem uma maior funcionalidade no meio urbano.

Não existem restrições que possam atrapalhar a construção, avaliando as características do solo local nota-se que no local encontra-se em grande proporção um solo de boa qualidade, de um tipo mais argiloso e resistente.

Com as escolhas adotadas, obtém-se 1 ponto pela seleção do terreno.

#### **13.1.2 Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade**

Existência de serviços comunitários em suas proximidades.

Com isso obteve-se 5 pontos nessa categoria.

#### **13.1.3 Transporte Alternativo**

O terreno tem um bom atendimento pelo transporte público com uma parada de ônibus a menos de 400 metros de duas ou mais linhas.

Pontuação obtida: 6 pontos.

Numero de vagas limitadas no estacionamento.

Pontos: 3.

#### **13.1.4 Desenvolvimento do Espaço**

O edifício possui a mesma área de vegetação do que a área impermeabilizada do solo.

Pontuação obtida: 1 ponto.

#### **13.1.5 Projeto Para Água Pluviais**

O edifício proverá de um plano de manejo de águas pluviais, ou seja, possuirá uma boa drenagem e permeabilidade no terreno, protegendo a rede pública de receber em excesso as águas da chuva.

Toda a água precipitada na parte superior do edifício será captada e reutilizada na parte de paisagismo e reserva de incêndio.

O empreendimento pontua também neste quesito com 1 ponto.

## **13.2 Uso Racional de Água**

A pontuação obtida nesses itens constam a seguir:

### **13.2.1 Uso Eficiente de Água no Paisagismo**

Para este Crédito, optou-se pela utilização da água não potável (água pluvial) para irrigação, obtendo 4 pontos.

### **13.2.2 Redução do Consumo de Água**

O objetivo neste empreendimento é a redução de 30% do consumo de água da rede pública, obtendo 2 pontos para certificação LEED.

## **13.3 Energia e Atmosfera**

### **13.3.1 Comissionamento dos Sistemas de Energia**

Deve-se designar um profissional como agente de comissionamento, para liderar, revisar e supervisionar este processo. Esse profissional não deve ter nenhuma ligação com a concepção, construção e gestão do projeto, e possuir experiência comprovada em pelo menos dois projetos. Ele deve:

- Relatar os dados e conclusões;
- Desenvolver e incorporar requisitos de comissionamento;
- Implementar um plano de comissionamento;
- Verificar a instalação e os sistemas a serem comissionados;
- Emitir relatório de conclusões;

Sistemas de ventilação e controles da iluminação artificial e natural, sistemas de energias renováveis devem ser comissionados.

### **13.3.2 Performance Mínima de Energia**

Para ser atendido, o empreendimento precisa demonstrar uma redução no consumo de energia de 10%, e esta redução é calculada em relação a um edifício base de acordo com a norma 90.1-2007 da ASHRAE.

### **13.3.3 Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes**

A fim de reduzir o impacto na camada de ozônio, é inadmissível a utilização de sistema de ventilação que utilizam gases clorofluorcarbonados (CFCs).

O empreendimento atende aos pré-requisitos.

#### **13.3.4 Otimização da Performance Energética**

O empreendimento a ser construído terá no mínimo ainda em avaliação de redução do consumo de energia, devido a utilização de painéis fotovoltaicos e pele de vidro melhorando o ambiente interno.

Estima-se no mínimo a redução de 14% do consumo energético, perfazendo mais 2 pontos.

#### **13.3.5 Geração de Energia Renovável**

Para a geração de energia renovável no edifício serão instaladas placas fotovoltaicas, e a estimativa de geração de energia renovável trará uma redução de 14% do consumo, obtendo 1 ponto na categoria.

#### **13.3.6 Melhoria no Comissionamento**

Complemento do requisito básico de comissionamento, que visa a contratação do agente de comissionamento desde o início do projeto, não apenas na construção.

Realizar revisões e compatibilizações do projeto.

Verificar se os treinamentos do pessoal de operação e ocupantes do edifício foram realizados.

Obtém-se 2 pontos nessa categoria.

### **13.4 Materiais e Recursos**

#### **13.4.1 Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis**

O edifício terá uma área destinada a coleta e armazenamento de resíduos recicláveis.

#### **13.4.2 Gestão de Resíduos na Construção**

O canteiro de obras contará com lava rodas e lava botas, obtendo, com isso, 1 ponto.

#### **13.4.3 Reuso de Materiais**

Para formas serão utilizadas madeiras certificadas e de procedência, com 3 reutilizações.

Pontos obtidos: 1.

#### **13.4.4 Conteúdo Reciclado**

Será utilizado o piso de polipropileno em todo o edifício, sendo 100% reciclável desde a matéria prima até sua fabricação. Com isso obtem-se 1 ponto.

#### **13.4.5 Materiais Regionais**

Optou-se por fornecedores próximo ao local da construção, com um raio de até 800km.

Pontuação: 02 pontos.

#### **13.4.6 Madeira Certificada**

Para formas serão utilizadas madeiras certificadas e de procedência, com 3 reutilizações.

Pontuação: 01 ponto.

### **13.5 Qualidade Ambiental Interna**

#### **13.5.1 Aumento da ventilação**

Serão instaladas torres de ventilação e pisos perfurados percorrendo todo perímetro da edificação, garantindo ventilação cruzada.

Ponto adquirido: 01 ponto.

#### **13.5.2 Materiais de Baixa Emissão**

Para garantir este item será utilizado Cimento CPIII, que reduz em 95% a emissão de carbono e 80% do gasto energético na fabricação.

Pontos obtidos: 1.

#### **13.5.3 Controle de Sistemas – Iluminação**

Serão instaladas brises na fachada leste do prédio e lâmpadas de acionamento automático.

Pontuação: 1.

#### **13.5.4 Controle de Sistemas – Ventilação**

Nos dutos de ventilação serão instaladas aletas automatizadas para controle da entrada de ar.

Ponto: 1.

#### **13.5.5 Iluminação Natural**

O empreendimento a ser construído será todo envolto de pele de vidro, afim de dar conforto térmico, iluminação e criar uma conexão do ocupante com o ambiente externo.

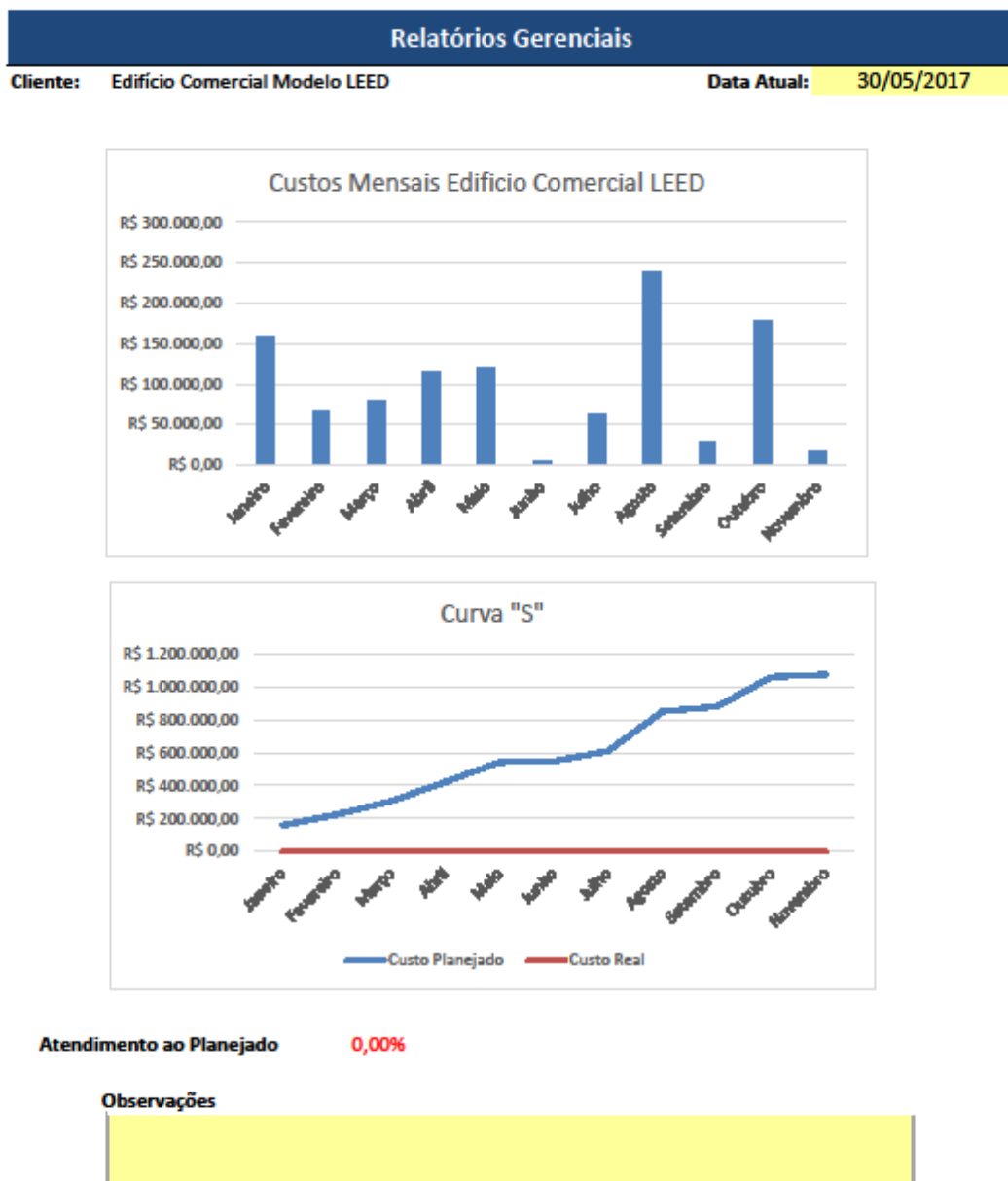
Para o conforto térmico obtem-se 2 pontos e para a iluminação natural, 1.

