



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL

Luiz Filipe Hermes Calvi

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadores: Prof. Assed Naked Haddad
Profa Aline Pires Veról

RIO DE JANEIRO
MARÇO de 2018

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL

Luiz Filipe Hermes Calvi

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinado por:

Prof. D.Sc. Assed Naked Haddad (Orientador)

Profa D.Sc. Aline Pires Veról (Orientadora)

Prof. D.Sc. Marcelo Gomes Miguez

Profa. D.Sc, Alice Barros Horizonte Brasileiro.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO de 2018

Calvi, Luiz Filipe Hermes

Título / Luiz Filipe Hermes Calvi – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2018.

189 p.: il.; 29,7cm.

Orientadores: Assed Naked Haddad e Aline Pires Veról

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil, 2018.

Referências Bibliográficas: p. 89-92

1. Introdução 2. Construção Sustentável 3. Selo LEED 4. Estudo de Caso: Reabilitação da Instituição CESPP 5. Considerações Finais
I. Haddad, Assed Naked. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Sustentabilidade na Construção Civil: Estudo de Caso em uma Organização Não Governamental.

DEDICATÓRIA

À mulher que me concebeu, ensinou-me os primeiros passos, me alimentou, me educou, me repreendeu, me ajudou e, principalmente, me ensinou o que é amor me amando: minha mãe.

“Quanto melhor é adquirir a sabedoria do que
o ouro! E quanto mais excelente adquirir a
prudência do que a prata! ”

(Provérbios 16:16)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por todas oportunidades que Ele tem me dado e, principalmente, pelo seu amor insondável.

Aos meus orientadores, professor Assed e Professora Aline, que contribuíram para minha formação profissional, instruindo-me para desenvolver esse trabalho que tanto me ensinou.

À minha família. Em particular, minha mãe Alcinéa e minha irmã Carolina, por me apoiarem sempre, seja nos bons ou maus momentos. Que, sem dúvida, sem o apoio delas, todas realizações até hoje não seriam possíveis.

Algumas pessoas se tornaram fundamentais nesse processo de formação acadêmica, pelo suporte, exemplo e por sempre acreditarem em mim. Tais como, minha tia Marlucy, meu tio César, meu tio Sérgio e ao meu tio Marcos (*In memoriam*).

Na verdade, se eu pusesse todos os nomes que contribuíram e continuam contribuindo, está página não seria suficiente. Então, de maneira geral, meus agradecimentos vão para meus amigos, colegas de faculdade, primos, tios, namorada, sócios, irmãos, pais, professores e toda turma que, de maneira direta ou indireta, fizeram diferença na minha vida.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL

Luiz Filipe Hermes Calvi

Março/2018

Orientadores: Assed Naked Haddad e Aline Pires Veról

Curso: Engenharia Civil

Este trabalho tem como objetivo apresentar conceito de sustentabilidade na construção civil e, também, de sistemas de certificação, como foco no LEED (Leadership in Energy Environmental Design). Além disso, a proposta precípua desse trabalho é desenvolver diversos projetos, com cunho sustentável, para reabilitar uma ONG (Organização não governamental).

Com isso, propôs-se fazer uma conceituação de construção sustentável, dando uma visão sistêmica do tema; depois, particularizou esses conceitos na abordagem de instrumentos de mecanismos para mensuração e estímulo de práticas sustentáveis: Selos Verdes; e, por fim, utilizou essas ferramentas teóricas como diretrizes na elaboração de projetos para, no processo de reabilitação, tornar a ONG sustentável.

A proposta final foi a elaboração dos projetos que utilizam conceitos do LEED, para a reabilitação sustentável. Tais como: captação de água da chuva, sistema predial para água de reuso, telhado verde, projeto elétrico para eficiência energética, construção com tijolo ecológico, geração de enérgica a partir de placas fotovoltaica e adequação para acessibilidade.

Palavras-chave: construção sustentável, sistemas de certificação, sistema LEED, reabilitação predial, edifício verde.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Civil Engineer.

SUSTAINABILITY IN CIVIL CONSTRUCTION: CASE STUDY IN A NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATION

Luiz Filipe Hermes Calvi

March/2018

Advisors: Assed Naked Haddad and Aline Pires Veról

Course: Civil Engineering

This work looks at the concept of sustainability in the civil construction and also at the certification systems as the LEED (Leadership in Energy Environmental Design). In addition, the propose of this work is to develop several projects which concern to sustainability in an NGO (non-governmental organization).

Therefore, the work has been done by a conceptualization of sustainable construction, which provided an overall view of the theme; afterwards, the concept was particularized into the approach of measurements mechanisms and motivation of sustainable practices. Greens seals; and, finally, it was used theoretical tools as a guide to the NGO rehabilitation project.

This research will provide valuable information regarding the concepts of LEED to the sustainable rehabilitation. For instance: rainwater harvesting, building system for reuse water, green roof, electric design for energy efficiency, construction with ecological brick, energy generation from photovoltaic plates and suitability for accessibility.

Keywords: sustainable building, certification systems, LEED, building rehabilitation, green building

SUMÁRIO

1.Introdução.....	1
1.1.Considerações Iniciais.....	1
1.2.Justificativa.....	1
1.3. Objetivo.....	2
1.4. Metodologia.....	2
2. Construção Sustentável.....	3
2.1. Setor da Construção Civil.....	3
2.2. Histórico.....	4
2.3. Conceitos e práticas.....	5
2.3.1. Dimensão Ambiental	8
2.3.1.1. Análise do Ciclo de Vida (ACV)	9
2.3.1.2. Ferramenta de ACV.....	10
2.3.2. Dimensão Social.....	11
2.3.3. Dimensão Econômica.....	12
2.3.3.1. Qualidade.....	13
2.4. Temas.....	14
2.4.1. Água.....	15
2.4.2. Desenvolvimento Humano.....	18
2.4.3. Energia.....	19
2.4.3.1. Energia no ambiente construído.....	19
2.4.4. Materiais e Sistemas.....	22
2.4.4.1. Cadeia de Materiais e Componentes de Construção.....	23
2.4.4.2. Impactos Ambientais na Fase de Produção.....	25
2.4.4.3. Impactos na Fase de Uso.....	26
2.4.4.4. Impactos na Fase de Pós-uso.....	27
2.4.3.5. A Especificação de Materiais Mais Sustentáveis.....	28
2.4.5. Meio ambiente, Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano.....	28
2.4.6. Mudanças Climáticas.....	30

2.4.7. Resíduos.....	32
2.5. Certificações.....	33
2.5.1. BEEAM.....	33
2.5.2. LEED.....	35
2.5.3. HQE.....	37
2.5.4. Escolha do Selo LEED para o Estudo de Caso.....	39
3. Selo LEED.....	40
3.1. Histórico.....	41
3.2. Categorias.....	42
3.3. Dimensões Avaliadas.....	46
3.4. Processo de Certificação.....	49
3.5. Influência do LEED no Brasil.....	51
3.6. LEED O+M: Edifícios Existentes.....	53
4. Estudo de Caso: Reabilitação da Instituição CESPP.....	55
4.1. Cachoeiras de Macacu: Breve Caracterização.....	55
4.2. Instituição CESPP: Caracterização.....	62
4.2.1. Prédio 01.....	64
4.2.2. Prédio 02.....	65
4.3. Condição Atual da Edificação.....	66
4.3.1. Prédio 01.....	66
4.3.2. Prédio 02.....	68
4.3.3. Parte Externa.....	68
4.3.4. Proposta do projeto de Reabilitação.....	69
4.4. Projeto de Reabilitação da Edificação com Conceitos do LEED v4 O+M.....	69
4.4.1. Projeto de Acessibilidade e Pavimento.....	71
4.4.2. Projeto Modular com Tijolo Ecológico.....	71
4.4.3. Projeto de Captação e Reuso de Água Pluvial.....	72
4.4.4. Projeto do Sistema Elétrico com Eficiência Energética.....	73
4.4.5. Projeto de Telhado Verde.....	73
4.4.6. Projeto de Geração de Energia Fotovoltaica.....	73

5. Considerações Finais.....	74
Referências Bibliográficas.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de Vida (A3P, 2013).

Figura 2 - Sustentabilidade inserida dentro da qualidade do produto (MOTTA, 2009).

FIGURA 3 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL, 1990 – 2013 (CBCS ,2014).

FIGURA 4 – PREVISÃO DO AUMENTO DE CONSUMO DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES (EPE ;2014a; 2014b).

FIGURA 5 – CONSUMO ENERGÉTICO EM EDIFICAÇÕES POR USO FINAL (ELETROBRAS, 2007)

FIGURA 6 - Cadeia de Materiais da Construção Civil (ABRAMAT, 2007)

Figura 7 - Processo de avaliação, ponderação e classificação do BREEAM (BRE, 2007)

Figura 8 - Portfólio das ferramentas LEED (USGBC, 2008).

Figura 9 - Ferramentas do LEED relacionada às fases do empreendimento (USGBC, 2008).

Figura 10 – O processo LEED (AMARAL, 2008).

Figura 11 – Nível de certificação LEED (USGBC, 2009).

Figura 12 – Diferenças das tipologias LEED v3 x v4 (GBC BRASIL, 2017).

Figura 13 – Etapas de certificação (GBC BRASIL, 2017).

FIGURA 14 - Localização do CESPP (Google Earth, 2017)

FIGURA 15 - Localização do CESPP (Google Earth, 2017)

FIGURA 16 - Planta de Situação do CESPP (Próprio autor)

FIGURA 17 - Banheiro (à esq.) e Circulação (à dir.) - Próprio autor

FIGURA 18 - Cozinha Americana (à esq.) e Sala 01 (à dir.) - Próprio autor

FIGURA 19 - Secretaria (à esq.) e Sala de Reuniões (à dir.) - Próprio autor

FIGURA 20 - Sala 3 (à esq.) e Sala 2 (à dir.) - Próprio autor

FIGURA 21 - Banheiro Feminino (à esq.) e Despensa (à dir.) - Próprio autor

FIGURA 22 - Parte externa (à esq.), Corredor externo (centro) e Telhado (à dir.) - Próprio autor

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Desenvolvimento com Sustentabilidade 1 (CBIC, 2014)

Tabela 2 – Desenvolvimento com Sustentabilidade 2 (CBIC, 2014)

Tabela 3 – Evolução do Sistema LEED – 1996 a 2012 (COLE, 2006; USGBC, 2010 apud SILVEIRA, 2014)

Tabela 4 – Custos para obtenção da certificação LEED (AMARAL, 2013).

Tabela 5 – Representatividade do LEED no Brasil e no Mundo (AMARAL, 2013).

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das práticas de sustentabilidade no ambiente construído – Dimensão ambiental (adaptado de SILVA, 2003).

Quadro 2 - Descrição das práticas de sustentabilidade no ambiente construído – Dimensão social (adaptado de SILVA, 2003).

Quadro 3 - Descrição das práticas de sustentabilidade no ambiente construído – Dimensão econômica (adaptado de SILVA, 2003).

Quadro 4 - Requisitos de desempenho para qualidade de um empreendimento (Adaptado de FABRICIO, 2002).

Quadro 5 - Intensidade de Ocupação e Uso do Solo (Prefeitura de Cachoeiras de Macacu, 2006)

Quadro 6 - Atividade de Interesse Público (Prefeitura de Cachoeiras de Macacu, 2006)

Quadro 7 - Vagas de Veículos para Uso de Serviços (Prefeitura de Cachoeiras de Macacu, 2006)

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Registro e Certificações LEED no Brasil (GBC BRASIL, 2014).

Gráfico 2 – Registro por categoria LEED (GBC BRASIL, 2014).

1. Introdução

1.1. Considerações Iniciais

Das construções mais arcaicas aos grandes arranha céus, o homem sempre utilizou e continuará utilizando recursos naturais para sua execução. Hoje, com uma maior consciência da degradação ambiental ocorrida pelos processos que envolvem a construção, os usuários, órgãos públicos, construtoras e empresas estão de olho na preservação ambiental.

A revolução industrial teve início no século XVIII e foi marcada pela substituição da produção artesanal pela produção por máquinas, com o uso da energia à vapor e do carvão. Esta revolução trouxe um grande salto tecnológico para as máquinas e transportes, otimizando a produção e o tempo de fabricação, diminuindo os preços das mercadorias devido à grande oferta.

Segundo Valente (2009), a humanidade preocupou-se tão somente com a produção e consumo, superestimando a capacidade do planeta de assimilar a exploração dos recursos naturais, que as consequências acabaram surgindo com o aumento da poluição sonora, a degradação ambiental, o êxodo rural e o crescimento desordenado nas cidades que são presentes até hoje.

A preocupação da humanidade com o desenvolvimento do planeta data da década de 60, quando começaram os debates relacionados às questões ambientais na ONG Clube de Roma. Este evento culminou em vários outros que trouxeram diversos benefícios para as questões de sustentabilidade, tais como: princípios para preservar e melhorar o meio ambiente, definição de desenvolvimento sustentável, criação de sistemas de avaliação ambiental de construções, definição de compromissos e metas sobre mudança climática, biodiversidade e declaração sobre florestas, entre outros.

Dentro dessa perspectiva de melhoria na prática de construção, para adequar aos padrões de sustentabilidade desenvolvidos ao longo dos últimos anos, esse trabalho pretende desenvolver um projeto de reabilitação de uma organização não governamental, aplicando conceitos de sustentabilidade que, de maneira mais específica, corroborem com as dimensões elaboradas no Selo LEED. Tendo como finalidade, demonstrar, de maneira prática, a implementação dos conceitos de sustentabilidade na construção civil e, com isso, podendo ser um projeto piloto que dissemine esse tipo de construção.

1.2. Justificativa

A construção civil se caracteriza pela sua enorme importância em termos econômicos e sociais e, também, por ser um dos setores que mais agride o meio ambiente. Repensar a maneira de construir é, portanto, uma oportunidade de trazer à tona os problemas do setor para buscar solucioná-los.

A sustentabilidade é um conceito que, aplicado à construção civil, visa a mitigação dos problemas causados pelos métodos arcaicos que ainda imperam no setor. Tendo em vista isto, alguns setores da sociedade têm se disposto a buscar métodos e tecnologias que possibilitem a construção sustentável, tornando-a ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável.

Este trabalho traz um projeto de reabilitação de uma ONG, cuja construção apresenta muitas irregularidades, buscando adequá-la às normas vigentes e utilizar soluções sustentáveis, na linha do que preconizam os selos verdes, com o intuito de torná-la um exemplo a ser seguido.