A pontuação total obtida através do método utilizado foi de 45 pontos e com isso a construção obteve a Certificação LEED.

## 14 Relatórios Gerenciais e Cronograma da obra:

Demonstra-se através da figura 48 o custo mensal para execução do edifício comercial assim como o cronograma da obra (Figura 49).

Figura 48: Relatórios Gerenciais



Fonte: Próprio autor.



Figura 49: Cronograma da Obra

| Id  | Nome da tarefa          | Duração         | Início              | Término             | 7                                       |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
|-----|-------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|---|-----|-------------------|-----|-------------------|------|-----|-------------------|------|-----|-----|-----|
|     |                         |                 |                     |                     | Tri 1/2018<br>Dez                       | Jan | Tri 2/2018<br>Fev | Mar | Tri 3/2018<br>Abr | Maio | Jun | Tri 4/2018<br>Jul | Agos | Set | Out | Nov |
| 0   | <b>TCC LEED</b>         | <b>217 dias</b> | <b>Ter 02/01/18</b> | <b>Seg 12/11/18</b> | [Gantt bar for TCC LEED]                |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 1   | SERVIÇOS PRELIMINARES   | 5 dias          | Ter 02/01/18        | Seg 08/01/18        | [Gantt bar for SERVIÇOS PRELIMINARES]   |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 6   | INFRA ESTRUTURA         | 9 dias          | Ter 09/01/18        | Sex 19/01/18        | [Gantt bar for INFRA ESTRUTURA]         |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 16  | SUPER ESTRUTURA         | 14 dias         | Seg 22/01/18        | Qui 08/02/18        | [Gantt bar for SUPER ESTRUTURA]         |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 66  | ESTRUTURA DA ESCADA     | 16 dias         | Qui 08/02/18        | Seg 05/03/18        | [Gantt bar for ESTRUTURA DA ESCADA]     |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 87  | ALVENARIA ESTRUTURAL    | 24 dias         | Ter 06/03/18        | Seg 09/04/18        | [Gantt bar for ALVENARIA ESTRUTURAL]    |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 100 | ESQUADRIAS              | 5 dias          | Ter 10/04/18        | Seg 16/04/18        | [Gantt bar for ESQUADRIAS]              |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 119 | COBERTURA               | 23 dias         | Ter 17/04/18        | Sex 18/05/18        | [Gantt bar for COBERTURA]               |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 122 | ÁGUA FRIA e ESGOTO      | 26 dias         | Ter 17/04/18        | Qua 23/05/18        | [Gantt bar for ÁGUA FRIA e ESGOTO]      |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 221 | PLUVIAL                 | 4 dias          | Qui 24/05/18        | Ter 29/05/18        | [Gantt bar for PLUVIAL]                 |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 227 | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS   | 4 dias          | Qua 23/05/18        | Seg 28/05/18        | [Gantt bar for INSTALAÇÕES ELÉTRICAS]   |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 239 | PAREDES INTERNAS        | 43 dias         | Ter 29/05/18        | Sex 27/07/18        | [Gantt bar for PAREDES INTERNAS]        |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 243 | PAREDES EXTERNAS        | 15 dias         | Seg 30/07/18        | Sex 17/08/18        | [Gantt bar for PAREDES EXTERNAS]        |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 245 | IMPERMEABILIZAÇÃO       | 4 dias          | Seg 20/08/18        | Qui 23/08/18        | [Gantt bar for IMPERMEABILIZAÇÃO]       |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 247 | PISOS                   | 34 dias         | Ter 28/08/18        | Ter 16/10/18        | [Gantt bar for PISOS]                   |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 255 | TETO                    | 12 dias         | Qua 17/10/18        | Qui 01/11/18        | [Gantt bar for TETO]                    |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |
| 257 | SERVIÇOS COMPLEMENTARES | 6 dias          | Seg 05/11/18        | Seg 12/11/18        | [Gantt bar for SERVIÇOS COMPLEMENTARES] |     |                   |     |                   |      |     |                   |      |     |     |     |

Fonte: Próprio autor.

## **15 Conclusão:**

Com base nos dados obtidos podemos concluir que:

Para o desenvolvimento de uma obra de construção civil faz-se necessário o planejamento adequado e o conhecimento de todo o processo construtivo. No geral segue etapas que vão desde a escolha do terreno, o desenvolvimento de todos os projetos (Arquitetônicos, Infraestrutura, Superestrutura, Instalações hidrossanitárias e elétricas, Acabamentos), até a limpeza final da obra. O método construtivo comum pode gerar grandes impactos ambientais.

Desenvolver um edifício sustentável é construir um edifício que irá consumir menos energia, água e outros recursos naturais, levando em consideração em todas as etapas do projeto o ciclo de vida de todos os materiais utilizados até seu destino final. A sustentabilidade de uma construção deverá abranger todas as fases, desde a sua concepção, seu planejamento, projeto, construção até sua demolição, tendo como um de seus princípios reduzir interferências, danos e impactos ao ambiente.

Através de um planejamento eficiente torna-se possível o desenvolvimento de uma construção sustentável sendo financeiramente viável e com o benefício da redução dos impactos gerados ao meio ambiente.

O método de execução sustentável, a eficiência energética, o consumo inteligente e eficiente de água, materiais e recursos e a qualidade interna do ambiente são valores que devem ser seguidos rigorosamente por quem busca a certificação LEED.

Analisando o método construtivo utilizado no desenvolvimento do projeto, recursos propostos e tecnologia empregada, percebe-se que é possível obter a certificação almejada.

## 16 Referências Bibliográficas:

ABNT- NBR 5626 – Instalação predial de água fria – set 1998.

ABNT- NBR 8160 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e execução – set 1999.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR. 15527**: Aproveitamento de água da chuva e coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. São Paulo, 2007.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas . **NBR 13133**: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro, 1994. 35p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas . **NBR 7190** – Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6122**: – Projeto e execução de fundações

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6484**: Solo – sondagens simples reconhecimento com SPT

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001**. Sistema de Gestão Ambiental.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118/2003**. Projetos de Estrutura de Concreto – Procedimento.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6120**. Carga para o Calculo de Estruturas de Edificações.

AECWEB. VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS LAJES NERVURADAS. [Online]. Disponível em <<http://blogaecweb.com.br/blog/vantagens-e-desvantagens-das-lajes-nerguradas/>> Acesso em 01 de junho de 2016

AZEREDO, Hélio Alves de. **O Edifício até sua Cobertura**. 2.ed. São Paulo: Blucher, 1997.

BASTOS, Paulo. Lajes de Concreto. Disponível em <<http://www.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Lajes.pdf>> Acesso em 01 de junho de 2016

BIER, Angelica Santos, FERNANDES, Vera Cartana, Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial em Edifícios – Estudo de Caso em uma edificação comercial. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. V. 5, No . 1, Abril/2013 P

BIZERRIS, rosimery. Tipos de fundação: estacas pré-moldadas de concreto. [Online]. Disponível em <<http://blog.construir.arq.br/estacas-pre-moldadas-concreto/>> Acesso em 31 de maio de 2016

BOTELHO, Manoel Henrique Campos, RIBEIRO Junior. **Instalações hidráulicas e prediais utilizando tubos plásticos**. 4ª edição. São Paulo, 2014.

BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos Fluidos**. Ed. rev. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

CARLO, Joyce Correna. **Desenvolvimento de metodologia de avaliação da eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/91026/260128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 22 de maio de 2016.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº307, de 5 de julho de 2002: Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Julho, 2002. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>> Acesso 21 de maio de 2016

CORRÊA, Lásaro Roberto. Sustentabilidade na construção civil. **Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil)-Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais**, 2009. Disponível em <<http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%20E3o%20CivilL.pdf>> Acesso em 21 maio 2016.

DAEE. **Portal do Departamento de águas e energia elétrica**. Acesso em 06 de abril de 2016. Disponível em: <http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>

DEGANI, Clarice Menezes; CARDOSO, Francisco Ferreira. A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. **Núcleo de Pesquisa da Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo**, p. 11, 2002. Disponível em <[http://www.pcc.usp.br/files/text/personal\\_files/francisco\\_cardoso/Nutau%202002%20Degan%20Cardoso.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/personal_files/francisco_cardoso/Nutau%202002%20Degan%20Cardoso.pdf)> Acesso em 13 de maio 2016

DOUBECK, A. Topografia. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989.

DRACO. Valvula de Descarga sensorizada. Disponível em <<http://www.dracoeletronica.com.br/descargas/descargas-embutir/descargas-sensor/descarga-sensorizada-embutir>>

ESCOLA ENGENHARIA. Tipos de Estacas para fundação. [Online]. Disponível em <<http://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-estacas-para-fundacao/>> Acesso em 31 de maio de 2016

ESPARTEL, L. Curso de topografia. 6ª ed. Porto Alegre: Globo. 1987

FREIRE, Augusto. Laje de Concreto com esferas plásticas. **Revista Techne**, Edição 138. Setembro, 2008. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/138/laje-de-concreto-com-esferas-plasticas-286542-1.aspx>

FABRIMAR. Valvula de descarga para mictório vision. Disponível em <<http://www.fabrimar.com.br/produto/valvula-de-descarga-para-mictorio-vision>>

GBCBRASIL. **Certificação LEED:** Leed New Construction, Checklist LEED NC. 2009. Disponível em <[http://gbcbrasil.org.br/leed-new-construction.php#prettyPhoto\[iframe\]/0/](http://gbcbrasil.org.br/leed-new-construction.php#prettyPhoto[iframe]/0/)> Acesso em 09 de Junho de 2016.

GIACCHINI, Margolaine . **O método de rippl para dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento da água de chuva.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC’2016

GUANDALINI, S., *Poinçonnement Symétrique des dalles en béton armé.* École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Switzerland, 2006. > Acesso em 10/12/2017 16:00

JOHN, Vanderley Moacyr. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** Tese de Doutorado (Livre Docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 2000. Disponível em <[http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV\\_Vanderley\\_John\\_-\\_Reciclagem\\_Residuos\\_Construcao\\_Civil.pdf](http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_-_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf)> Acesso 21 de maio de 2016.

KIBERT, Charles J. (2005). Sustainable Construction – Green Building Design and Delivery. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, United States of America.

KRUGER, Eduardo Leite; MORI, Fabiano. Análise da eficiência energética da envoltória de um projeto padrão de uma agência bancária em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. **Ambient. constr.**, Porto Alegre , v. 12, n. 3, p. 89-106, set. 2012 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212012000300007&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212012000300007&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 22 maio 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212012000300007>.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkey. **Eficiência Energetica na Arquitetura.** São Paulo, 1997. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Livro%20-%20Efici%20%C3%A2ncia%20Energetica%20na%20Arquitetura.pdf>> Acesso em 22 de maio de 2016.

LIMA. N. J. H. - Analise experimental da punção de lajes tipo *Bubbledeck*, 2015 Disponível em < <http://repositorio.unb.br/handle/10482/18978> > Acesso em 10/12/2017 15:30

LINO, Adilson et al. Estacas Metálicas Fundações. [Online]. PORTAL METALICA. Disponível em <<http://www.metalica.com.br/estacas-metalicas-fundacoes>> Acesso em 31 de maio de 2016

MARANGON, Marcio. Geotecnia de fundações. [Online]. Juiz de Fora. UFJF. Disponível em < <http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/GF05-Funda%C3%A7%C3%B5es-Profundas-Escolha-Estaca-Consid-Norma.pdf> > Acesso em 21 de maio de 2016

MATEUS, Ricardo. Avaliação da sustentabilidade na construção: propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis. 2009.

MENDES, Isabel Margarida Homem de Gouveia. Manual de práticas de projecto sustentável. 2011.

MENZIES, Bruce; SIMONS, Noel. A Short Course in Foundation Engineering. UK: Butterworth-Heinemann, 1977. 60p.

PACHECO, Tathiana Cardoso. "**Diagnóstico da gestão de resíduos na construção civil– comparação de obras no Rio de Janeiro visando a certificação LEED e obras sem certificação.**" (2011). Disponível em <[http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2011/DissertacaoTathiana\\_Cardoso\\_Pacheco.pdf](http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2011/DissertacaoTathiana_Cardoso_Pacheco.pdf)> Acesso em 21 de maio de 2016

PAVBRASIL. Concregrama (Pisograma). Disponível em <<http://www.pavbrasil.com.br/concregrama-pisograma>.

PINHEIRO, Libânio et al. *Estruturas de Concreto*. Santa Maria: UFSM, 2003. Cap 4.

REALI, Marco Antonio Penalva et al. **Instalações prediais de água fria**. Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Hidráulica e Saneamento. 2002. Disponível em <http://civilnet.com.br/Files/Hidra/APOSTILA%20de%20Prediais%20nova.pdf>

REMASTER. Piso elevado para interiores. Disponível em <<http://www.archive.org/web/20161011153320/http://remaster.com.br/?p=piso-elevado-para-interiores>

SÃO PAULO. Eletropaulo. **Conceitos de Energia Elétrica**. São Paulo, 2016. Disponível em < <https://www.aeseletropaulo.com.br/educacao-legislacao-seguranca/informacoes/conteudo/conceitos-de-energia-eletrica>> Acesso em 21 de maio de 2016.

SÃO PAULO. **Secretaria de Energia e Mineração: Eficiência energética**. São Paulo, 2016. Disponível em < [http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/energia-eletrica\\_eficiencia](http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/energia-eletrica_eficiencia)> Acesso em 21 de maio 2016

SCHEIDT, Fernanda Selistre da Silva; HIROTA, Ercília Hitomi. Diretrizes para inserção de requisitos de eficiência energética no processo de projeto de aeroportos. **Ambient. constr.**, Porto Alegre , v. 10, n. 2, p. 71-86, jun. 2010 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212010000200005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212010000200005&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 22 maio 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212010000200005>.

SETE ENGENHARIA, Estacas Metálicas. [Online]. Goiânia. Disponível em <<http://sete.eng.br/estacas-etalias-1024-servico-10881>> Acesso em 31 de maio de 2016

SILVA, Eduardo Vidal Magalhães. **Estudo dos avanços tecnológicos na locação de obras de edificações**. Projeto de graduação. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2015.

TATU. LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA. [Online]. Disponível em <[http://www.tatu.com.br/pdf\\_novo/lajes\\_alveolares.pdf](http://www.tatu.com.br/pdf_novo/lajes_alveolares.pdf)> Acesso em 01 de junho de 2016

TECGEO, Estacas de madeira. [Online]. Belo Horizonte. Disponível em <<http://www.tecgeo.com.br/servicos/estacas-de-madeira-6>> Acesso em 31 de maio de 2016

TESTE, João. **Unidade: Conceitos de Canteiro e de Locação de Obras**. Disponível em <[https://arquivos.cruzeirodosulvirtual.com.br/materiais/disc\\_2010/mat\\_grad\\_tecccI/unidade3/teorico.pdf](https://arquivos.cruzeirodosulvirtual.com.br/materiais/disc_2010/mat_grad_tecccI/unidade3/teorico.pdf)> Acesso em 14 de maio de 2016.

TOMAZ, Plínio. Previsão de consumo de água. Interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. São Paulo: Comercial Editora Hermano & Bugelli Ltda, 2000.

UNEP. **Building and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities**. United Nations Environment Programme. 2007. Disponível em: <<http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx0916xPA-BuildingsClimate.pdf>> Acesso em 21 de maio de 2016.

VASCONCELLOS, juliano. Lajes Maciças de Concreto Armado. [Online]. CATÁLOGO DIGITAL DE DETALHAMENTO DA CONSTRUÇÃO. Disponível em <<https://cddcarqfevale.wordpress.com/2012/04/03/lajes-macicas-de-concreto-armado/>> Acesso em 01 de junho de 2016

YUDELSON, Jerry. **Projeto Integrado e Construções Sustentáveis**. Bookman Editora, 2013.