1.3. Objetivo

Desenvolver um projeto sustentável para uma edificação que abriga uma instituição de caráter social, em estado muito avançado de deterioração na sua estrutura, visando um projeto piloto dentro do município, com a possibilidade de vincular a ele educação ambiental para a população local.

1.4. Metodologia

A base metodológica da pesquisa foi a análise documental, pela qual se buscou o entendimento de documentos relacionados aos temas abordados, tais como: artigos técnicos, artigos de jornais, livros, monografias, dissertações, teses, artigos de eventos consagrados, além do auxílio de professores especialistas no tema abordado.

A pesquisa também se deu com visitas à instituição que serviu como exemplo prático, tendo como objetivo fazer medições para elaboração de desenhos técnicos, analisar as condições físicas da edificação, quantificar e qualificar os equipamentos prediais existentes, registrar

imagens do local afim de ilustrar a real situação das estruturas, além de entrevistar funcionários da instituição para esclarecer algumas dúvidas.

Além da conceituação da sustentabilidade na construção civil, que se caracteriza pelo uso inteligente e racional da água, pelo desenvolvimento humano, energia, materiais e sistemas, meio ambiente, infraestrutura, desenvolvimento urbano, mudanças climáticas, e resíduos; O foco do trabalho se deu pelo desenvolvimento do projeto de reabilitação da instituição, afim de trazer um caráter sustentável a mesma, utilizando, para isso, parâmetros do selo LEED.

2. Construção Sustentável

2.1. Setor da Construção Civil

Conforme relatório da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2014), o desafio da sustentabilidade assumiu, há alguns anos, um papel de destaque na agenda da Indústria da Construção no Brasil. Já existem diversos estudos em nível nacional e mundial que perscrutam os impactos positivos e negativos gerados pelo mercado imobiliário e a Indústria da Construção sobre a sociedade, economia e o meio ambiente.

JOHN *et al* (2007, p. 6) citam que o setor de construção de edificações chega a consumir até 75% dos recursos extraídos da natureza, com o agravante de a maior parte não ser renovável. A produção, o transporte e o uso de materiais contribuem para a poluição global, bem como as emissões de gases de efeito estufa e de poluentes do ambiente externo de edificações.

Segundo SOUZA e DEANA (2007, p. 7), a cadeia produtiva da construção é responsável pelo consumo de 14% a 50% dos recursos naturais extraídos no planeta. No Japão, responde por 50% dos materiais circulantes na economia, e nos EUA, relaciona-se a 75% dos materiais.

A operação de edifícios consome cerca de 40% da energia elétrica produzida no Brasil, segundo estudos realizado pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2013)

O dados relativos ao consumo de recursos hídricos também são estarrecedores. Segundo de 2008 do Sistema de Informação sobre Saneamento (SNIS), os níveis de desperdício das

concessionárias públicas é de aproximadamente 40%, em média, e de até 55% em algumas cidades do Brasil.

Diante desse cenário, o setor da construção civil passa por intensa reflexão e mudança de paradigmas, no sentido de buscar o uso mais racional, eficiente e de maior desempenho de materiais e sistemas construtivos, visando reduzir os impactos negativos e potencializar os impactos positivos no meio ambiente e na sociedade, de forma equilibrada com a expectativa de resultados econômicos deste setor (HONDA, 2016).

2.2. Histórico

Corrêa (2009) explica que na década de 1960, a ONG Clube de Roma debatia as questões ambientalistas, e neste interim alguns estudiosos em várias partes do planeta esboçavam os primeiros comentários sobre questões que envolviam o tema. Em seu primeiro relatório (*Limits to Growth*, 1972) impactou a comunidade científica ao apresentar cenários bastantes catastróficos sobre o futuro do planeta se o padrão desenvolvimentista continuasse no mesmo modelo vigente da época.

Em 1972, continua Corrêa (2009), surge, então, a “Declaração de Estocolmo”, que elaborou vinte e seis “princípios comuns que ofereçam aos povos do mundo inspiração e guia para preservar e melhorar o meio ambiente humano”; apesar de haver ambiguidade na relação desenvolvimento e preservação ambiental.

Em 1987, o documento “Nosso Futuro Comum” ou “Relatório de Brundland”, definiu desenvolvimento sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” ().

Em 1990 foi lançado na Inglaterra o primeiro sistema de avaliação ambiental de construções do mundo, o BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*, que sistema certifica a construção com um selo “verde” (MOTTA,2009).

Em 1992 foi realizada a conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUCED), também conhecida como ECO-92. A cidade do Rio de Janeiro foi a sede do encontro que reuniu representantes de 175 países e de Organizações Não-

Governamentais (ONGs). Considerado o evento ambiental mais importante do século XX, a ECO-92 foi a primeira grande reunião ambiental internacional realizada após o fim da Guerra Fria. Conforme Corrêa (2009), os compromissos específicos adotados foram: sobre Mudança Climática, sobre Biodiversidade e uma Declaração sobre Florestas. A conferência também aprovou documentos com objetivos mais abrangentes e de natureza mais política: a Declaração do Rio e a Agenda 21.

Em 1996, é realizada na Turquia a conferência da ONU Habitat II. Nela são discutidos os destinos das cidades e propostas para a sustentabilidade nos assentamentos humanos. Em 1997, Richard Rogers lança o livro *Cities for Small Planet*, onde estuda formas das cidades do futuro recompor a harmonia entre homem e natureza (MOTTA, 2009).

Em 1999, o CIB (Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção) lança a Agenda Setorial para Construção Sustentável (*CIB Agenda 21 for sustainable construction*) em acordo com as metas do relatório Brundtland, Agenda 21 (1992), Habitat II e Protocolo de Kyoto.

Ainda em 1999, o USGBC (*United States Green Building Council*) cria o selo de certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*). O programa traz incentivos financeiros e econômicos para o mercado de construções verdes do EUA.

Em 2000, o CIB cria a Agenda Setorial para Construção Sustentável para países em desenvolvimento. É criado um grupo global para cooperação e trocas de pesquisas em construção sustentável. O foco da agenda é diminuir a diferença entre países desenvolvidos e em desenvolvimento na melhora do desempenho do ambiente construído (MOTTA, 2009).

Em 2001 é finalizada uma obra de referência em construções sustentáveis, o BedZED (*Beddington Zero Energy Development*), na Inglaterra. É um condomínio de 100 casas e escritórios que consome 10% da energia de uma urbanização convencional.

Em 2002, a França lança seu programa de certificação de construções ambientais, o HQE (*Haute Qualité Environnementale*). O Japão também lança seu programa de certificação, o CasBee (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*).

Em 2007 é criado o *Green Building Council Brasil* (GBCBrasil), que tem como objetivo ser referência na avaliação e certificação de construções sustentáveis no Brasil, através da regionalização da ferramenta de avaliação LEED.

Conforme explica Motta (2009), ainda em 2007 é criado o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), cujo objetivo é incentivar conceitos e práticas sustentáveis na construção civil. O CBCS não pretende certificar edificações. Também em 2007 foi lançado o selo Ecológico Falcão Bauer, para produtos e tecnologias sustentáveis.

Em 2008 é lançado o selo brasileiro de certificação ambiental AQUA (Alta Qualidade Ambiental), baseado na certificação francesa HQE.

Segundo Dinamarco (2016), no ano de 2010 a Caixa Econômica Federal criou o Guia de Sustentabilidade Ambiental do Selo Casa Azul. Este guia tem a finalidade de instruir profissionais, estudantes e empresas voltadas para área de construção civil a desenvolver projetos sustentáveis com o objetivo final de aquisição do Selo Casa Azul.

Em 2012 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20 – assim conhecida porque marcou os vinte anos de realização da ECO-92 –, e contribuiu para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas (<http://www.rio20.gov.br/>).

2.3. Conceitos e práticas

De acordo com Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção – CIB, a construção sustentável deve partir de um “processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica”.

A construção sustentável é aquela comprometida com o desenvolvimento sustentável. Seus conceitos e práticas são usualmente relacionados a ações e metas previstas nos meios decisórios do desenvolvimento sustentável, devendo ser uma resposta a estas. As Agendas 21, incluindo a definida pela ONU e as diferentes iniciativas nacionais,

regionais, locais e setoriais, são o principal meio decisório destas ações e metas. E estas são normalmente entendidas a partir da integração das dimensões ambientais, sociais e econômicas (*triple bottom line*). (MOTTA, 2009)

Conceitos e práticas da sustentabilidade no ambiente construído foram relacionados por SILVA (2003) às três dimensões do *triple bottom line* e também a uma dimensão institucional. A dimensão institucional, diz Motta (2009), procura fortalecer os esforços para sustentabilidade, dentro e fora de uma indústria específica e, também, a Agenda 21. Os quadros 1, 2 e 3 ilustram esses conceitos, relacionando o modelo de desenvolvimento e construção sustentável pertinentes e previstos na Agendas 21, com as possibilidades de ações e práticas da construção civil, separados nas três dimensões do *triple bottom line*.

DIMENSÃO AMBIENTAL		
Meta geral	Meta específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Atmosfera	Mudança climática	Evitar gases causadores de efeito estufa (GHC)
	Dano a camada de ozônio	Evitar materiais cujo uso e/ou produção emitam substâncias nocivas a camada de ozônio.
	Qualidade do ar	Evitar poluentes do ar em áreas urbanas.
Solo	Poluição do solo	Evitar poluição do solo.
		Gestão do resíduo de construção.
	Agricultura	Seleção da área: evitar área de potencial agrícola.
	Florestas	Seleção da área: evitar danos aos ecossistemas.
		Usar madeira certificada.
	Desertificação e erosão	Cuidados na preparação do sítio.
		Cuidados para drenagem natural do terreno.
Urbanização e assentamentos	Seleção da área: direcionar crescimento urbano.	
	Seleção da área: priorizar vazios urbanos com infraestrutura.	
	Evitar densidades de ocupação baixas.	
Oceanos, mares e costa		Evitar poluição
		Ocupar adequadamente áreas litorâneas.
Água doce	Quantidade de água	Conservar e reduzir o consumo de água.
		Manter permeabilidade do solo.
	Qualidade da água	Tratar dos efluentes do ambiente construído.
Evitar efluentes geradores de eutrofização.		
Saneamento		Prever infraestrutura de saneamento básico: evitar poluição
Biodiversidade	Ecossistemas e espécies chaves.	Seleção da área: evitar danos aos ecossistemas.
		Estudar o impacto ambiental.
		Conservar a vegetação.

Quadro 1 - Descrição das práticas de sustentabilidade no ambiente construído – Dimensão ambiental (adaptado de SILVA, 2003).

DIMENSÃO SOCIAL		
Meta geral	Meta específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Justiça social	Erradicação da pobreza	Gerar empregos diretos e indiretos com salários adequados.
	Igualdade de gênero.	Reduzir desigualdade de salários e oportunidades para homens e mulheres.
	Relações trabalhistas	Política de remuneração justa.
	Comunidades locais	Uso de mão de obra local.
Educação	Capacitação técnica para sustentabilidade	Programas formais de treinamento.
	Alfabetização	Programas formais de alfabetização e melhoria de educação.
	Conscientização pública	Programas de divulgação.
Saúde	Qualidade do ambiente interno	Eliminar materiais com compostos orgânicos voláteis – COVs.
		Priorizar circulação natural de ar.
		Limpeza e renovação do ar.
	Saúde e segurança do trabalho	Proporcionar infraestrutura e equipamentos adequados.
		Proporcionar condições ergonômicas de trabalho.
		Política de redução de acidentes.
	Condições sanitárias	Acesso a abastecimento de água tratada.
Acesso a infraestrutura de coleta e tratamento de esgoto.		
Destinar apropriadamente o lixo e resíduos sólidos		
Infraestrutura urbana		Seleção da área: priorizar proximidade de parques e áreas de lazer públicas.
		Construir áreas públicas nos edifícios.
	Transporte	Incentivar o uso de transporte coletivo e/ou limpos (exemplo: bicicleta).
		Reduzir o impacto sobre o sistema viário e de transporte existente
	Habituação	Participar de política de redução do <i>deficit</i> habitacional.
	Participar de política de melhoria de habitações precárias, formais e informais.	

Quadro 2 - Descrição das práticas de sustentabilidade no ambiente construído – Dimensão social (adaptado de SILVA, 2003).

DIMENSÃO ECONÔMICA		
Meta geral	Meta específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Estrutura econômica	Recursos e mecanismos financeiros	Investir em tecnologias mais eficientes e limpas.
		Financiar iniciativas, políticas e programas para aumento de sustentabilidade.
	Desempenho econômico	Aumentar a qualidade do produto e de processos.
		Aumentar o ciclo de vida do ambiente construído.
Alocar eficientemente os recursos.		
Padrões de produção e consumo	Consumo de materiais	Priorizar matérias com produção eficiente (menor desperdício e resíduos)
		Utilizar de modo eficiente os materiais
		Reduzir o desperdício e resíduos da construção.
		Gestão para melhoria da qualidade da construção.
		Aumentar a durabilidade dos materiais.
		Planejar a manutenção da edificação.
	Gestão de resíduos	Otimizar o uso do espaço: projeto.
		Reutilizar e/ou reciclar componentes.
		Reutilizar e/ou reciclar resíduos de construção.
		Implantar programa de coleta seletiva durante a construção e no uso da edificação.
	Uso de energia	Disponibilizar adequadamente o resíduo de construção.
		Projeto com estratégias de eficiência no consumo de energia.
		Reduzir o uso de energia durante a construção.
		Priorizar materiais com menor energia incorporada
	Uso da água	Utilizar energia renovável.
		Projeto com estratégias de eficiência no consumo de água.
		Utilizar fontes alternativas de abastecimento de água: águas pluviais, reuso de água e outros.
	Transporte	Programas de conscientização no uso da água
		Priorizar materiais locais.
	Divulgação	Priorizar mão de obra e serviços locais
		Instrumento de informação ao consumidor: <i>marketing</i> .

Quadro 3 - Descrição das práticas de sustentabilidade no ambiente construído – Dimensão econômica (adaptado de SILVA, 2003).

2.3.1 Dimensão Ambiental

Na dimensão ambiental, a sustentabilidade busca um “equilíbrio entre proteção do ambiente físico e seus recursos, e o uso destes recursos de forma a permitir que o planeta continue a suportar uma qualidade de vida aceitável” (CIB *et al.*, 2002).