## 17 Anexos

### Anexo 1 – Abaco de Fair Whipple Hsiao

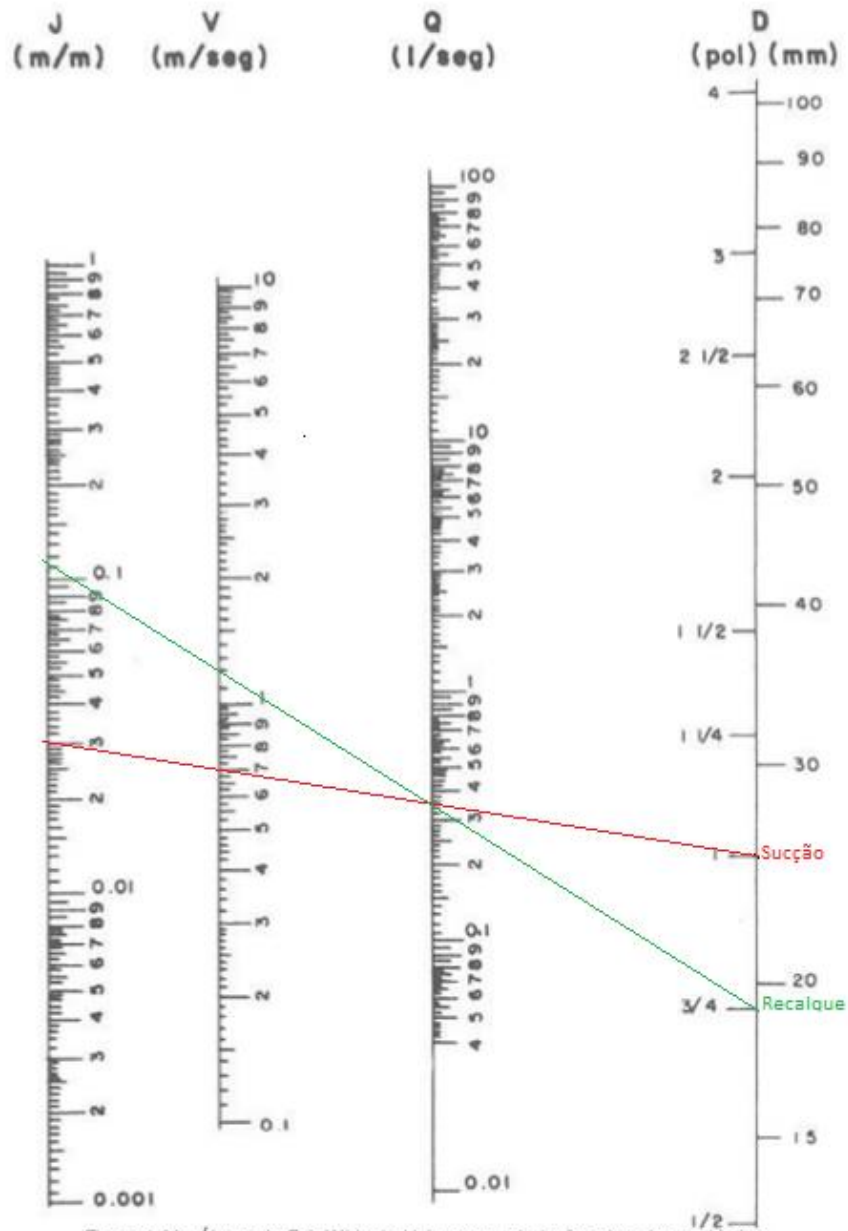


Figura 1.20 - Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico.



Anexo 2: Tabela de Perda de Carga Localizada para PVC ou Cobre.

**11.3 TABELA DE PERDA DE CARGA LOCALIZADA (tabela 05)**  
**Equivalência em metros de tubulação de PVC ou cobre**

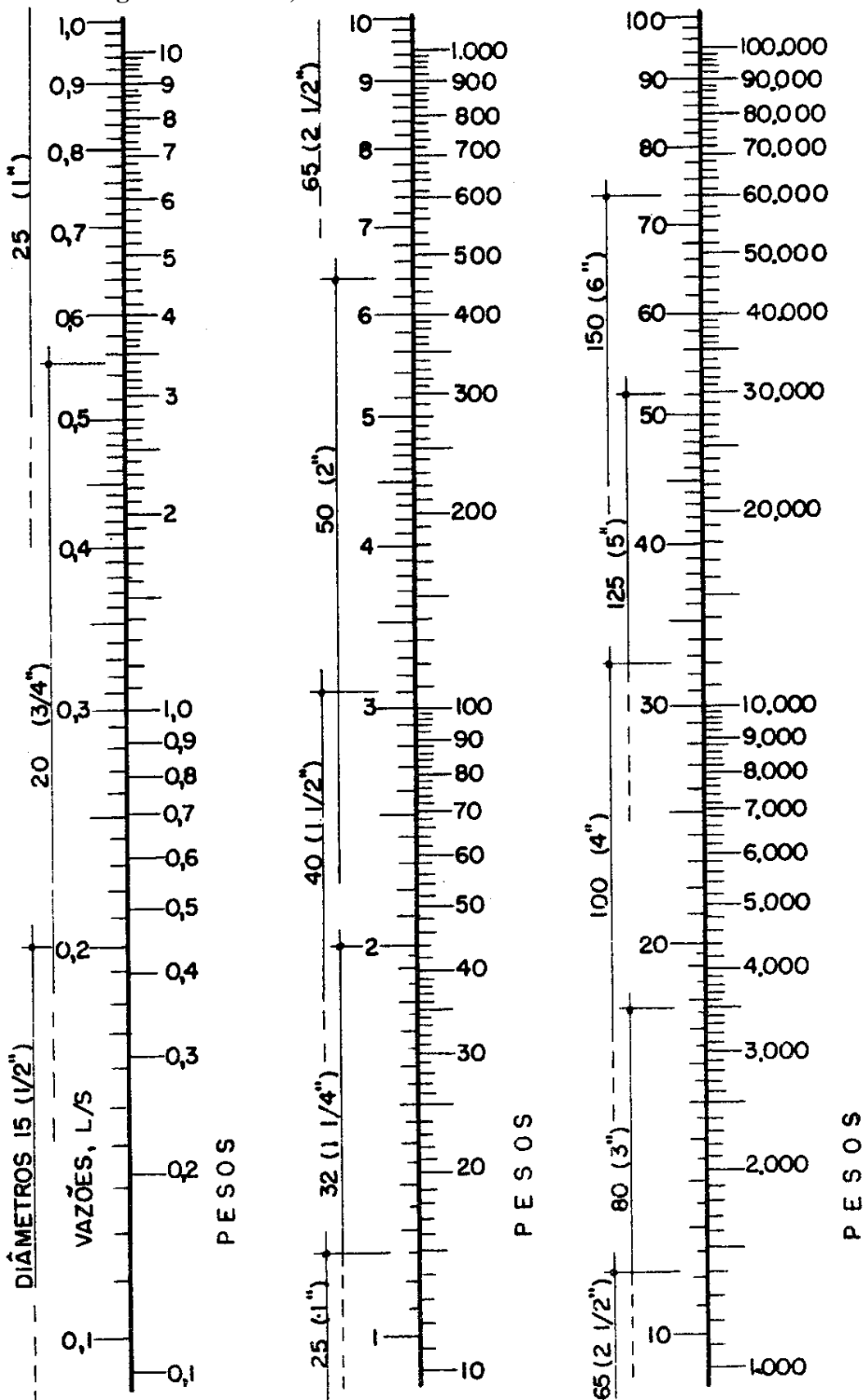
| DIÂMETRO NOMINAL |                 |            |            |           |           |                        |                               |                     |                  |                           |                       |                          |                            |                       |                        |                        |
|------------------|-----------------|------------|------------|-----------|-----------|------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
|                  | DN (Ref) mm (-) | JOELHO 90° | JOELHO 45° | CURVA 90° | CURVA 45° | TÉ 90° PASSAGEM DIRETA | TÉ 90° SAÍDA DE LADO BLATERAL | TÉ 90° SAÍDA NORMAL | ENTRADA DE BORDA | SAÍDA DE CANALIZ. E CRIVO | VÁLVULA DE PE E CRIVO | VÁLV. RETENÇÃO TIPO LEVE | VÁLV. RETENÇÃO TIPO PESADO | REGISTRO GLOBO ABERTO | REGISTRO GAVETA ABERTO | REGISTRO ÂNGULO ABERTO |
| 15               | (1/2)           | 1,1        | 0,4        | 0,4       | 0,2       | 0,7                    | 2,3                           | 0,3                 | 0,9              | 0,8                       | 9,1                   | 2,5                      | 3,6                        | 11,1                  | 0,1                    | 5,9                    |
| 20               | (3/4)           | 1,2        | 0,5        | 0,5       | 0,3       | 0,8                    | 2,4                           | 0,4                 | 1,0              | 0,9                       | 9,5                   | 2,7                      | 4,1                        | 11,4                  | 0,2                    | 6,1                    |
| 25               | (1)             | 1,5        | 0,7        | 0,6       | 0,4       | 0,9                    | 3,1                           | 0,5                 | 1,2              | 1,3                       | 13,3                  | 3,8                      | 5,8                        | 15,0                  | 0,3                    | 8,4                    |
| 32               | (1 1/4)         | 2,0        | 1,0        | 0,7       | 0,5       | 1,5                    | 4,6                           | 0,6                 | 1,8              | 1,4                       | 15,5                  | 4,9                      | 7,4                        | 22,0                  | 0,4                    | 10,5                   |
| 40               | (1 1/2)         | 3,2        | 1,3        | 1,2       | 0,6       | 2,2                    | 7,3                           | 1,0                 | 2,3              | 3,2                       | 18,3                  | 6,8                      | 9,1                        | 35,8                  | 0,7                    | 17,0                   |
| 50               | (2)             | 3,4        | 1,5        | 1,3       | 0,7       | 2,3                    | 7,6                           | 1,5                 | 2,8              | 3,3                       | 23,7                  | 7,1                      | 10,8                       | 37,9                  | 0,8                    | 18,5                   |
| 60               | (2 1/2)         | 3,7        | 1,7        | 1,4       | 0,8       | 2,4                    | 7,8                           | 1,6                 | 3,3              | 3,5                       | 25,0                  | 8,2                      | 12,5                       | 38,0                  | 0,9                    | 19,0                   |
| 75               | (3)             | 3,9        | 1,8        | 1,5       | 0,9       | 2,5                    | 8,0                           | 2,0                 | 3,7              | 3,7                       | 26,8                  | 9,3                      | 14,2                       | 40,0                  | 0,9                    | 20,0                   |
| 100              | (4)             | 4,3        | 1,9        | 1,6       | 1,0       | 2,6                    | 8,3                           | 2,2                 | 4,0              | 3,9                       | 28,6                  | 10,4                     | 16,0                       | 42,3                  | 1,0                    | 22,1                   |
| 125              | (5)             | 4,9        | 2,4        | 1,9       | 1,1       | 3,3                    | 10,0                          | 2,5                 | 5,0              | 4,9                       | 37,4                  | 12,5                     | 19,2                       | 50,9                  | 1,1                    | 26,2                   |
| 150              | (6)             | 5,4        | 2,6        | 2,1       | 1,2       | 3,8                    | 11,1                          | 2,8                 | 5,6              | 5,5                       | 43,4                  | 13,9                     | 21,4                       | 56,7                  | 1,2                    | 28,9                   |