Portanto, o valor ambiental do ambiente construído está relacionado com seu impacto ao meio ambiente. Pode-se dar um significado objetivo aos impactos e conseqüentemente ao valor ambiental, através da avaliação e mensuração desse impacto. O principal método de avaliação é a análise do ciclo de vida ou ACV (MOTTA, 2009).

2.3.1.1. Análise do Ciclo de Vida (ACV)

A metodologia da Análise do Ciclo de Vida (ACV), de acordo com Honda (2016), é a maneira mais objetiva para avaliar os impactos ambientais dos materiais e sistemas construtivos. Ela é baseada na quantificação de todos os fluxos de matéria e de energia estabelecidos por cada produto ao longo do seu ciclo de vida, ou seja, da sua origem ao seu fim.

Segundo Motta (2009), a análise do ciclo de vida ou ACV é definida como a avaliação e comparação dos impactos ambientais causados por diferentes sistemas que apresentam funções similares em todo ciclo de vida do mesmo. Para isso ela realiza inventários do fluxo de energia e matéria para cada sistema de maneira a comparar estes entre si, retratados sob o aspecto de impactos ambientais. A ACV é normalizada pela série ISO 14000.

As etapas básicas de um ACV são: definição do problema; inventário ou balanço de massa-energia; e avaliação de impactos ambientais.

A norma ISO 14040 indica que: “A análise do Ciclo de Vida é uma técnica para determinar os aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto juntando um inventário de todas as entradas e saídas relevantes do sistema, avaliando os impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas, e interpretando os resultados das fases de inventário e impacto em relação com os objetivos de estudo”.

Conforme cartilha da Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P (2013), esta análise permite constatar os impactos além dos limites da área produtiva. Em alguns casos, esses efeitos podem se apresentar de maior relevância que os provocados diretamente pelos processos de confecção do produto. Com a superexploração e uma gestão inadequada de recursos florestais, pode-se gerar impactos significativos na qualidade do solo, com os consequentes impactos sobre a taxa de renovação da vegetação e sobre a qualidade das águas superficiais, devido ao carreamento de sedimentos e material orgânico derivados de processos erosivos.



Figura 1 – Ciclo de Vida (A3P, 2013).

2.3.1.2. Ferramenta de ACV

Para avaliação prática do impacto ambiental de um produto ou serviço, através de uma ACV, explica Motta (2009), foram desenvolvidas ferramentas computacionais de simulação. Existem ferramentas para ACV de materiais e ferramentas específicas para ACV em edificações. Entre as principais ferramentas de ACV de materiais com utilidade para edificações, pode-se citar o SimaPro, o GABI e o UMBERTO. Já entre as ferramentas específicas para edificações, estão o BEES (*Building for Environmental and Economic Sustainability*) e as do *Athena Institute*.

Segundo Motta (2009), o SimaPro foi desenvolvido na Holanda, baseado na ISO 14000 (PRE, 2004). Ele é composto de uma série de softwares que, através de um banco de dados atualizável, avalia o impacto ambiental de um material. O SimaPro é a ferramenta computacional de ACV para materiais mais utilizada no mundo, incluindo indústrias, universidades e instituições de pesquisa (PRE, 2004). O GABI foi desenvolvido na Alemanha pelo instituto PE Europe junto com a universidade de Stuttgart. UMBERTO também foi desenvolvido na Alemanha, pelo Instituto de Informática Ambiental Hamburgo. Ambos podem ser utilizados em vários setores para ACV de materiais, assim como o SimaPro.

O BEES foi desenvolvido pelo NIST (*National Institute of Standards and Technology*) dos Estados Unidos, como parte do programa *Environmentally Preferable Purchasing* da Agência de Proteção Ambiental EPA, que visa priorizar as compras de produtos com melhor desempenho ambiental (LIPPIATT, 2007 apud MOTTA, 2009).

O diferencial da ferramenta é que ela permite uma associação do desempenho ambiental com o desempenho econômico do produto. O desempenho ambiental é avaliado tendo como base a norma ISO 14040. Os estágios do ciclo de vida analisados são: aquisição, manufatura, transporte, construção, uso, manutenção, reciclagem e gestão de resíduos. O desempenho econômico é avaliado através do método de custo de ciclo de vida (*Life Cycle Cost* ou LCC) da ASTM. A avaliação engloba os custos do investimento, da execução, da operação, da manutenção e do descarte. Os desempenhos ambiental e econômico são ponderados para uma avaliação única através do método de análise de decisão *Multi-Attribute* da própria ASTM (MOTTA, 2009).

O *Athena Institute*, situado no Canadá, é uma organização não governamental que busca auxiliar arquitetos e engenheiros na avaliação do impacto ambiental dos produtos e edifícios, novos e existentes, através do método de ACV. Ele desenvolveu as ferramentas computacionais *Athena Impact Estimator for buildings* e *Athena EcoCalculator for Assemblies*. O *Impact Estimator* simula uma ACV de um edifício com até 1200 variáveis e possui modelos de edificações compatíveis com cerca de 95% das tipologias norte americanas, incluindo edifícios industriais, institucionais, comerciais e residenciais. O *EcoCalculator* realiza simulações de ACV de matérias e componentes construtivos, mostrando resultados imediatos (MOTTA, 2009).

2.3.2. Dimensão Social

Na dimensão social se busca o “desenvolvimento de sociedades justas, que proporcionem oportunidades de desenvolvimento humano e um nível aceitável de qualidade de vida” (CIB et al., 2002).

Motta (2009, p. 39) explica que o valor social da sustentabilidade deve ser mais importante em países em desenvolvimento que buscam aumentar a qualidade de vida de sua população, do que em países desenvolvidos, que já alcançaram o bem-estar social. Segundo Silva (apud MOTTA, 2009, p. 39), os indicadores do desempenho social devem retratar as consequências da atividade econômica da empresa e/ou empreendimento. Este valor deve considerar o impacto global sobre

toda sociedade, incluindo os empregados, empreiteiros e subcontratados, fornecedores, clientes e comunidade.

No entanto ainda não existe um conceito formal e único do valor social (ARAÚJO, 2006). Algumas propostas indicam o valor social de uma empresa ou empreendimento como aqueles que através de programas consistentes, geram e disseminam conhecimento e promovem o crescimento tanto da organização quanto de todos os públicos que exercem influência ou são influenciados pela empresa (BUENO et al., 2002). Esses valores devem prever práticas para atendimento da comunidade, incluindo e indo além dos obrigatórios por lei. Deste modo é importante a incorporação em uma empresa e empreendimento de valores sociais na missão, na cultura e na mentalidade dos dirigentes e colaboradores, visando o bem-estar da população, pois o próprio sucesso desses depende da sociedade a qual pertencem (FELIX 2003).

Para dar um significado objetivo ao desempenho e valor social das empresas, algumas entidades buscam indicadores específicos. No Brasil, podemos destacar o indicador de Responsabilidade Social Empresarial do Instituto ETHOS. No entendimento do instituto, a responsabilidade social é um valor que indica “o comprometimento permanente dos empresários de adotar um comportamento ético e contribuir para o desenvolvimento econômico, melhorando simultaneamente a qualidade de vida de seus empregados e de suas famílias, da comunidade local e da sociedade como um todo” (CUSTODIO e MOYA, 2007).

O índice ETHOS busca auxiliar as empresas no aprofundamento da responsabilidade social e comprometimento com o desenvolvimento sustentável. Desenvolvido desde 1999, existem ferramentas e índices específicos para vários setores da economia. O setor da construção civil possui um índice ETHOS desde 2005 (MOTTA, 2009, p. 39 e 40).

2.3.3. Dimensão Econômica

“Na dimensão econômica, a sustentabilidade busca um sistema econômico que facilite o acesso a recursos e oportunidades e o aumento de prosperidade para todos, dentro dos limites do que é ecologicamente possível e sem ferir os direitos humanos básicos” (CIB/UNEP-IETC, 2002). Assim, ela reconhece a necessidade do consumo para o alcance do bem-estar e da prosperidade, considera a lógica de produção de bens de consumo, incorporando o uso eficiente dos recursos.

O valor econômico pode então ser associado a uma melhoria nas práticas de produção, que busquem produtividade, menor consumo de recurso, durabilidade, viabilidade, competitividade econômica e empresarial, que leve a um crescimento sustentável do padrão real de vida da população, com aceitável justiça distributiva (LANDAU, 1992). O principal conceito que influencia estas questões é a qualidade (DEMING, 1990; COLTRO, 1996).

2.3.3.1. Qualidade

As incorporações de valores de qualidade e de gestão para qualidade nos empreendimentos de construção civil ocorrem, principalmente, a partir de exigências de mercado e/ou regulamentações (ANDERY, 2008 apud MOTTA, 2009). Na gestão do empreendimento, a qualidade é vista como condições de desempenho a ser auferida através de práticas metodizadas. As normas da série ISO 9000 e o programa PBQP-H são referências para sistematizar ações de gestão pela qualidade. De modo geral, os empreendimentos adotam como requisitos de desempenho as normas técnicas. A norma técnica NBR-15.575 (ABNT, 2013) resume os requisitos de desempenho de edifícios habitacionais até 5 pavimentos, incluindo o tema sustentabilidade, dentro do conceito entendido pela mesma. Desde modo, pode-se entender que os requisitos dessa norma estão relacionados com a qualidade de edifícios habitacionais de cinco pavimentos. Na NBR-15.575, a sustentabilidade é vista como mais um requisito de desempenho a ser considerado na qualidade do edifício (quadro 4).

Qualidade de um empreendimento	
Requisitos de desempenho	Segurança estrutural
	Segurança ao fogo
	Segurança interno-externa
	Estanqueidade
	Conforto higrotérmico
	Conforto acústico
	Conforto tátil
	Adaptação à utilização
	Durabilidade
	Manutenabilidade
Sustentabilidade.	

Quadro 4 - Requisitos de desempenho para qualidade de um empreendimento (Adaptado de FABRICIO, 2002).

Nesta visão da qualidade, segundo Motta (2009), a sustentabilidade é requisito de desempenho de um empreendimento. Com isso, a inserção dessa nos empreendimentos acontece dentro da atribuição de valor de qualidade do produto (figura 2).

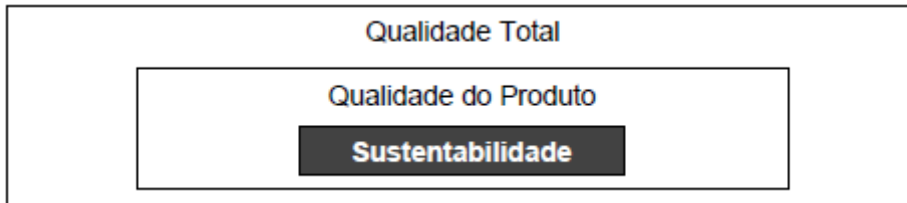


Figura 2 - Sustentabilidade inserida dentro da qualidade do produto (MOTTA, 2009).

2.4. Temas

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2014), sete temas são considerados prioritários ou críticos. Como forma de relacioná-lo aos objetivos que o Programa Construção Sustentável quer alcançar, eles aparecem detalhados adiante, conforme as tabelas 1 e 2. Os temas prioritários são: água; desenvolvimento humano; energia; materiais e sistemas; meio ambiente, infraestrutura e desenvolvimento urbano; mudanças climáticas; e resíduos.

TEMAS		AÇÕES
EDUCAÇÃO	ÁGUA	Estímulo à contratação de projetos de obras que contemplem as melhores soluções para o menor nível de consumo de água.
		Elaboração de manual de boas práticas.
		Montagem de programa de capacitação do setor.
		Qualificação das concessionárias de água e esgoto.
		Incentivo ao manejo e à drenagem de águas pluviais nas cidades.
	DESENVOLVIMENTO HUMANO	Estímulo a mecanismos de autorregulação na cadeia produtiva (conformidade legal).
		Mapeamento socioeconômico para criação de um programa nacional de capacitação continuada.
		Capacitação de profissionais para aplicação da Lei 11.888/2008, que assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social
		Revisão curricular dos cursos de graduação, técnicos e profissionalizantes, para inclusão da temática da sustentabilidade.
ENERGIA	Uso da etiquetagem como forma de avaliar a eficiência energética na fase de projeto e de entrega das edificações.	
	Estímulo para edificações privadas que atendam ao nível A ou B	
	Obrigatoriedade para novas edificações públicas de atender ao nível A ou B	
	Estímulo ao retrofit visando melhora da eficiência (A ou B)	
	Incentivo a geração de energia distribuída	

Tabela 1 – Desenvolvimento com Sustentabilidade 1 (CBIC, 2014)

	TEMAS	AÇÕES
EDUCAÇÃO	MATERIAIS E SISTEMAS	<p>Mapeamento e disseminação de sistemas e ferramentas de projetos para redução de perdas de materiais.</p> <p>Reforçar a obrigatoriedade de compra de produtos em conformidade com as Normas ABNT (PSQs do SIMAC/PBQP-H), visando garantir padrões mínimos de qualidade e isonomia competitiva.</p> <p>Implementação de bancos de dados públicos com informações técnicas e declarações ambientais.</p> <p>Fomentar a pesquisa, desenvolvimento e inovação de novos materiais, componentes e sistemas construtivos com menor impacto ambiental</p> <p>Promover a comprovação da correta Origem Florestal</p>
	MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO URBANO	<p>Sistema de gerenciamento para implementação de Planos Diretores.</p> <p>Incentivo a iniciativas para a recuperação de áreas degradadas.</p> <p>Estabelecimento de critérios e procedimentos para agilizar processos de recuperação de áreas degradadas.</p> <p>Elaboração de inventários de áreas de risco e de áreas degradadas.</p> <p>Participação na estrutura e criação da Câmara Técnica da Construção Civil no Conama.</p> <p>Estímulo a iniciativas para aproveitamento da madeira apreendida pelo Ibama.</p> <p>Valorização das boas práticas e dos atores dos municípios para formulação de políticas públicas em sintonia com necessidades e interesses dos habitantes das cidades.</p>
	MUDANÇAS CLIMÁTICAS	<p>Estímulo a legislação específica, inclusive nos códigos de obras.</p> <p>Apoiar ações de redução de emissões e adaptação aos impactos climáticos nos processos de licenciamento ambiental.</p> <p>Elaboração de ferramentas para produção de inventários de gases de efeito estufa na cadeia produtiva da construção.</p> <p>Elaboração de plano nacional para conscientizar formadores de opinião e gestores públicos sobre soluções de mitigação focadas na realidade das condições climáticas brasileira.</p> <p>Participação efetiva da construção civil no Fórum do Clima/Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas.</p>
	RESÍDUOS	<p>Promoção de parcerias público-privadas para implementação das áreas de manejo de resíduos.</p> <p>Participação da cadeia produtiva na elaboração de leis estaduais e municipais no âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos.</p> <p>Mapeamento de dificuldades e entraves ao processo de licenciamento para áreas de transbordo e triagem, atividades de reciclagem e instalação de aterros.</p> <p>Implementação de sistema informatizado de gestão de resíduos para cadeia geradora, transportadora e áreas de tratamento e destinação.</p> <p>Estabelecer, efetivamente, a logística reversa, por parte dos fornecedores, a ser prevista nos acordos setoriais.</p>

Tabela 2 – Desenvolvimento com Sustentabilidade 2 (CBIC, 2014)

2.4.1. Água

Segundo (ANA *et al.*, 2005), a água tem um papel limitante no desenvolvimento industrial, agrícola e urbano, tendo em vista que a disponibilidade per capita da água doce vem diminuindo de maneira rápida, devido ao aumento gradativo da demanda para seus múltiplos usos e o processo de poluição dos mananciais ainda disponíveis.

Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade econômico e social é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados em função de

características de sistemas e centros de produção específicos. Nesse sentido, reuso, reciclagem, gestão da demanda, redução de perdas e minimização da geração de efluentes se constituem, em associação às práticas conservacionistas, nas palavras-chave mais importantes em termos de gestão de recursos hídricos e de redução da poluição (ANA et al., 2005).

Conforme CBIC e outros (2014), o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos, como forma de mitigar os desperdícios e fomentar o uso racional da água no Brasil, é elemento indispensável para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva sustentável na construção. Dados da Agência Nacional de Águas (ANA) apontam que, até 2025, serão necessários R\$ 70 bilhões, com prioridade para obras nos mananciais e na coleta e tratamento de esgotos, a fim de proteger as fontes de abastecimento (rios e lagos).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2014) do Ministério das Cidades, 36,7% da água retirada da natureza pelas empresas de abastecimento é perdido durante o processo de distribuição. Dados do SNIS de 2014 apontam que o consumo médio de água no Brasil é de 162 litros/habitante por dia, sendo que regiões de maior renda apresentam consumo maior (Sudeste 187,9 litros/habitante por dia). Além disso, segundo o Ministério das Cidades, apenas 57,6% da população urbana estão atendidos por esgotos sanitários, e somente 40,8% do esgoto gerado recebe tratamento. Dejetos são lançados nos cursos hídricos ou no solo, podendo gerar contaminação e doenças. Isso vale também para boa parte das águas contaminadas por processos industriais e atividades de irrigação (CBIC et al., 2014).

Sancionada em 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos foi consistente e suficiente para fazer avançar as relações produtivas que se valem da água como insumo básico, garantindo o respeito à integridade das bacias hidrográficas brasileiras. No entanto, é fundamental que haja comprometimento dos governos e esforços da sociedade para fazer essa legislação e seus instrumentos avançarem e servirem de fato ao disciplinamento do acesso a esse recurso essencial. Os níveis atuais de desperdício das concessionárias públicas, que segundo o SNIS (2014) é de 36,7%, em média, e de até 78,2%, em algumas cidades do Brasil (Amapá), são inaceitáveis e injustificáveis para que continuemos a financiar a ampliação da oferta (CBIC et al., 2014).

Nesse sentido, conforme CBIC e outros (2014), o uso racional da água pela cadeia produtiva da construção deve envolver não só a promoção da educação entre seus diversos atores como também o fomento à gestão integrada (do manejo e da drenagem), ao gerenciamento equilibrado entre a oferta e a demanda e à inovação tecnológica. A sustentabilidade desse insumo depende da redução da demanda em pelo menos três níveis de abrangência: macro, com a exploração racional dos recursos hídricos; médio, com a gestão otimizada dos sistemas públicos; e micro, com a otimização do consumo de água nos edifícios. Fundamentalmente, nas edificações, a gestão deve contemplar: o suprimento de água potável; a gestão de águas pluviais e o esgotamento sanitário.

A adoção dessas ferramentas, apesar de dificuldades técnicas, administrativas e econômico-financeiras que possam existir, principalmente para edifícios existentes, de acordo com Silva, Tamaki e Gonçalves (2006), é recompensada por benefícios como: “(a) obtenção mais confiável, em tempo real, de um maior número de dados; (b) possibilidade de levantamento de informações como perfil diário de consumo e vazões mínimas; (c) detecção mais rápida e precisa de anomalias, entre as quais vazamentos (explicitadas, por exemplo, por vazões mínimas noturnas elevadas); e (d) maior correspondência entre o consumo e o sistema consumidor (possibilidade de cobrança da água consumida por terceiros, tais como restaurantes, etc.).

Através do Diário da União (DOU, 2016) foi publicada a sanção da Lei 13.312, que altera a Lei 11.445, de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. “As novas edificações condominiais adotarão padrões de sustentabilidade ambiental que incluam, entre outros procedimentos, a medição individualizada do consumo hídrico por unidade imobiliária.”. A medida gera, em média, uma economia mensal de mais de 40% na fatura de água de cada residência, segundo levantamento da Associação das Administradoras de Bens Imóveis e Condomínios de São Paulo (Aabic). Essa avaliação é possível, principalmente, devido à comparação de gastos com água em edificações construídas com medidores coletivos e que, posteriormente, optaram pela instalação do sistema de medição individual.

Oliveira (1999) classificou as ações para o uso eficiente da água em edificações sob três aspectos: social (campanhas educativas e sensibilização das pessoas); econômico (incentivos financeiros como a redução de tarifas e subsídios para a aquisição de sistemas e componentes

economizadores de água, ou por meio de desincentivo financeiro para inibir o desperdício, com o acréscimo da tarifa de água em função das faixas de consumo); tecnológico (utilização de sistemas e componentes economizadores de água, detecção e correção de vazamentos).

As ações tecnológicas para redução do consumo e obtenção do uso eficiente da água, envolvem eliminação de perdas (vazamentos visíveis e invisíveis) e diminuição do desperdício. Nos dois casos, a contribuição da indústria da construção civil é a base para a colocação, no mercado, de materiais, componentes e equipamentos com garantia de qualidade e eficientes.

Os sistemas hidráulicos prediais de edifícios existentes, em especial os mais antigos, podem estar tão prejudicados que, por mais que os usuários estejam comprometidos no controle do consumo, não conseguem lograr indicadores compatíveis com os perfis de utilização da água. A experiência de outros países e alguns estudos de caso no Brasil indicam que a renovação dos sistemas hidráulicos e a conformação de equipamentos em edificações existentes contribuirá significativamente para a redução das demandas necessárias para atendimento às atividades que consomem água (CBCS et al., 2014).

2.4.2. Desenvolvimento Humano

A agenda do desenvolvimento humano é provavelmente a mais extensa, além de extremamente determinante para a sustentabilidade. Na cadeia produtiva da construção, a baixa escolaridade, a baixa produtividade e os baixos salários são só alguns dos entraves ao desenvolvimento sustentável. Essa situação é agravada ainda mais pela informalidade e, muitas vezes, pelo acesso precário, do trabalhador da construção, a condições básicas de moradia, higiene, saúde, saneamento, água, mobilidade e segurança alimentar.

Um levantamento realizado por IBGE, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e Fundação Getúlio Vargas (FGV) estima que, dos 10 milhões de trabalhadores empregados no setor, 61% atuam sob condições informais, ilegais e de não-conformidade. Como resultado, algumas questões apontam outros desafios a serem enfrentados: desde o não cumprimento de obrigações trabalhistas à sonegação de impostos em toda a cadeia - da extração de matérias-primas à fabricação e à comercialização de materiais, dos projetos ao canteiro e à manutenção -, além do desrespeito aos padrões de qualidade e do descumprimento da legislação ambiental.

Enquanto o vetor para as mudanças é a nova economia, a educação se constitui como a chave do processo (CBIC et al., 2014).

2.4.3. Energia

2.4.3.1. Energia no ambiente construído:

Conforme cartilha da Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P – e outros (2013), a energia elétrica se tornou um dos bens de consumo fundamentais para as sociedades modernas. Utilizada para inúmeros fins como iluminação, movimentar máquinas e equipamentos, controlar a temperatura, produzindo calor ou frio ou agilizar as comunicações. Da eletricidade dependem a produção, locomoção, segurança, conforto e vários outros fatores associados à qualidade de vida.

A contrapartida dos benefícios proporcionados pelo desenvolvimento tecnológico é o crescimento do consumo de energia. O aumento da demanda presente e futura leva a necessidade de verificar novas formas de uso de energia sob a ótica de um consumo sustentável, buscando reduzir os desperdícios e identificar outras fontes alternativas mais eficientes e seguras para o homem e o meio ambiente, como a energia solar, eólica, biocombustível, entre outras fontes energéticas (A3P et al., 2013).

Os consumos energéticos em edificações mostram uma tendência crescente nos últimos anos, e o Plano Nacional Energético para 2050 (EPE, 2014a; EPE, 2014b) identifica previsões para futuros aumentos nesse consumo. O setor de edificações (incluindo residências, edifícios comerciais e públicos) é responsável por 48% do consumo elétrico do país (EPE, 2014a). Na tendência crescente de consumo de energia, a única redução significativa ocorreu após a crise energética de 2001, quando programas de redução de consumo foram implantados em todo o país. (Houve também uma estabilização de consumo durante a crise financeira mundial de 2008, mas o país voltou a ter o crescimento esperado no ano seguinte.) A Figura 3 aponta que as medidas de eficiência energética tomadas após a crise de 2001 seguraram o aumento de consumo energético, com uma melhoria de eficiência equivalente ao crescimento esperado em dois anos e meio (CBCS et al., 2014).

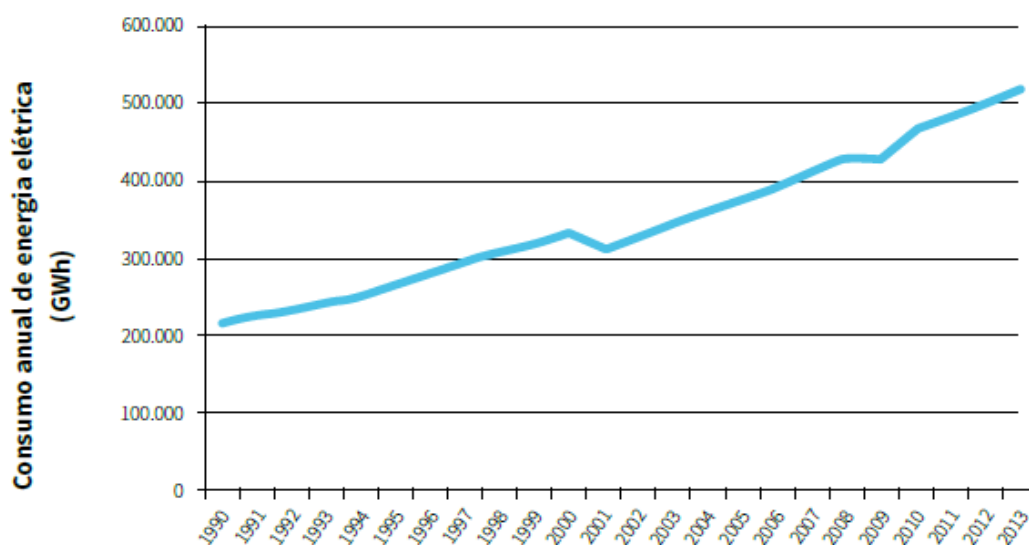


FIGURA 3 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL, 1990 – 2013 (CBCS ,2014).

Em residências, afirma CBCS e outros (2014), o consumo energético aumenta em função do crescimento da população, redução de número de pessoas por domicílio e aumento no consumo energético de cada domicílio (associado, em geral, ao aumento do poder aquisitivo). No ano de 2014 foi registrado 63 milhões de domicílios no Brasil, com consumo residencial total de 124 TWh de energia elétrica, representando 44% do consumo total.

Em 2050, é estimado que haverá 98 milhões de domicílios, com consumo elétrico total de 336 TWh, representando 67% do consumo total. No setor de serviços, que inclui edifícios comerciais e públicos, não há estimativas de estoque atual de edificações ou do aumento na construção. O consumo atual de energia elétrica (89% da energia total) é de 128,1 TWh, e é previsto que até 2050 esse consumo aumente para 614,6 TWh, ou seja, 92% do consumo energético total do setor (CBCS et al., 2014).



FIGURA 4 – PREVISÃO DO AUMENTO DE CONSUMO DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES (EPE ;2014a; 2014b).

Comparações de consumo atual com estudos históricos de consumo energético em edificações mostram que, nas últimas décadas, há uma tendência de efficientização de sistemas de ar condicionado e de iluminação (ELETROBRAS, 1989), mas que o aumento de consumo devido à maior demanda de serviços energéticos, e especificamente ao consumo de TI e bens eletrônicos, é muito maior do que o consumo economizado com as eficiências realizadas. Os únicos dados disponíveis que descrevem o consumo por uso final em edificações são da pesquisa de posse de equipamentos e hábito de uso realizada em 2005 (ELETROBRAS, 2007). É provável que os dados ali indicados já estejam defasados, pois houve alteração do consumo na última década, sobretudo na área residencial, e seria importante realizar uma atualização desta pesquisa (CBCS et al., 2014).



FIGURA 5 – CONSUMO ENERGÉTICO EM EDIFICAÇÕES POR USO FINAL (ELETROBRAS, 2007)

Os principais usos finais de energia em edificações não são bem documentados, mas os estudos disponíveis (ELETROBRAS, 2007) indicam que ar condicionado, iluminação e equipamentos de escritório representam os principais consumos em edifícios comerciais e públicos, enquanto os consumos residenciais são dominados por chuveiros elétricos e geladeiras.

2.4.4. Materiais e Sistemas

Segundo CBIC e outros (2014), todo o exercício da cadeia produtiva da construção desde a preparação de atividades iniciais como terraplanagem à produção, a manutenção e o uso efetivo de instalações e edificações depende de um fluxo constante de materiais e sistemas. Estima-se internacionalmente que o setor consuma entre 40% e 75% dos recursos naturais existentes. No Brasil, as pesquisas ainda não possibilitam determinar um fluxo da utilização de materiais na economia, o que torna difícil quantificar o consumo da cadeia da construção. No entanto, sabe-se que as perdas de materiais além dos impactos causados pelos grandes volumes de extração de matérias primas são inúmeras.