### Anexo 3 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

**Tabela A.1 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização**

| Aparelho sanitário                     |                     | Peça de utilização  | Vazão de projeto L/s    | Peso relativo |
|--|---------------------|---|-------------------------|---------------|
| Bacia sanitária                        |                     | Caixa de descarga   | 0,15                    | 0,3           |
|  |                     | Válvula de descarga   | 1,70                    | 32            |
| Banheira                               |                     | Misturador (água fria)  | 0,30                    | 1,0           |
| Bebedouro                              |                     | Registro de pressão   | 0,10                    | 0,1           |
| Bidê                                   |                     | Misturador (água fria)  | 0,10                    | 0,1           |
| Chuveiro ou ducha                      |                     | Misturador (água fria)  | 0,20                    | 0,4           |
| Chuveiro elétrico                      |                     | Registro de pressão   | 0,10                    | 0,1           |
| Lavadora de pratos ou de roupas        |                     | Registro de pressão   | 0,30                    | 1,0           |
| Lavatório                              |                     | Torneira ou misturador (água fria)  | 0,15                    | 0,3           |
| Mictório cerâmico                      | com sifão integrado | Válvula de descarga   | 0,50                    | 2,8           |
|  | sem sifão integrado | Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório | 0,15                    | 0,3           |
| Mictório tipo calha                    |                     | Caixa de descarga ou registro de pressão                                    | 0,15 por metro de calha | 0,3           |
| Pia                                    |                     | Torneira ou misturador (água fria)  | 0,25                    | 0,7           |
|  |                     | Torneira elétrica   | 0,10                    | 0,1           |
| Tanque                                 |                     | Torneira  | 0,25                    | 0,7           |
| Torneira de jardim ou lavagem em geral |                     | Torneira  | 0,20                    | 0,4           |

Anexo 4: Nomograma de Pesos, Vazões e Diâmetros.



**Anexo 5: Planilha para cálculo de pressão dinâmica e estática:**




| Trecho                   | Somados Pesos | Vazão Estimada (L/s) | Diâmetro interno (mm) | Velocidade (m/s) | Perda de Carga Unitária (mca/m) | Dif. de Cota Δh | Comprimento da Tubulação (m) |        |       | Perda de Carga (Kpa) |       | HT    | Pressão Disp. Residual (mca) | Pressão Req. no Ponto de Utilização (mca) | Pressão Requerida no Ponto de Utilização (Kpa) |
|--------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|------------------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|--------|-------|----------------------|-------|-------|------------------------------|---|--|
|                          |               |                      |                       |                  |                                 |                 | Real                         | Equiv. | Total | Tubul.               | Total |       |                              |   |  |
| <b>Banheiro Feminino</b> |               |                      |                       |                  |                                 |                 |                              |        |       |                      |       |       |                              |   |  |
| RA                       | 25,5          | 1,515                | 35,2                  | 1,557            | 0,081                           | 6               | 4,3                          | 8,5    | 12,8  | 0,689                | 0,689 | 1,037 | 0,000                        | 4,963                                     | 49,629   |
| AB                       | 14,1          | 1,126                | 27,8                  | 1,856            | 0,148                           | 3,28            | 10,58                        | 4,95   | 15,53 | 0,733                | 0,733 | 2,299 | 4,963                        | 5,944                                     | 59,440   |
| BC                       | 3             | 0,520                | 27,8                  | 0,856            | 0,038                           | 0               | 0,643                        | 4,4    | 5,043 | 0,168                | 0,168 | 0,193 | 5,944                        | 5,751                                     | 57,513   |
| CC'                      | 0,3           | 0,164                | 21,6                  | 0,448            | 0,017                           | 1,3             | 1,3                          | 2,6    | 3,9   | 0,044                | 0,044 | 0,066 | 5,751                        | 6,985                                     | 69,854   |
| CD                       | 2,7           | 0,493                | 27,8                  | 0,812            | 0,035                           | 0               | 0,56                         | 0      | 0,56  | 0,000                | 0,000 | 0,020 | 5,751                        | 5,732                                     | 57,318   |
| DD'                      | 0,3           | 0,164                | 21,6                  | 0,448            | 0,017                           | 1,3             | 0,8                          | 2,6    | 3,4   | 0,044                | 0,044 | 0,057 | 5,732                        | 6,974                                     | 69,743   |
| DE                       | 2,4           | 0,465                | 27,8                  | 0,766            | 0,031                           | 0               | 0,56                         | 0      | 0,56  | 0,000                | 0,000 | 0,018 | 5,732                        | 5,714                                     | 57,142   |
| EE'                      | 0,3           | 0,164                | 21,6                  | 0,448            | 0,017                           | 1,3             | 1,3                          | 2,6    | 3,9   | 0,044                | 0,044 | 0,066 | 5,714                        | 6,948                                     | 69,483   |
| EF                       | 2,1           | 0,435                | 27,8                  | 0,716            | 0,028                           | 0               | 1,25                         | 0      | 1,25  | 0,000                | 0,000 | 0,035 | 5,714                        | 5,679                                     | 56,792   |
| FF"                      | 0,7           | 0,251                | 21,6                  | 0,685            | 0,035                           | 0,9             | 0,9                          | 2,6    | 3,5   | 0,092                | 0,092 | 0,124 | 5,679                        | 6,455                                     | 64,551   |
| FG                       | 1,4           | 0,355                | 27,8                  | 0,585            | 0,020                           | 0               | 0,67                         | 0      | 0,67  | 0,000                | 0,000 | 0,013 | 5,679                        | 5,666                                     | 56,661   |
| GG'                      | 0,7           | 0,251                | 21,6                  | 0,685            | 0,035                           | 0,9             | 0,9                          | 2,6    | 3,5   | 0,092                | 0,092 | 0,124 | 5,666                        | 6,442                                     | 64,419   |
| GH                       | 0,7           | 0,251                | 27,8                  | 0,414            | 0,011                           | 0               | 0,67                         | 0      | 0,67  | 0,000                | 0,000 | 0,007 | 5,666                        | 5,659                                     | 56,589   |
| HH'                      | 0,7           | 0,251                | 21,6                  | 0,685            | 0,035                           | 0,9             | 0,9                          | 1,4    | 2,3   | 0,050                | 0,050 | 0,082 | 5,659                        | 6,477                                     | 64,773   |
| BI                       | 11,1          | 0,999                | 27,8                  | 1,647            | 0,120                           | 4,68            | 4,68                         | 4,95   | 9,63  | 0,594                | 0,594 | 1,156 | 5,944                        | 9,468                                     | 94,678   |
| IJ                       | 3             | 0,520                | 27,8                  | 0,856            | 0,038                           | 0               | 0,6                          | 4,4    | 5     | 0,168                | 0,168 | 0,191 | 9,468                        | 9,277                                     | 92,767   |
| JJ'                      | 0,3           | 0,164                | 21,6                  | 0,448            | 0,017                           | 1,3             | 0,8                          | 2,6    | 3,4   | 0,044                | 0,044 | 0,057 | 9,277                        | 10,529                                    | 105,19   |
| JK                       | 2,7           | 0,493                | 27,8                  | 0,812            | 0,035                           | 0               | 0,65                         | 0      | 0,65  | 0,000                | 0,000 | 0,023 | 9,277                        | 9,254                                     | 92,540   |
| KK'                      | 0,3           | 0,164                | 21,6                  | 0,448            | 0,017                           | 1,3             | 0,8                          | 2,6    | 3,4   | 0,044                | 0,044 | 0,057 | 9,254                        | 10,497                                    | 104,966  |
| KL                       | 2,4           | 0,465                | 27,8                  | 0,766            | 0,031                           | 0               | 0,65                         | 0      | 0,65  | 0,000                | 0,000 | 0,020 | 9,254                        | 9,234                                     | 92,336   |
| LL'                      | 0,3           | 0,164                | 21,6                  | 0,448            | 0,017                           | 1,3             | 0,8                          | 2,6    | 3,4   | 0,044                | 0,044 | 0,057 | 9,234                        | 10,476                                    | 104,762  |
| LM                       | 2,1           | 0,435                | 27,8                  | 0,716            | 0,028                           | 0               | 1,1                          | 0      | 1,1   | 0,000                | 0,000 | 0,031 | 9,234                        | 9,203                                     | 92,028   |
| MM'                      | 0,7           | 0,251                | 21,6                  | 0,685            | 0,035                           | 0,9             | 0,4                          | 2,6    | 3     | 0,092                | 0,092 | 0,106 | 9,203                        | 9,996                                     | 99,964   |
| MN                       | 1,4           | 0,355                | 27,8                  | 0,585            | 0,020                           | 0               | 0,7                          | 0      | 0,7   | 0,000                | 0,000 | 0,014 | 9,203                        | 9,189                                     | 91,891   |
| NN'                      | 0,7           | 0,251                | 21,6                  | 0,685            | 0,035                           | 0,9             | 0,4                          | 2,6    | 3     | 0,092                | 0,092 | 0,106 | 9,189                        | 9,983                                     | 99,827   |
| NO                       | 0,7           | 0,251                | 27,8                  | 0,414            | 0,011                           | 0               | 0,7                          | 0      | 0,7   | 0,000                | 0,000 | 0,007 | 9,189                        | 9,182                                     | 91,816   |
| OO'                      | 0,7           | 0,251                | 21,6                  | 0,685            | 0,035                           | 0,9             | 0,4                          | 1,4    | 1,8   | 0,050                | 0,050 | 0,064 | 9,182                        | 10,018                                    | 100,178  |
| IP                       | 8,1           | 0,854                | 27,8                  | 1,407            | 0,091                           | 4,68            | 4,68                         | 4,95   | 9,63  | 0,451                | 0,451 | 0,878 | 9,468                        | 13,270                                    | 132,701  |

|                           |      |       |      |       |       |      |       |      |       |       |       |       |        |        |         |
|---------------------------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|
| PQ                        | 3    | 0,520 | 27,8 | 0,856 | 0,038 | 0    | 0,6   | 4,4  | 5     | 0,168 | 0,168 | 0,191 | 13,270 | 13,079 | 130,790 |
| QQ'                       | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3  | 0,8   | 2,6  | 3,4   | 0,044 | 0,044 | 0,057 | 13,079 | 14,322 | 143,216 |
| QR                        | 2,7  | 0,493 | 27,8 | 0,812 | 0,035 | 0    | 0,65  | 0    | 0,65  | 0,000 | 0,000 | 0,023 | 13,079 | 13,056 | 130,564 |
| RR'                       | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3  | 0,8   | 2,6  | 3,4   | 0,044 | 0,044 | 0,057 | 13,056 | 14,299 | 142,989 |
| RS                        | 2,4  | 0,465 | 27,8 | 0,766 | 0,031 | 0    | 0,65  | 0    | 0,65  | 0,000 | 0,000 | 0,020 | 13,056 | 13,036 | 130,360 |
| SS'                       | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3  | 0,8   | 2,6  | 3,4   | 0,044 | 0,044 | 0,057 | 13,036 | 14,279 | 142,785 |
| ST                        | 2,1  | 0,435 | 27,8 | 0,716 | 0,028 | 0    | 1,1   | 0    | 1,1   | 0,000 | 0,000 | 0,031 | 13,036 | 13,005 | 130,052 |
| TT'                       | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9  | 0,4   | 2,6  | 3     | 0,092 | 0,092 | 0,106 | 13,005 | 13,799 | 137,988 |
| TU                        | 1,4  | 0,355 | 27,8 | 0,585 | 0,020 | 0    | 0,7   | 0    | 0,7   | 0,000 | 0,000 | 0,014 | 13,005 | 12,991 | 129,915 |
| UU'                       | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9  | 0,4   | 2,6  | 3     | 0,092 | 0,092 | 0,106 | 12,991 | 13,785 | 137,851 |
| UV                        | 0,7  | 0,251 | 27,8 | 0,414 | 0,011 | 0    | 0,7   | 0    | 0,7   | 0,000 | 0,000 | 0,007 | 12,991 | 12,984 | 129,840 |
| VV'                       | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9  | 0,4   | 1,4  | 1,8   | 0,050 | 0,050 | 0,064 | 12,984 | 13,820 | 138,201 |
| PW                        | 3    | 0,520 | 27,8 | 0,856 | 0,038 | 4,68 | 4,68  | 4,95 | 9,63  | 0,189 | 0,189 | 0,368 | 13,270 | 17,582 | 175,821 |
| WX                        | 3    | 0,520 | 27,8 | 0,856 | 0,038 | 0    | 0,6   | 4,4  | 5     | 0,168 | 0,168 | 0,191 | 17,582 | 17,391 | 173,910 |
| XX'                       | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3  | 0,8   | 2,6  | 3,4   | 0,044 | 0,044 | 0,057 | 17,391 | 18,634 | 186,336 |
| XY                        | 2,7  | 0,493 | 27,8 | 0,812 | 0,035 | 0    | 0,65  | 0    | 0,65  | 0,000 | 0,000 | 0,023 | 17,391 | 17,368 | 173,684 |
| YY'                       | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3  | 0,8   | 2,6  | 3,4   | 0,044 | 0,044 | 0,057 | 17,368 | 18,611 | 186,109 |
| YZ                        | 2,4  | 0,465 | 27,8 | 0,766 | 0,031 | 0    | 0,65  | 0    | 0,65  | 0,000 | 0,000 | 0,020 | 17,368 | 17,348 | 173,479 |
| ZZ'                       | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3  | 0,8   | 2,6  | 3,4   | 0,044 | 0,044 | 0,057 | 17,348 | 18,590 | 185,905 |
| ZA                        | 2,1  | 0,435 | 27,8 | 0,716 | 0,028 | 0    | 1,1   | 0    | 1,1   | 0,000 | 0,000 | 0,031 | 17,348 | 17,317 | 173,172 |
| AA''                      | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9  | 0,4   | 2,6  | 3     | 0,092 | 0,092 | 0,106 | 17,317 | 18,111 | 181,108 |
| AB                        | 1,4  | 0,355 | 27,8 | 0,585 | 0,020 | 0    | 0,7   | 0    | 0,7   | 0,000 | 0,000 | 0,014 | 17,317 | 17,303 | 173,034 |
| BB''                      | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9  | 0,4   | 2,6  | 3     | 0,092 | 0,092 | 0,106 | 17,303 | 18,097 | 180,970 |
| BC                        | 0,7  | 0,251 | 27,8 | 0,414 | 0,011 | 0    | 0,7   | 0    | 0,7   | 0,000 | 0,000 | 0,007 | 17,303 | 17,296 | 172,959 |
| CC''                      | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9  | 0,4   | 1,4  | 1,8   | 0,050 | 0,050 | 0,064 | 17,296 | 18,132 | 181,321 |
| <b>Banheiro Masculino</b> |      |       |      |       |       |      |       |      |       |       |       |       |        |        |         |
| RA                        | 25,5 | 1,515 | 35,2 | 1,557 | 0,081 | 6    | 1,9   | 8,5  | 10,4  | 0,689 | 0,689 | 0,843 | 0,000  | 5,157  | 51,573  |
| AB                        | 10,4 | 0,967 | 27,8 | 1,594 | 0,113 | 4,7  | 17,43 | 9,1  | 26,53 | 1,032 | 1,032 | 3,009 | 5,157  | 6,848  | 68,484  |
| BC                        | 0,6  | 0,232 | 27,8 | 0,383 | 0,009 | 0    | 2,15  | 4,9  | 7,05  | 0,046 | 0,046 | 0,066 | 6,848  | 6,783  | 67,825  |
| CC'                       | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 0,6  | 0,6   | 3,3  | 3,9   | 0,056 | 0,056 | 0,066 | 6,783  | 7,317  | 73,166  |
| CD                        | 0,3  | 0,164 | 27,8 | 0,271 | 0,005 | 0,6  | 0,6   | 0    | 0,6   | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 6,783  | 7,379  | 73,795  |
| DD'                       | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 0,6  | 0,6   | 3,3  | 3,9   | 0,056 | 0,056 | 0,066 | 7,379  | 7,914  | 79,136  |