Não é só a atividade de produção dos materiais na construção a maior causadora de impactos ao meio ambiente, mas toda a cadeia e seu ciclo de vida. Além das emissões de gases de efeito estufa associadas à fabricação e ao transporte, por exemplo, alguns materiais apresentam emissões no uso e pós-uso da obra. Compostos orgânicos voláteis afetam a qualidade do ar interno de edificações, a saúde dos trabalhadores e contribuem para as mudanças climáticas. A água, por sua vez, em contato com os materiais, também pode lixiviar compostos tóxicos,

alterando e até mesmo contaminando o solo, o lençol freático e eventualmente atingindo a cadeia alimentar. Isso sem mencionar os materiais que não possuem Ficha de Informação de Segurança dos Produtos Químicos e que em sua maioria podem significar riscos à saúde de trabalhadores e até de usuários (CBIC et al., 2014).

Conforme CBIC e outros (2014), tanto a quantidade quanto à qualidade, a confiabilidade e o grau de detalhamento das informações sobre materiais e componentes comercializados no Brasil estão abaixo do mínimo necessário à tomada de decisões técnicas. O preço, muita vez, é o único critério objetivo disponível. A ausência de declaração ambiental, da avaliação do ciclo de vida e da padronização de informações dificulta ainda o aproveitamento dos dados existentes e é impedimento para a implementação de modelos BIM (Building Information Modeling), que simulam as mesmas características dos elementos construtivos a serem empregados no ciclo de vida real das construções, concedendo a elas melhor desempenho.

2.4.4.1. A Cadeia de Materiais e Componentes de Construção

A cadeia da construção representou 8,32% do PIB brasileiro. A indústria de materiais de construção apresentou 11,2% do setor da construção. O valor de venda da indústria de materiais de construção foi de R\$ 157 bilhões (ABRAMAT; FGV Projetos, 2016). Os produtos da construção, portanto, são predominantemente de baixo valor. No Brasil, a expectativa é que o setor da construção dobre de tamanho entre 2009 e 2022 (FGV PROJETOS, LCA CONSULTORIA, 2010). Mantidas as atuais práticas do setor, esse crescimento deverá agravar os problemas ambientais e sociais relacionados aos materiais de construção. Inovações são, portanto, necessárias.

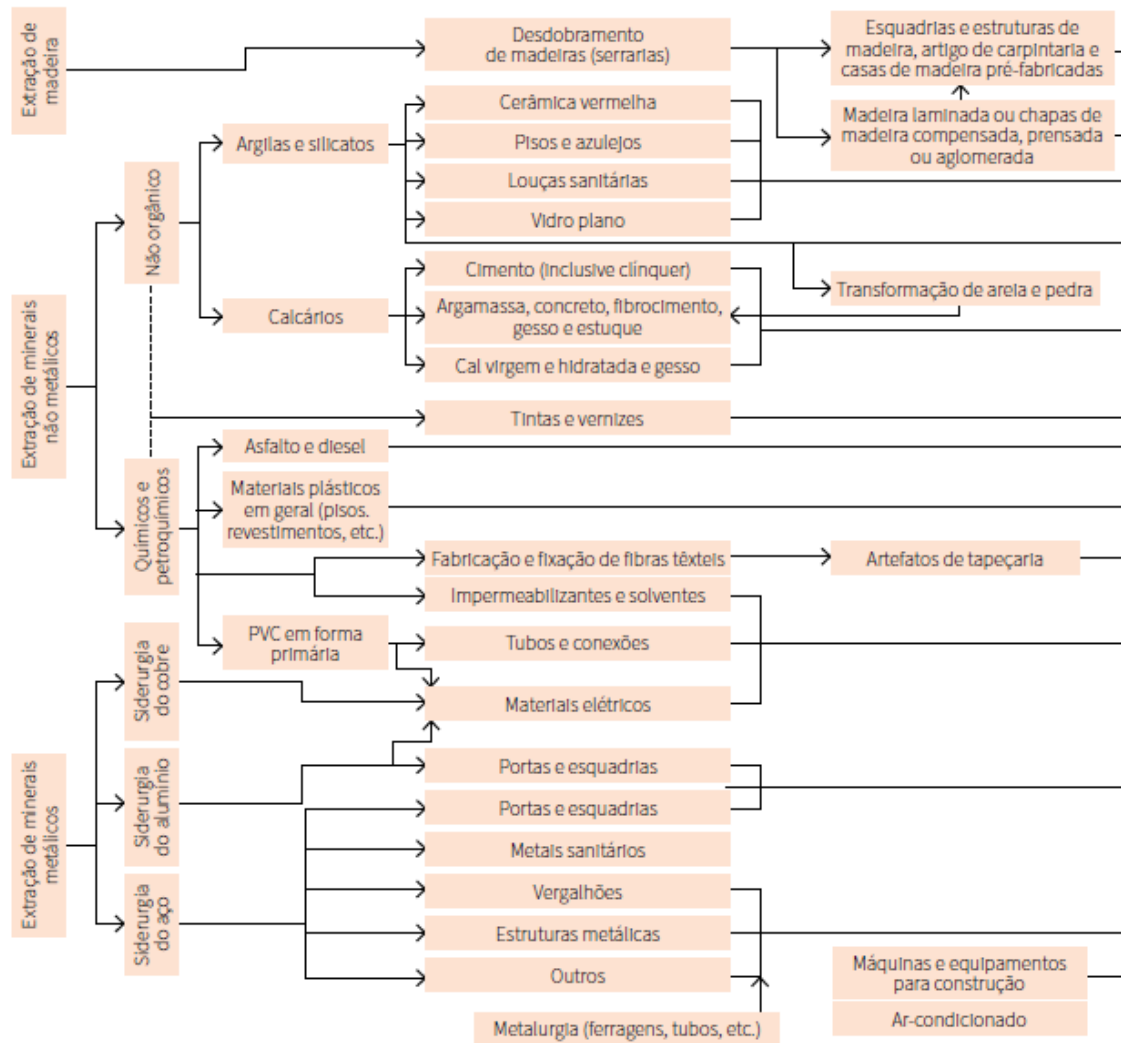


FIGURA 6 - Cadeia de Materiais da Construção Civil (ABRAMAT, 2007)

O valor total das vendas de materiais de construção no comércio alcançou R\$ 129,6 bilhões, no ano de 2015. (ABRAMAT; FGV PROJETOS, 2016). Cerca de 50% é vendido para varejistas e atacadistas, sendo que uma parcela predominante é destinada a pequenos consumidores, incluindo a construção e manutenção autogerida e a construção informal. Em alguns setores em que o ciclo de vida é mais curto, como tintas, essa parcela é ainda maior. Varejistas precisam ser engajados no esforço por uma construção mais sustentável. Assim, a introdução de políticas públicas voltadas para as construtoras tem efeito importante, mas limitado: em grande medida, os consumidores “varejistas” não estão capacitados a uma compra técnica, e dificilmente saberão escolher alternativas de menor impacto (caso venham a existir). Esses consumidores também são pouco influenciados por regulamentações municipais de práticas construtivas ou selos ambientais. O sucesso neste mercado passa pela criação de condições para substituir integralmente os produtos de maior impacto por outros mais eficientes – a exemplo do que

ocorreu com a introdução das bacias sanitárias de 6,5L, estratégia que combinou combate à informalidade (via PBQP-H) com a normalização – de forma a atingir todos os consumidores da indústria de materiais, sejam as grandes construtoras, sejam os pequenos consumidores. É fundamental, também, o desenvolvimento de políticas que permitam mitigar o impacto ambiental na construção autogerida (CBCS et al., 2014).

2.4.4.2. Impactos Ambientais na Fase de Produção:

Conforme análise do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS – e outros (2014), a indústria de materiais consome aproximadamente 50% dos recursos naturais extraídos. Em consequência, o setor é obrigado a utilizar somente materiais abundantes e de baixo custo. Assim, é improvável que venham a surgir materiais radicalmente diferentes dos que são utilizados hoje, baseados em silício, alumínio, ferro e cálcio, as espécies químicas mais abundantes no planeta. Dada a demanda, que deve crescer significativamente nos próximos anos, nenhum dos materiais principais utilizados poderá ser substituído. Diferente de outros setores, na área de materiais de construção a mitigação do impacto ambiental vai depender da otimização dos produtos existentes. Nesse sentido, basear a construção sustentável na substituição de um material pelo outro pode reduzir o impacto ambiental de uma obra em particular, mas dificilmente reduz o impacto global do setor.

A construção civil demanda entre 4 e 7t de material por habitante por ano (AGOPYAN; JOHN, 2011). A escala do uso de recursos na produção de materiais, dada ao menos em parte pelo tamanho planetário e humano do ambiente construído, torna grandes os impactos ambientais – mesmo dos produtos de mais baixo impacto. A desmaterialização e a reciclagem são estratégias importantes para a redução do impacto ambiental. Algumas indústrias de materiais já utilizam grande quantidade de resíduos. O cimento, por exemplo, recicla grandes quantidades de resíduos do ferro gusa e cinzas volantes. Os metais reciclam seus próprios resíduos. (CBCS et al., 2014)

Parte do elevado consumo de materiais e da geração de resíduos estão associados às perdas de materiais em canteiro de obras (CBCS et al., 2014 apud SOUZA et al., 1998). Estudos realizados na década de 1990 mostraram que as perdas dependem da gestão em canteiro e de projeto, mas também são influenciadas pelos materiais. Ficou claro, particularmente, que as

perdas diminuem com o aumento do grau de industrialização da solução: perdas de cimento e agregados para a produção de concreto em obra são muito superiores às perdas no uso do concreto usinado.

2.4.4.3. Impactos na Fase de Uso:

Alguns materiais como tintas à base de água (CBCS et al., 2014 apud UEMOTO; AGOPYAN, 2006), placas de madeira e sistemas que utilizam adesivos têm capacidade de emitir Compostos Orgânicos Voláteis (COV). Dependendo da natureza dos voláteis, da quantidade liberada, da concentração no ambiente – que depende das taxas de ventilação –, o ambiente interno do edifício pode ser contaminado e os operários expostos a situações que lhes trazem riscos de saúde. No Brasil o tema ainda é incipiente, mas já conta com o engajamento da indústria de tintas por meio da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (Abrafati), integrada ao esforço internacional dos fabricantes de tintas, e dos fabricantes de placas de madeira, que já elaboraram norma técnica específica. Este tema deverá ganhar cada vez mais importância devido, entre outros fatores, à norma de desempenho de edifícios, que aumenta sensivelmente a estanqueidade das janelas, inclusive para controlar o ruído e a proliferação de máquinas de ar-condicionado tipo *split*, que não promovem a ventilação do ambiente (CBCS et al., 2014). Observa-se que a compreensão do tema na academia e no mercado é baixa. É certamente necessário que se incentive o desenvolvimento de sistemas mecânicos que garantam a ventilação e, simultaneamente, o isolamento acústico.

Outro impacto possível na fase de uso é a lixiviação de espécies químicas perigosas dos materiais expostos à água, especialmente em telhados, fachadas, obras viárias e fundações. Essas espécies químicas contaminam o solo e o lençol freático. A contaminação ambiental tem sido relatada em escala internacional com o uso de biocidas particularmente em madeiras e tintas (CBCS et al., 2014 apud TOGERO, 2004), mas também quando se incorporam resíduos aos materiais de construção. Nesse aspecto, a experiência brasileira é muito pequena, sendo que o país não dispõe de normas técnicas específicas no tema – o uso das normas destinadas a regulamentar a destinação dos resíduos é reconhecido como totalmente inadequado (CBCS et al., 2014 apud JOHN, 2000). É particularmente preocupante a tendência de alguns estados da federação de criarem regulamentações específicas para cada família de resíduos. Este é um tema

emergente, com potencial importante para abrir mercado para a utilização de resíduos como matérias-primas, que precisa ser objeto de pesquisas e normalização.

A durabilidade dos materiais controla o impacto dos produtos da construção civil. Quanto maior a vida útil da construção, menores são os custos econômicos e ambientais totais, pois menores são as atividades de manutenção (que também geram resíduo) e as quantidades de material necessárias para reposição. O planejamento da vida útil é uma exceção no país, inclusive em obras de infraestrutura. As certificações ambientais *green building* mais populares no país não incorporam durabilidade na sua agenda (CBCS et al., 2014 apud HAAPIO; VIITANIEMI, 2008). No entanto, a Norma de Desempenho NBR 15575/2013 (Edificações Habitacionais – Desempenho) veio, pela primeira vez, estabelecer a necessidade de condicionar o projeto a uma vida útil mínima, o que é um grande avanço social e ambiental.

2.4.4.4. Impactos na Fase de Pós-uso:

Estima-se que grande parte dos materiais retorne à natureza como resíduos antes de completar o primeiro ano após sua extração (CBCS et al., 2014 apud MATHEWS et al., 2000), como resíduo da produção de materiais ou resíduo resultante de execução inadequada de obra. Ao final da vida útil, são gerados aproximadamente 5kg de resíduos para cada 1kg de material utilizado (CBCS et al., 2014 apud JOHN, 2000). Um exemplo claro de como isso ocorre é a produção do alumínio, em que, para gerar 1kg do produto, são extraídos e utilizados 5kg de bauxita como matéria-prima – ou seja, grande parte da geração de resíduos ocorre antes mesmo da fase de uso do produto. No caso do alumínio, há ainda o agravante de que o resíduo gerado é um grande contaminante ambiental, denominado de lama vermelha. O cobre, por sua vez, gera 99g de resíduos de mineração para cada 1g de material pronto para uso (CBCS et al., 2014 apud GARDNER, 1998).

Considerando apenas os resíduos da construção civil, há estimativas de que, no Brasil, eram gerados 500kg/hab.ano (CBCS et al., 2014 apud PINTO, 1999). Porém, dados mais recentes apontam que uma cidade média do interior do estado de São Paulo (no caso, São Carlos, com 270 mil habitantes e uma geração de 600 t/dia) tem gerado valores pouco acima de 800kg/hab.ano, o que demonstra que os valores têm aumentado significativamente nos últimos

anos e podem ser muito maiores em grandes metrópoles, onde o ritmo de crescimento do setor da construção civil tem sido enorme (CBCS et al, 2014).

2.4.4.5. A Especificação de Materiais mais Sustentáveis

Segundo CBCS e outros (2014), vários setores da indústria brasileira de materiais geram produtos com impactos ambientais abaixo do típico mundial. É o caso das indústrias cimenteira, do aço e da madeira plantada. E mesmo nas cadeias produtivas mais atrasadas na agenda ambiental serão encontradas empresas fornecedoras que operam com impactos ambientais muito baixos. De forma geral, opções para reduzir o impacto ambiental da construção existem. Mas inexistem ferramentas de comunicação e conhecimentos que permitem à sociedade aumentar os benefícios dessa oferta.

Quando existe a preocupação ambiental, normalmente as decisões são orientadas por lista de materiais “verdes”, baseada em critérios unidimensionais, como teor de compostos orgânicos voláteis, teor de resíduos, energia incorporada (na produção), ou presentes em *check lists* de selos de *green building*, na maioria das vezes desenvolvidos para outras realidades. O uso de critérios unidimensionais, mesmo que conceitualmente corretos, pode levar a decisões que aumentam os impactos ambientais. É o caso do incentivo ao uso de materiais reciclados (inclusive resíduos de construção, plásticos, borracha de pneu) como agregados na produção de concretos que muita vez implicam em um grande aumento do consumo de cimento do concreto (CBCS et al., 2014 apud DAMINELI, 2013), aumentando o impacto ambiental e o custo.

2.4.5. Meio ambiente, Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano

Conforme a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2014), o resultado esperado com a implementação de edificações sustentáveis é, essencialmente, a criação de comunidades ajustadas às necessidades de seus usuários, tanto hoje quanto no futuro. São comunidades que requerem, por exemplo, locais seguros e saudáveis; com espaços públicos e áreas verdes bem projetadas; uso eficiente de recursos naturais e no ambiente construído; mobilidade; provisão de serviços; eficiência energética; uso do solo planejado de forma consciente; preservação dos recursos hídricos; defesas contra inundações; minimização de resíduos; entre outros.

Dados do IBGE demonstram que mais de 80% da população brasileira vive em cidades. À medida que esta urbanização avança (e deve avançar em pelo menos 30% em todo Mundo até 2050, segundo o Conselho Mundial Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável), mudanças substanciais em relação ao enorme conjunto de ações sobre os espaços urbanos e que permitam melhorar as condições de infraestrutura de comunidades tais como abastecimento de água, sistemas de esgoto, mobilidade, entre outros itens, serão necessários para a elevação da qualidade de vida (CBIC et al., 2014).

No Brasil, o crescimento desordenado, principalmente nos grandes centros, resultou na formação de assentamentos precários e na ocupação de áreas de maior vulnerabilidade, como encostas e regiões suscetíveis a inundações e deslizamentos. O Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (UN-Habitat ou ONU-Habitat), por exemplo, aponta que mesmo com a saída de 10,4 milhões de pessoas de assentamentos precários, no país, nos últimos dez anos, as cidades brasileiras ainda estão entre as mais desiguais do mundo. Os 10,4 milhões de pessoas equivaleriam, segundo a ONU, a uma redução de 16% na proporção de moradores de assentamentos precários na população brasileira, que teria caído de 31,5% para 26,4%, entre 2001 e 2010. No entanto, a desigualdade ainda permanece em boa parte da população do país, no que diz respeito ao alocamento de terrenos, dos espaços públicos e dos serviços urbanos (CBIC et al., 2014).

O atual modelo de urbanização, conforme CBIC e outros (2014), também está em rota de colisão com os conceitos de redução dos efeitos das mudanças climáticas. Se os cálculos das emissões de gases do efeito estufa das cidades em todo o mundo englobarem processos como o consumo e a geração de energia, os transportes e a produção industrial, as áreas urbanas aparecerão como as grandes vilãs mundiais, ficando responsáveis por 70% das emissões, sendo que ocupam apenas 2% do território do planeta. É justamente como protagonistas das mudanças climáticas que o relatório *Cities and Climate Change: Global Report on Human Settlements 2011* apresenta as cidades, segundo o ONU-Habitat. O planejamento, no caso brasileiro, demanda a implementação de políticas permanentes que estimulem não só o investimento em infraestrutura e uma maior execução dos recursos disponíveis, por parte do setor público, como a ampliação da oferta de transporte coletivo, terrenos urbanizados, moradia digna e outros serviços fundamentais.

O problema se torna ainda mais complexo, no país, considerando a escassez de terrenos disponíveis dentro da área urbanizada das cidades, o que leva as populações mais pobres a morar em locais cada vez mais afastados e sem acesso a equipamentos públicos. Na outra ponta do problema (CBIC et al., 2014) está a busca de soluções que tornem possível a urbanização de terrenos em áreas fora dos grandes centros, sem elevar em excesso o preço da terra, inviabilizando a realização de projetos de moradias populares. Esses temas têm se mostrado grandes limitadores da expansão sustentável das cidades. Tem gerado, ainda, um conjunto de consequências negativas à economia, ao meio ambiente e à vida da população que vão desde a perda de tempo e produtividade no trabalho, ao aumento da poluição, de doenças e acidentes.

Atuar para a implementação de recursos e investimentos públicos e privados que resultem em um planejamento sustentável e mais integrado das cidades, com aumento da eficiência na alocação de capital e de mão de obra, assim como na prestação dos serviços básicos a um maior número de pessoas e ao acesso a modelos de mobilidade com baixa emissão de carbono são metas centrais do Programa Construção Sustentável para o tema meio ambiente, desenvolvimento urbano e infraestrutura.

2.4.6. Mudanças Climáticas

A cadeia produtiva da construção, relata CBIC e outros (2014), tem se destacado no debate global relativo ao tema das mudanças climáticas. Dados da principal iniciativa entre os atores públicos e privados do setor, o *Sustainable Buildings & Climate Initiative* (SBCI) e o *United Nations Environment Programme* (Unep), apontam que as edificações respondem por 40% do consumo global de energia e por até 30% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEEs), relacionadas ao consumo energético. Além das emissões associadas ao uso da energia, sabe-se também que a cadeia da construção é responsável por uma parcela considerável de GEEs na atmosfera, advindos da fabricação e do transporte de materiais, de sua utilização durante a construção e no pós-obra e no tratamento de resíduos o que, em muitos casos, gera ainda uma pressão adicional nos solos e aos sistemas urbanos de água e saneamento.

De 1990 a 2007, período de publicação dos quatro relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a certeza científica sobre o aquecimento global ficou cada vez mais evidente, tendo o último relatório atingido um elevado grau de certeza e confirmado

que as alterações no sistema climático global são efeitos do aumento da emissão de GEEs pelas atividades humanas. O relatório de 2007 afirma ainda que os eventos climáticos ocorrerão com maior frequência e serão mais intensos tais como ondas de calor, fortes precipitações de chuva, períodos de longa estiagem bem como prevê a alteração de ecossistemas e do regime hidrológico. A necessidade de reduzir as emissões de GEEs para permitir a adaptação de ecossistemas à mudança climática é, inclusive, reconhecida mundialmente na meta principal da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CBIC et al., 2014).

Reduzir emissões na cadeia produtiva da construção, conforme CBIC e outros (2014), não significa paralisar ou obstruir a atividade, mas sim torná-la mais eficiente do ponto de vista ambiental, econômico e social. Esta, aliás, é uma das premissas do Programa Construção Sustentável. O fomento às iniciativas com vistas à adaptação e à mitigação dos efeitos das mudanças climáticas também norteia este documento, a fim de que seja possível substituir, até 2022, os modelos energéticos, de construção, de produção de materiais e de tratamento de resíduos existentes por modelos de baixa emissão de carbono e de maior ecoeficiência.

De acordo com a Convenção-Quadro das Nações Unidas, o conceito de mitigação, conforme disposto na lei que instituiu em 2009, no Brasil, a Política Nacional sobre Mudança do Clima, refere-se ao “abrandamento dos efeitos de um determinado impacto externo sobre um sistema, aliado a precauções e atitudes para a eliminação dessa interferência”, o que significa, em termos de clima, a intervenção com objetivo de reduzir os fatores provocados pelas atividades humanas e que contribuem para sua mudança. Já o conceito de adaptação (CBIC et al., 2014), diz respeito às “iniciativas ou medidas capazes de reduzir a vulnerabilidade de sistemas naturais e da sociedade aos efeitos reais ou esperados das mudanças climáticas”.

As estratégias de mitigação no Programa Construção Sustentável preveem utilização racional de energia pelo setor; redução da geração de resíduos; tratamentos ecoeficientes de efluentes líquidos, de esgoto e geração de energia elétrica, a partir da queima de biogás; reciclagem ou reutilização de resíduos e de materiais; adequação da oferta e demanda de água; promoção de campanhas de conscientização ao uso racional da energia e da água, durante a construção e no pós-obra; promoção e adoção de programas de eficiência energética e de sistemas de compras sustentáveis ao longo da cadeia produtiva da construção (incluindo logística e transporte de materiais); e utilização de projetos com bioclimatologia (CBIC et al., 2014).

2.4.7. Resíduos

Conforme CBIC e outros (2014), no conjunto de iniciativas necessárias ao avanço da construção sustentável no país, a gestão de resíduos é, provavelmente, a que mais rápido pode oferecer resultados significativos. Atualmente, dispomos de um arcabouço legislativo e de marcos regulatórios por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos, da Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e da Política Nacional de Saneamento Básico que coloca o setor no tema com alguma maturidade.

A superação de desafios internos e externos ao longo da cadeia produtiva é urgente no sentido de assegurar avanços no estágio atual de gestão de resíduos sólidos do setor, como: a promoção e a implementação da autorregulação; o exercício efetivo e obrigatório da logística reversa e a formalização de fluxos de forma que esteja explícita a matriz de responsabilidades no pós-obra, exigindo-se a plena legalidade de atuação dos agentes transportadores e receptores (CBIC et al., 2014).

Estima-se que a construção gere entre 20% e 25% do total de resíduos da indústria brasileira (CBIC et al., 2014). Mesmo assim, o setor está inserido em uma atividade econômica significativamente impactante: mais de 250 milhões de toneladas anuais de recursos agregados são extraídos para construção no Brasil e pelo menos 100 milhões de toneladas de resíduos, gerados todo ano. A quantidade varia com o nível da atividade da construção e manutenção, e até mesmo com as práticas construtivas. Boa parte dos resíduos da construção é provocada por perdas de processo e a este total devem ser adicionados ainda os resíduos gerados antes das etapas de construção e desmobilização, como extração de matérias-primas, fabricação, transporte e comercialização dos materiais.

Seja para as construtoras e empreendedoras seja para as prefeituras e a sociedade, a gestão dos resíduos da construção e demolição também tem resultado em custos elevados. A deposição clandestina de entulho agrava os impactos ambientais, uma vez que provoca o assoreamento de córregos, o entupimento de redes de drenagem e como consequência, em alguns casos, as enchentes urbanas. Os aterros ilegais, por sua vez, acabam por se tornar locais atrativos para destinação a baixo custo, agravando o problema (CBIC et al., 2014).

Incentivar a autorregulação (ou até mesmo criar e implementar condições para que uma terceira parte o faça) antecipa o posicionamento do setor em relação às responsabilidades definidas na Política Nacional de Resíduos Sólidos e suas vertentes em nível estadual e municipal. A autorregulação é um instrumento que deve ser fomentado pelo Programa Construção Sustentável e que posiciona muito claramente a parcela formal do setor como agente da sustentabilidade. Já no que se refere ao relacionamento das construtoras com o parque de produtores de insumos, nunca ocorreu momento tão propício ao estabelecimento de regras que contemplem o desenvolvimento sustentável.

2.5. Certificações

Pode-se dizer que os sistemas de classificação que buscam considerar a sustentabilidade na sua avaliação têm origem nos sistemas de avaliação ambiental da que surgiram na década de 90, na Europa, nos Estados Unidos e no Canadá, como parte das estratégias para o cumprimento de metas ambientais locais estabelecidas na conferência UNCED de 1992, no Rio de Janeiro (MOTTA, 2009). Atualmente vários países possuem estes sistemas de classificação, sendo que os mais destacados são: o BREEAM (*BRE Environmental Assessment Method*) do Reino Unido, com maior número de certificações no mundo; e o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) dos Estados Unidos, com maior penetração internacional. Para o Brasil, também é importante destacar o sistema HQE (*Haute Qualité Environnementale*) da França, que serviu de base para uma das certificações utilizadas no país.

2.5.1. BEEAM

Conforme Motta (2009) o BREEAM (*Building Establishment Environmental Assessment Method*) foi o primeiro sistema de classificação ambiental das edificações. Ele foi desenvolvido no Reino Unido para uso no mesmo, por pesquisadores do Building Research Establishment - BRE e do setor privado. O programa é atualizado no período de no mínimo três e no máximo cinco anos, sendo a última atualização em 2008. Nesta, o BRE intensificou os esforços de expansão internacional do BREEAM, visando o uso de seu método de avaliação por outros países que se interessem na metodologia (BRE, 2008). De acordo com o BRE existiam em 2008 mais de 700.000 projetos do Reino Unido registrados no BREEAM, sendo que destes mais de 115.000 edificações já haviam obtido a certificação.

O BREEAM é dividido por categorias de tipo da edificação e de fase em que se encontra o empreendimento. Os tipos de edificação englobados pela ferramenta são:

- escritórios (BREEAM *Offices*);
- residências (BREEAM *EcoHomes*);
- multifamiliares (BREEAM *Multi-Residential*);
- indústrias (BREEAM *Industrial*);
- edifícios de ensino (BREEAM *Education*);
- edifícios de saúde (BREEAM *Healthcare*);
- edifício da justiça (BREEAM *Courts*);
- penitenciárias (BREEAM *Prisons*);
- edifícios para locação: lojas, *shopping*, etc. (BREEAM *Retail*);
- outros: lazer, laboratórios, bases militares, hotéis, etc (BREEAM *Bespoke*).

As fases da edificação consideradas são:

- projeto;
- operação e uso;
- manutenção.

Seu método de avaliação é baseado em análise documental e na verificação de itens mínimos de desempenho, projeto e operação dos edifícios. A performance dos edifícios é avaliada em diferentes categorias.

- **Energia** (*energy use*): consumo de energia e a emissão de CO₂ na operação e uso.
- **Transporte** (*transport*): impacto da localização no transporte relacionado à emissão de CO₂.
- **Poluição** (*pollution*): geração de poluição do ar e da água.
- **Materiais** (*materials*): impacto ambiental dos materiais de construção em todo ciclo de vida.
- **Água** (*water*): consumo eficiente da água.
- **Uso do solo e Ecologia** (*land use and ecology*): impactos em áreas verdes, descontaminação do solo e conservação de ecossistemas.