|     |     |       |      |       |       |     |      |     |      |       |       |       |        |        |         |
|-----|-----|-------|------|-------|-------|-----|------|-----|------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|
| BE  | 2   | 0,424 | 27,8 | 0,699 | 0,027 | 0,1 | 0,1  | 0   | 0,1  | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 6,783  | 6,880  | 68,798  |
| EF  | 2   | 0,424 | 27,8 | 0,699 | 0,027 | 0   | 2,15 | 4,9 | 7,05 | 0,131 | 0,131 | 0,189 | 6,880  | 6,691  | 66,909  |
| FF' | 0,3 | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3 | 1,3  | 3,3 | 4,6  | 0,056 | 0,056 | 0,078 | 6,691  | 7,913  | 79,131  |
| FG  | 1,7 | 0,391 | 27,8 | 0,644 | 0,023 | 0   | 0,63 | 0   | 0,63 | 0,000 | 0,000 | 0,015 | 6,691  | 6,676  | 66,762  |
| GG' | 0,3 | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3 | 1,3  | 3,3 | 4,6  | 0,056 | 0,056 | 0,078 | 6,676  | 7,899  | 78,985  |
| GH  | 1,4 | 0,355 | 27,8 | 0,585 | 0,020 | 0   | 1,1  | 0   | 1,1  | 0,000 | 0,000 | 0,022 | 6,676  | 6,655  | 66,547  |
| HH' | 0,7 | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9 | 0,9  | 3,3 | 4,2  | 0,117 | 0,117 | 0,149 | 6,655  | 7,406  | 74,057  |
| HI  | 0,7 | 0,251 | 27,8 | 0,414 | 0,011 | 0   | 0,67 | 0   | 0,67 | 0,000 | 0,000 | 0,007 | 6,655  | 6,647  | 66,475  |
| II' | 0,7 | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9 | 0,9  | 3,3 | 4,2  | 0,117 | 0,117 | 0,149 | 6,647  | 7,399  | 73,985  |
| JK  | 0,6 | 0,232 | 27,8 | 0,383 | 0,009 | 4,7 | 2,15 | 4,9 | 7,05 | 0,046 | 0,046 | 0,066 | 7,399  | 12,033 | 120,326 |
| KK' | 0,3 | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 0,6 | 0,6  | 3,3 | 3,9  | 0,056 | 0,056 | 0,066 | 12,033 | 12,567 | 125,667 |
| KL  | 0,3 | 0,164 | 27,8 | 0,271 | 0,005 | 0,6 | 0,6  | 0   | 0,6  | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 12,033 | 12,630 | 126,296 |
| LL' | 0,3 | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 0,6 | 0,6  | 3,3 | 3,9  | 0,056 | 0,056 | 0,066 | 12,630 | 13,164 | 131,637 |
| JM  | 3   | 0,520 | 27,8 | 0,856 | 0,038 | 0,1 | 0,1  | 0   | 0,1  | 0,000 | 0,000 | 0,004 | 12,033 | 12,129 | 121,288 |
| MN  | 3   | 0,520 | 27,8 | 0,856 | 0,038 | 0   | 2,15 | 4,9 | 7,05 | 0,187 | 0,187 | 0,269 | 12,129 | 11,859 | 118,594 |
| NN' | 0,3 | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3 | 1,3  | 3,3 | 4,6  | 0,056 | 0,056 | 0,078 | 11,859 | 13,082 | 130,817 |
| NO  | 2,7 | 0,493 | 27,8 | 0,812 | 0,035 | 0   | 0,63 | 0   | 0,63 | 0,000 | 0,000 | 0,022 | 11,859 | 11,837 | 118,374 |
| OO' | 0,3 | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3 | 1,3  | 3,3 | 4,6  | 0,056 | 0,056 | 0,078 | 11,837 | 13,060 | 130,597 |
| OP  | 2,4 | 0,465 | 27,8 | 0,766 | 0,031 | 0   | 1,1  | 0   | 1,1  | 0,000 | 0,000 | 0,035 | 11,837 | 11,803 | 118,029 |
| PP' | 0,7 | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9 | 0,9  | 3,3 | 4,2  | 0,117 | 0,117 | 0,149 | 11,803 | 12,554 | 125,539 |
| PQ  | 1,7 | 0,391 | 27,8 | 0,644 | 0,023 | 0   | 0,67 | 0   | 0,67 | 0,000 | 0,000 | 0,016 | 11,803 | 11,787 | 117,873 |
| QQ' | 0,7 | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9 | 0,9  | 3,3 | 4,2  | 0,117 | 0,117 | 0,149 | 11,787 | 12,538 | 125,383 |
| RS  | 0,6 | 0,232 | 27,8 | 0,383 | 0,009 | 4,7 | 2,15 | 4,9 | 7,05 | 0,046 | 0,046 | 0,066 | 12,538 | 17,172 | 171,724 |
| SS' | 0,3 | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 0,6 | 0,6  | 3,3 | 3,9  | 0,056 | 0,056 | 0,066 | 17,172 | 17,707 | 177,065 |
| ST  | 0,3 | 0,164 | 27,8 | 0,271 | 0,005 | 0,6 | 0,6  | 0   | 0,6  | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 17,172 | 17,769 | 177,694 |
| TT' | 0,3 | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 0,6 | 0,6  | 3,3 | 3,9  | 0,056 | 0,056 | 0,066 | 17,769 | 18,303 | 183,035 |
| RU  | 2   | 0,424 | 27,8 | 0,699 | 0,027 | 0,1 | 0,1  | 0   | 0,1  | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 17,172 | 17,270 | 172,698 |
| UV  | 2   | 0,424 | 27,8 | 0,699 | 0,027 | 0   | 2,15 | 4,9 | 7,05 | 0,131 | 0,131 | 0,189 | 17,270 | 17,081 | 170,808 |
| VV' | 0,3 | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3 | 1,3  | 3,3 | 4,6  | 0,056 | 0,056 | 0,078 | 17,081 | 18,303 | 183,031 |
| VW  | 1,7 | 0,391 | 27,8 | 0,644 | 0,023 | 0   | 0,63 | 0   | 0,63 | 0,000 | 0,000 | 0,015 | 17,081 | 17,066 | 170,662 |
| WW' | 0,3 | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3 | 1,3  | 3,3 | 4,6  | 0,056 | 0,056 | 0,078 | 17,066 | 18,288 | 182,884 |
| WX  | 1,4 | 0,355 | 27,8 | 0,585 | 0,020 | 0   | 1,1  | 0   | 1,1  | 0,000 | 0,000 | 0,022 | 17,066 | 17,045 | 170,446 |