- **Saúde e Bem estar** (*health and well-being*): qualidade ambiental interna e externa relacionadas à saúde e bem estar dos usuários.
- **Gestão** (*management*): política de gestão global e o comissionamento da gestão e das atividades.

A importância de cada categoria é definida por uma ponderação do impacto ambiental das mesmas. Esta ponderação é definida pelo BRE e passa por revisões periódicas, sendo a mais recente em 2008. A figura 7 mostra o fluxograma deste processo.

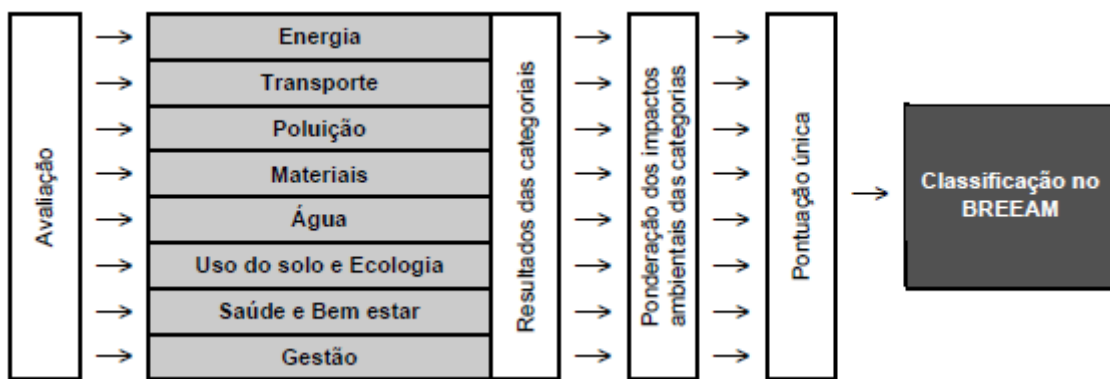


Figura 7 - Processo de avaliação, ponderação e classificação do BREEAM (BRE, 2007)

2.5.2. LEED

O sistema de classificação LEED é um “sistema de classificação de desempenho consensual e orientado para o mercado, que tem por objetivo acelerar o desenvolvimento e a implantação de práticas de projeto e construção ambientalmente responsáveis” (CASSIDY, 2003). O seu desenvolvimento foi coordenado pelo USGBC - *United States Green Building Council* e dele fizeram parte os vários setores da indústria de construção civil dos Estados Unidos. A ferramenta começou a ser desenvolvida em 1996 e teve sua primeira versão finalizada em 1999. Um dos seus princípios é o caráter voluntário que, segundo os seus realizadores, é um incentivo para busca de desempenhos superiores em relação aos padrões ou às normas obrigatórias (CASSIDY, 2003). As ferramentas do LEED para classificação da edificação são divididas por tipologia (USGBC, 2009). A figura 8 apresenta as ferramentas disponíveis até 2008.

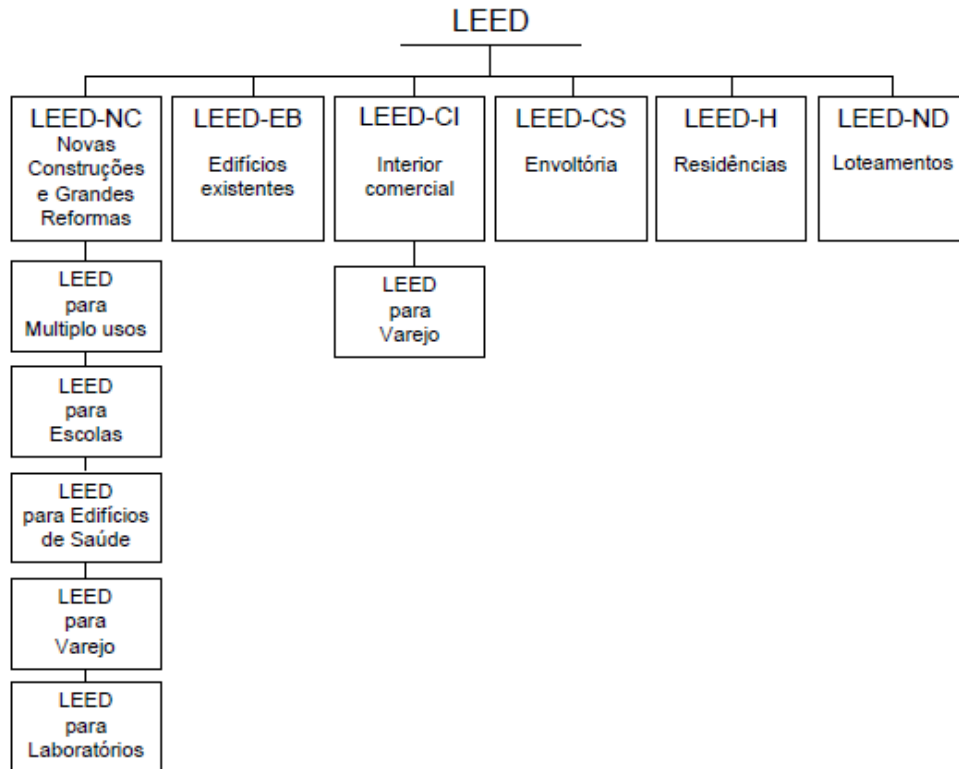


Figura 8 - Portfólio das ferramentas LEED (USGBC, 2008).

A figura 9 apresenta a atuação de cada ferramenta em relação a fase da edificação.

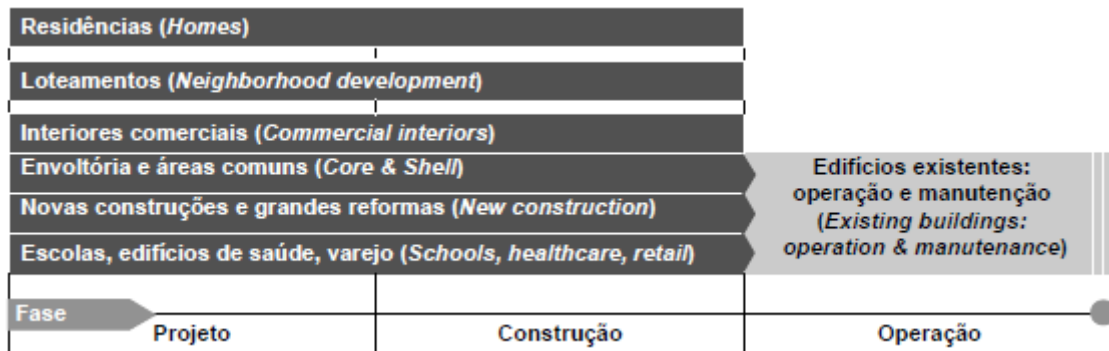


Figura 9 - Ferramentas do LEED relacionada às fases do empreendimento (USGBC, 2008).

Os principais objetivos do sistema LEED são (USGBC et al., 2009):

- definir “green building” por estabelecer um padrão comum de medição;
- promover a prática de projeto integrado, do edifício como um todo;
- reconhecer a liderança ambiental na indústria da construção;
- estimular a competição na construção sustentável;

- aumentar a consciência nos consumidores dos benefícios de edificações sustentáveis;
- transformar o mercado da construção.

O programa, complementa Motta (2009), fornece uma estrutura completa para acessar o desempenho do edifício e atender as metas de sustentabilidade. Baseado em padrões científicos bem fundamentados, o LEED enfatiza estratégias para o desenvolvimento sustentável do espaço, aproveitamento de água, eficiência energética, seleção de materiais e qualidade ambiental interna (USGBC, 2009). O programa reconhece os sucessos alcançados e promove o conhecimento em edifícios sustentáveis através de um sistema amplo, oferecendo certificação de projeto, suporte profissional, treinamento e recursos práticos.

No mês de janeiro de 2009, 273 projetos entraram com pedido de certificação LEED em todo mundo. Até esta data, o LEED possui registrados 17.723 empreendimentos, sendo que destes 2.271, em um total de mais de 27 milhões de metros quadrados construídos, finalizaram o processo e possuem certificação (USGBC et al., 2009).

2.5.3. HQE

A certificação “*Opération HQE® tertiaire*” ou “*Haute Qualité Environnement*” ou, em português, “Empreendimento Comercial de Elevado Desempenho Ambiental”, foi desenvolvida na França pela Associação HQE, pela ADEME (*Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie*), por comissões de normalização e pelo CSTB (*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*), buscando avaliar o desempenho ambiental de empreendimentos da construção civil. Sua primeira versão experimental foi lançada em dezembro de 2002 para edificações comerciais. Em fevereiro de 2004 foi lançada sua versão definitiva e a primeira certificação ocorreu em março de 2004. A certificação é obtida distintamente em três fases: Programa, Projeto e Execução. Segundo a Associação HQE, em todo mundo, até maio de 2008, cerca de 150 empreendimentos haviam sido certificados pelo menos na fase de projeto (CSTB, 2008).

A certificação analisa dois parâmetros: o sistema de gestão do empreendimento ou SMO (*Système de Management d'Opération*) e a qualidade ambiental do edifício ou QEB (*Qualité Environnementale du Bâtiment*). Segundo Cardoso (apud MOTTA, 2009) o SMO aplica

conceitos gerais de modo a poder ser utilizado em diferentes países. O QBE aplica conceitos adaptados às construções francesas e à legislação local. O SMO apóia o empreendedor na gestão do empreendimento, de modo a assegurar a qualidade ambiental, definida pelo de QEB.

O SMO define o objeto das metas prioritárias da QEB (categorias de preocupações ambientais) e organiza as ações necessárias para alcançá-las. A definição das metas é feita conforme as características do local do empreendimento, das exigências legais e regulamentares pertinentes, das necessidades e expectativas das partes interessadas e dos objetivos ambientais do empreendedor. Este perfil vai determinar as categorias de preocupações ambientais, sanitárias e de conforto que serão privilegiadas. Ele deve considerar quatorze categorias ambientais, reunidas em quatro famílias, sendo (MOTTA, 2009):

eco-construção

categoria n°1: relação do edifício com o seu entorno

categoria n°2: escolha integrada de produtos, sistemas e processos
construtivos

categoria n°3: canteiro de obras com baixo impacto ambiental

gestão

categoria n°4: gestão da energia

categoria n°5: gestão da água

categoria n°6: gestão dos resíduos de uso e operação do edifício

categoria n°7: manutenção - permanência do desempenho ambiental

conforto

categoria n°8: conforto higrotérmico

categoria n°9: conforto acústico

categoria n°10: conforto visual

categoria n°11: conforto olfativo

saúde

categoria n°12: qualidade sanitária dos ambientes

categoria n°13: qualidade sanitária do ar

categoria nº14: qualidade sanitária da água

Definida quais categorias serão priorizadas, QEB torna-se o perfil ambiental da edificação. Para cada uma das categorias é definido um nível de desempenho. Existem três níveis possíveis de desempenho: *Base*, *Performant* e *Très Performant*. Para obter a certificação, o empreendedor deverá escolher, dentre as 14 categorias de preocupações, pelo menos 7 que responderão pelo menos às exigências do nível *Performant*, dentre as quais ao menos 3 respondendo àquelas do nível *Très Performant*. As demais categorias deverão atender às exigências do nível *Base*.

O CSTB definiu como nível *Base*, os desempenhos normalizados ou regulamentados ou correspondentes às práticas usuais; como nível *Performant*, os desempenhos superiores às práticas usuais; e como nível *Très Performant*, os desempenhos obtidos por empreendimentos realizados na França que foram considerados como exemplos de boas práticas de qualidade ambiental.

A HQE exige que todas as categorias apresentem um desempenho ao menos igual ao normalizado ou regulamentado ou correspondente às práticas usuais. O atendimento ao desempenho de nível Base é relativamente fácil de ser avaliado. Porém, os níveis *Performant* e *Très Performant* possuem avaliação mais complexa. Devido à variedade de soluções técnicas que podem responder às exigências nestes níveis, e para manter as possibilidades de desenvolvimento de soluções inovadoras, podem-se propor métodos de avaliação diferentes dos definidos pelo HQE. A certificação é obtida caso a edificação atenda ao perfil ambiental definido no QEB. Não atendendo a edificação não recebe certificação. Não existe uma escala de níveis de certificação (MOTTA, 2009).

2.5.4. ESCOLHA DO SELO LEED PARA O ESTUDO DE CASO

Entre os diversos modelos de Selo verde (alguns deles apresentados nos tópicos anteriores), escolheu-se o selo LEED para servir como diretriz do projeto no estudo de caso, pelos seguintes motivos: este apresenta uma categoria própria para projetos de reabilitação (*LEED for Existing Buildings*); o Brasil lidera o 4º lugar do ranking de países que buscam certificação *LEED*, dando, com isso, um rico acervo de projetos que trouxeram os conceitos LEED para a realidade brasileira; Além disso, o selo LEED tem prestígio nacional e internacionalmente, possibilitando

a busca de recursos – através de editais públicos ou privados – no Brasil ou fora dele, para a execução do projeto desenvolvido.

3. SELO LEED

O USGBC (*United States Green Building Council*), organização sem fins lucrativos que tem o objetivo de promover a sustentabilidade através da eficiência econômica e ambiental de construções verdes (*Green Buildings*), iniciou em 1996, nos Estados Unidos, os estudos para desenvolvimento da certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que é um sistema internacional de certificação, com referência ambiental, elaborado para padronizar a concepção (projeto), construção e operação das construções, garantindo assim que alguns requisitos sejam atendidos, sempre focando na sustentabilidade de suas atuações. Considerando sua independência e imparcialidade, a certificação LEED funciona como um atestado de que a edificação é ambientalmente responsável, rentável e um lugar saudável para viver e trabalhar (AMARAL, 2013).



Figura 10 – O processo LEED (AMARAL, 2008).

De acordo com o USGBC (2013), a criação do selo LEED visa difundir os conceitos de construção ambientalmente responsável para profissionais e indústria da construção.

3.1. Histórico

Em 1993, sob a iniciativa da USGBC, relata Hernandez (2006), inicia-se a elaboração de um sistema de avaliação de sustentabilidade na construção civil, através do *American Society of Testing and Materials (ASTM)*, no entanto, essa instituição não atendeu as expectativas esperadas. Somente 1995, Rob Watson, cientista do conselho de Defesa de Recursos Naturais (NRDC), assumiu frente à elaboração do *LEED – Leadership in Energy and Environmental Design*.