|                |      |       |      |       |       |       |      |     |      |       |       |       |        |        |         |
|----------------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-----|------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|
| XX'            | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9   | 0,9  | 3,3 | 4,2  | 0,117 | 0,117 | 0,149 | 17,045 | 17,796 | 177,956 |
| XY             | 0,7  | 0,251 | 27,8 | 0,414 | 0,011 | 0     | 0,67 | 0   | 0,67 | 0,000 | 0,000 | 0,007 | 17,045 | 17,037 | 170,374 |
| YY'            | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9   | 0,9  | 3,3 | 4,2  | 0,117 | 0,117 | 0,149 | 17,037 | 17,788 | 177,885 |
| YZ             | 1    | 0,300 | 27,8 | 0,494 | 0,015 | 0     | 0,54 | 0   | 0,54 | 0,000 | 0,000 | 0,008 | 17,037 | 17,030 | 170,295 |
| ZA             | 0,7  | 0,251 | 27,8 | 0,414 | 0,011 | 0     | 0,59 | 0   | 0,59 | 0,000 | 0,000 | 0,006 | 17,030 | 17,023 | 170,232 |
| AA"            | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 1,3   | 1,3  | 4,8 | 6,1  | 0,170 | 0,170 | 0,216 | 17,023 | 18,107 | 181,069 |
| ZB             | 0,3  | 0,164 | 27,8 | 0,271 | 0,005 | 0     | 1,95 | 0   | 1,95 | 0,000 | 0,000 | 0,010 | 17,030 | 17,020 | 170,196 |
| BB"            | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,5   | 1,5  | 3,3 | 4,8  | 0,056 | 0,056 | 0,081 | 17,020 | 18,438 | 184,385 |
| CD             | 0,6  | 0,232 | 27,8 | 0,383 | 0,009 | 4,7   | 2,15 | 4,9 | 7,05 | 0,046 | 0,046 | 0,066 | 17,788 | 22,423 | 224,226 |
| DD"            | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 0,6   | 0,6  | 3,3 | 3,9  | 0,056 | 0,056 | 0,066 | 22,423 | 22,957 | 229,567 |
| DE             | 0,3  | 0,164 | 27,8 | 0,271 | 0,005 | 0,6   | 0,6  | 0   | 0,6  | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 22,423 | 23,020 | 230,195 |
| EE"            | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 0,6   | 0,6  | 3,3 | 3,9  | 0,056 | 0,056 | 0,066 | 23,020 | 23,554 | 235,536 |
| CF             | 2    | 0,424 | 27,8 | 0,699 | 0,027 | 0,1   | 0,1  | 0   | 0,1  | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 22,423 | 22,520 | 225,199 |
| FG             | 2    | 0,424 | 27,8 | 0,699 | 0,027 | 0     | 2,15 | 4,9 | 7,05 | 0,131 | 0,131 | 0,189 | 22,520 | 22,331 | 223,309 |
| GG"            | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3   | 1,3  | 3,3 | 4,6  | 0,056 | 0,056 | 0,078 | 22,331 | 23,553 | 235,532 |
| GH             | 1,7  | 0,391 | 27,8 | 0,644 | 0,023 | 0     | 0,63 | 0   | 0,63 | 0,000 | 0,000 | 0,015 | 22,331 | 22,316 | 223,163 |
| HH"            | 0,3  | 0,164 | 21,6 | 0,448 | 0,017 | 1,3   | 1,3  | 3,3 | 4,6  | 0,056 | 0,056 | 0,078 | 22,316 | 23,539 | 235,386 |
| HI             | 1,4  | 0,355 | 27,8 | 0,585 | 0,020 | 0     | 1,1  | 0   | 1,1  | 0,000 | 0,000 | 0,022 | 22,316 | 22,295 | 222,947 |
| II"            | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9   | 0,9  | 3,3 | 4,2  | 0,117 | 0,117 | 0,149 | 22,295 | 23,046 | 230,458 |
| IJ             | 0,7  | 0,251 | 27,8 | 0,414 | 0,011 | 0     | 0,67 | 0   | 0,67 | 0,000 | 0,000 | 0,007 | 22,295 | 22,288 | 222,875 |
| JJ"            | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 0,9   | 0,9  | 3,3 | 4,2  | 0,117 | 0,117 | 0,149 | 22,288 | 23,039 | 230,386 |
| <b>Cozinha</b> |      |       |      |       |       |       |      |     |      |       |       |       |        |        |         |
| RA             | 24,5 | 1,485 | 35,2 | 1,526 | 0,078 | 6     | 1,9  | 8,5 | 10,4 | 0,665 | 0,665 | 0,814 | 0,000  | 5,186  | 51,863  |
| AB             | 2,1  | 0,435 | 27,8 | 0,716 | 0,028 | 10,12 | 15,9 | 7,6 | 23,5 | 0,213 | 0,213 | 0,657 | 5,186  | 14,649 | 146,490 |
| BB'            | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 3,42  | 4,92 | 3,5 | 8,42 | 0,124 | 0,124 | 0,299 | 14,649 | 17,770 | 177,704 |
| BC             | 1,4  | 0,355 | 27,8 | 0,585 | 0,020 | 0     | 2,9  | 0   | 2,9  | 0,000 | 0,000 | 0,057 | 14,649 | 14,592 | 145,921 |
| CC'            | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 3,42  | 4,92 | 3,5 | 8,42 | 0,124 | 0,124 | 0,299 | 14,592 | 17,713 | 177,135 |
| CD             | 0,7  | 0,251 | 27,8 | 0,414 | 0,011 | 0     | 2,9  |     | 2,9  | 0,000 | 0,000 | 0,031 | 14,592 | 14,561 | 145,611 |
| DD'            | 0,7  | 0,251 | 21,6 | 0,685 | 0,035 | 3,42  | 4,92 | 3,5 | 8,42 | 0,124 | 0,124 | 0,299 | 14,561 | 17,682 | 176,825 |

## Anexo 6: Características do piso vinílico:

|  <b>ACE</b><br>REVESTIMENTOS<br>CORPORATIVOS |                    | <b>TARASAFE ULTRA</b> <sup>®</sup><br>Piso Vinílico em Mantas ANTIDERRAPANTE         |   |
|---|--------------------|--|---|
| DESCRIÇÃO   |                    | COMFORT  | COMPACT   |
| Espessura Total   | EN 428             | 3.20 mm  | 2 mm  |
| Espessura da camada de uso  | EN 429             | 1.16 mm  | 1.16 mm   |
| Peso  | EN 430             | 3.160 g/m <sup>2</sup>   | 2.610 g/m <sup>2</sup>  |
| Largura da manta  | EN 426             | 2 m  | 2 m   |
| Comprimento da manta  | EN 426             | 20 ml  | 20 ml   |
| CLASSIFICAÇÃO   |                    |  |   |
| Classificação Europeia  | EN 685             | 34 - 43  | 34 - 43   |
| Classificação K   | *                  | Classe K5  | Classe K5   |
| Reação ao fogo  | EN 13 501-1        | C <sub>fl</sub> s1   | B <sub>fl</sub> s1  |
| Comportamento eletrostático   | EN 1815            | < 2 Kv   | < 2 Kv  |
| Fator antiderrapante (teste de rampa com óleo)  | DIN 51130          | R10  | R10   |
| Resistência ao deslizamento (teste de rampa)  | EN 13845 (Anexo C) | Classe ESF <sup>(2)</sup>  | Classe ESF <sup>(2)</sup>   |
| Resistência ao escorregamento a seco (teste do pêndulo)   | BS 7976            | ≥ 36 PVT/5RV <sup>(2)</sup>  | ≥ 36 PVT/5RV <sup>(2)</sup>   |
| Rugosidade da superfície  | *                  | Rz ≥ 20 µm   | Rz ≥ 20 µm  |
| PERFORMANCE   |                    |  |   |
| Resistência a abrasão   | EN 660.2           | ≤ 2.0 mm <sup>3</sup>  | ≤ 2.0 mm <sup>3</sup>   |
| Grupo de abrasão  | EN 649             | Grupo T  | Grupo T   |
| Estabilidade dimensional  | EN 434             | ≤ 0.4%   | ≤ 0.4%  |
| Resiliência residual  | EN 433             | ≤ 0.20 mm  | ≤ 0.10 mm   |
| Redução do som ao impacto   | EN ISO 717-2       | 16 dB  | *   |
| Condutividade Térmica   | EN 12 524          | 0.25 W/(m.K)   | 0.25 W/(m.K)  |
| Resistência da cor sob a luz  | EN 20 105 - B02    | ≥ 6 graus  | ≥ 6 graus   |
| Resistência a produtos químicos   | EN 423             | Ótima resistência  | Ótima resistência   |
| Tratamento contra fungos e bactérias  | *                  | Sanosol <sup>®</sup>   | Sanosol <sup>®</sup>  |
| Tratamento de Superfície  | *                  | SparClean <sup>®</sup>   | SparClean <sup>®</sup>  |
| Garantia  | 10 anos            |  |   |
| Fabricante  | Gerflor            |  |   |
| CE  | EN 14041           |  |  |





Anexo 7: Ábaco A-72

ÁBACO A-72