Após várias discussões a USGBC, em 1998, aprovou o *LEED* inicial v.1.0. Os 40 créditos que possuía apresentava limitações ou já constavam como práticas do mercado. Posto isso, foi elaborada a versão 2.0 em 2000. Os créditos aumentaram passando então para 69 créditos e suas limitações para categorias: Bronze, Silver, Gold e Platinum foram aumentados (HERNANDES, 2006).

Na transição da versão 1.0 para a versão 2.0 o termo *BRONZE* foi alterado para *CERTIFIED*. Segundo Hernandez (2006), essa alteração se deve pelo apelo mercadológico, o qual é preferível ter um empreendimento “certificado” a um comparado com uma medalha de bronze, que é menos valorizada, dessa forma, assim, evita uma comparação constrangedora entre os empreendimentos.

Em 2002, foi lançada a versão 2.1 a *LEED-NC (New Construction)*, mas não apresentou nenhuma alteração expressiva na estruturação dos créditos ou dos requisitos. Em 2005 foram lançados os selos para edifícios existentes, projetos de interiores comerciais, edifícios educacionais e de saúde, envelope de edifícios e residências para condomínios e loteamentos. No ano de 2009, esses selos sofrem alterações na pontuação e classificação (Tabela 3).

O LEED encontra-se na **versão 4.0** e conta com aproximadamente 50.000 projetos certificados e 100.000 em fase de certificação em todo o mundo - números a partir de abril de 2013 (USGBC, 2013). Esses dados mostram o crescimento do movimento de construção verde além da América do Norte, o que demonstra o crescente consenso global sobre a construção sustentável.

EVOLUÇÃO DO SISTEMA LEED™ - Leadership in Energy and Environmental Design		
ANO	VERSÃO	CARACTERÍSTICAS/ INOVAÇÕES
1996	Esboço inicial	Primeira proposta do sistema.
1999	LEED™ 1.0	Versão piloto publicada na Convenção USGBC Membership Summit.
2000	LEED™ - NC 2.0 (New Construction)	Em março de 2000 foi lançado a versão LEED™ para edificações comerciais (TODD et al, 2001).
2002	LEED™- NC 2.1 (New Construction)	Construções novas.
2005	LEED™- NC 2.2 (New Construction)	Inclui novas construções e renovações para edifícios comerciais. As categorias são mantidas para a pontuação, mas são mais detalhadas e abrangentes. Um total de 69 pontos distribuídos entre as categorias.
2005	LEED™- EB (Existing buildings)	Versões para edificações existentes.
	LEED™- CI (Commercial interiors)	Versões para interiores de edificações comerciais.
	LEED™- for Schools	Versão para edificações escolares.
	LEED™- for Healthcare	Versão para edificações saúde.
	LEED™- for CS (Core & Shell)	Versão para envelope de edificações.
	LEED™- for Retail	Versão para edificações de varejo.
2008	LEED™- Homes	Versão para residências.
2008	LEED™- Neighborhood development	Versão para desenvolvimento de comunidades - bairros.
	LEED™ 3.0 (versão 3.0 -v3)	Inclui alterações no sistema de classificação/pontos com maior harmonização no processo de atribuição de créditos (com base em impactos ambientais e sociais) e no serviço de certificação online, mais amigável aos usuários.
	1. Green Building Design and Construction: (engloba o LEED NC, CS, Schools healthcare e retail) para edificações novas.	Incorpora novas tecnologias e avança na parte científica. Consolida os 9 sistemas (então existindo separadamente) em apenas 3 guias referenciais. As versões for Homes e for Neighborhood development não foram incluídas em função de sua recente introdução no mercado (2008). O novo formato concentra todos os créditos num único manual e aumenta o número de pontos possíveis de 69 para 110, alterando o sistema de ponderação e pontuação.
	2. Green Interior Design and Construction: (engloba o LEED e retail interiors) para interiores.	Sobretudo, o LEED™ v3 insere créditos específicos para prioridades regionais, o que incentiva projetistas a tirar proveito de créditos de especial interesse em função da área geográfica.
	3. Green Building Operation and Maintenance: (Engloba o LEED ED e existing schools) para operação e manutenção de edificações existentes.	
2012	LEED™ 4.0	O LEED v4 foi apresentado por Scot Horst, durante a Greenbuilding Brasil Conferência & Exp. As mudanças são vistas em três categorias principais: novos segmentos de mercado, aumento do rigor técnico e serviços simplificados.

Tabela 3 – Evolução do Sistema LEED – 1996 a 2012 (COLE, 2006; USGBC, 2010 apud SILVEIRA, 2014).

3.2. Categorias

É necessário atender a alguns pré-requisitos que são variáveis e dependem da categoria da certificação, para se obter a pontuação. Os requisitos mínimos a serem atendidos na etapa do projeto podem acumular pontos para certificação e caso não seja atendido, o projeto não poderá ser certificado.

Segundo Valente (2009), cada categoria de desempenho agrega uma pontuação que define o tipo de certificação que será adequada ao empreendimento. A pontuação total definirá qual nível de certificação do empreendimento estará incluso, podendo ser classificada em certificada, prata, ouro ou platina, conforme a Figura 11.



Figura 11 – Nível de certificação LEED (USGBC, 2009).

Existem vários tipos de certificação LEED específicas para o tipo de empreendimento que está sendo construído. São as seguintes:

- Novas Construções (BD+C):

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. As aplicações seguem abaixo.

Novas Construções ou Grandes Reformas: Foca em projeto, novas construções ou grandes reformas de edifícios existentes. Inclui grandes melhorias no sistema AVAC, modificações significativas na envoltória e grandes reformas internas.

Envoltória e Núcleo Central: Para projetos onde o empreendedor tem controle apenas sobre o projeto e construção das partes mecânica, elétrica, hidráulica, proteção contra incêndio – chamado de envoltória e núcleo central – mas não o projeto e construção do espaço dos locatários. Escolas: Para edifícios destinados ao ensino. Do primário ao secundário. Também pode ser usado para ensino superior e edifícios não acadêmicos dentro de um campus de ensino.

Lojas de Varejo: Foca nas necessidades únicas de lojas de varejo – como bancos, restaurantes, vestuário, eletrônicos, lojas de departamento e todas outras variações.

Data Centers: Especialmente feito para atender as necessidades de um edifício com alta densidade de equipamentos de computação como racks de servidores, usados para armazenamento e processamento de dados.

Galpões e Centros de Distribuição: Para edifícios usados para armazenar mercadorias, produtos manufaturados, matérias-primas ou pertences pessoais (como guarda volumes).

Hospedagem: Dedicado a hotéis, motéis, pousadas e outras empresas dentro da indústria de serviço que forneça alojamento de curto-prazo, com ou sem alimentação.

Unidades de Saúde: Para hospitais que operem vinte e quatro horas por dia e sete dias por semana e forneçam tratamento médico hospitalar, incluindo cuidados agudos e de longo prazo.

- Design de Interior (ID+C):

Passamos período do dia dentro de edifícios. E, portanto, este tempo deve ser gasto em espaços que nos permitam respirar com facilidade, dar-nos vistas da natureza e iluminação natural e nos tornar mais produtivos e saudáveis. O LEED para Design e Construção de Interiores (ID+C) dá às equipes de projeto, que não tem controle sobre a operação do edifício inteiro, a oportunidade de criar espaços internos que são melhores para o planeta e pessoa. Conforme as aplicações abaixo.

Interiores Comerciais: Para espaços internos dedicados a funções que não sejam varejo ou hospedagem.

Lojas de Varejo: Trata de espaços interiores do varejo, usados para vender produtos de consumo. Inclui áreas de vendas (showroom), áreas de preparação ou armazenamento e atendimento ao cliente.

Hospedagem: Feito para espaços internos de hotéis, motéis, pousadas e outras empresas dentro da indústria de serviço que forneça alojamento de transição ou de curto-prazo, com ou sem alimentação.

- Edifícios Existentes (O+M):

Voltado para edifícios existentes, com foco na eficiência da operação e manutenção do edifício. Conforme as aplicações abaixo.

Edifícios existentes: projetos que não tem como função principal a educação, varejo, data centers, galpões e centros de distribuição ou hospedagem.

Lojas de Varejo: Para espaços de varejo já existentes, tanto espaços de showroom quanto áreas de armazenamento. Escolas: Para edifícios existentes que consistem de espaços de aprendizado primário e secundário. Também pode ser usado em educação superior e edifícios não acadêmicos dentro de um campus de educação.

Hospedagem: hotéis, motéis e pousadas existentes, assim como outras empresas dentro da indústria de serviço que forneça alojamento de curto-prazo, com ou sem alimentação.

Data Centers: Edifícios existentes especialmente construídos e equipados para atender as necessidades de alta densidade de equipamentos de computação como racks de servidores, usados para armazenamento e processamento de dados.

Galpões e Centros de Distribuição: armazenar mercadorias, produtos manufaturados, matérias-primas ou pertences pessoais (como guarda volumes).

- Bairros (ND):

O LEED para Desenvolvimento do Bairro (LEED ND) foi criado para inspirar e ajudar a criar bairros melhores, mais sustentáveis e melhor conectados. Olhando para além da escala dos edifícios, considerando comunidades

Plano: A certificação está disponível para projetos com escala de bairro se estiver em qualquer fase de planejamento e projeto, ou até 75% construído. Criamos esta tipologia para ajudar você ou incorporadores a financiar seu projeto. Também para convencer futuros inquilinos, entidades financiadoras, funcionários públicos, etc., afirmando as estratégias de sustentabilidade que serão implementadas.

Certificação do Projeto: criado para projetos com escala de bairro que estão próximos do final da execução ou que foram terminados nos últimos três anos.

A figura 12 mostra a diferença das tipologias para a nova versão do LEED:

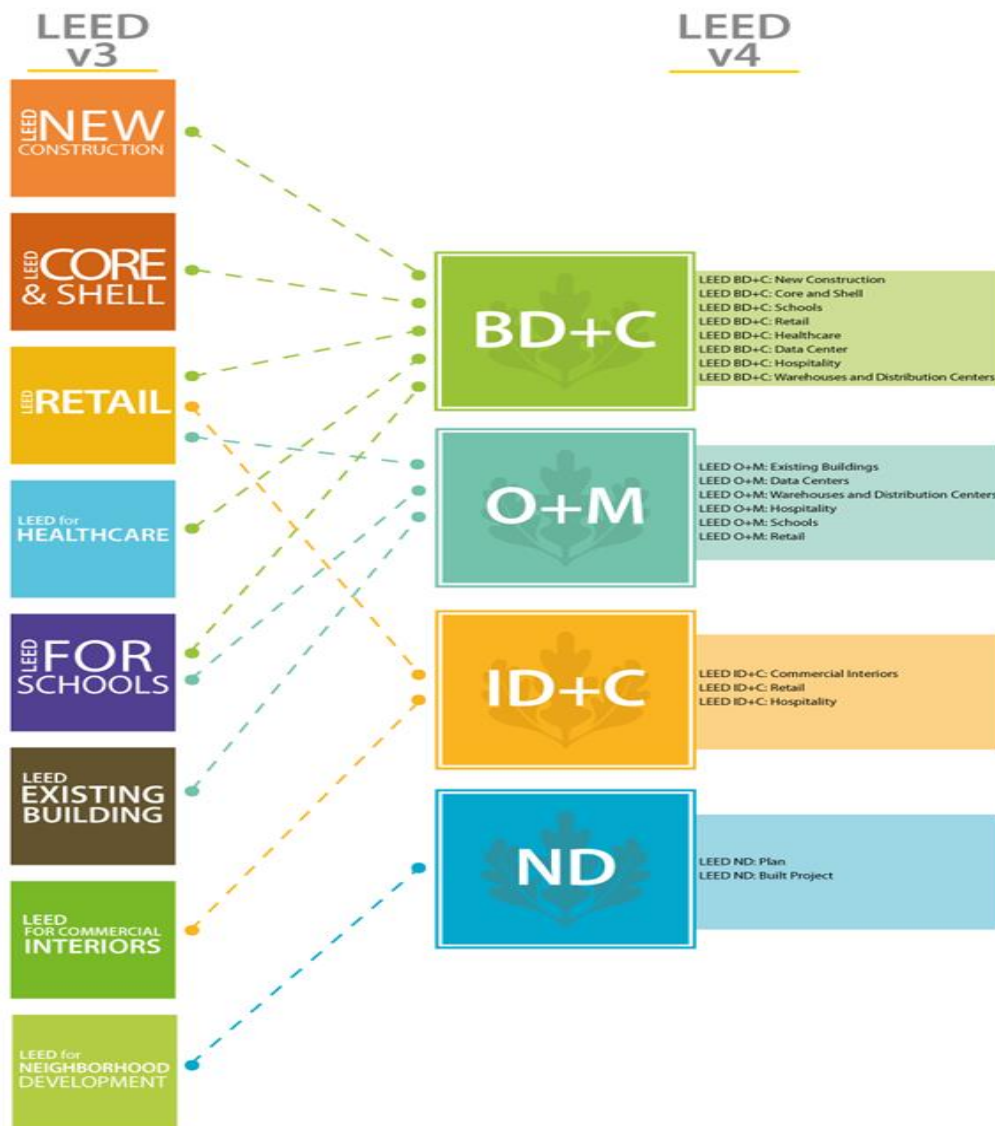


Figura 12 – Diferenças das tipologias LEED v3 x v4 (GBC BRASIL, 2017).

3.3. Dimensões Avaliadas

A lista de objetivos a serem alcançados abrange sete dimensões, com pesos diferentes, cuja pontuação é obtida a cada exigência atendida através de um *checklist* (ver anexo 1). As dimensões avaliadas pelo sistema *LEED* (GBC BRASIL, 2014) são:

- I. **Espaço Sustentável:** Incentiva estratégias que reduzam o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação e a gestão da obra, além de abordar questões fundamentais de grandes centros urbanos, como ilhas de calor e redução do uso do carro.

- II. **Eficiência do uso da água:** Motiva aperfeiçoamento do o uso racional da água, com foco na redução do consumo de água potável e alternativa de reuso dos recursos.
- III. **Energia e Atmosfera:** Instiga a eficiência energética nas edificações, por exemplo: simulações energéticas, medições, utilização de equipamentos e sistemas eficientes.
- IV. **Materiais e Recursos:** Incentiva o uso de materiais de baixo impacto ambiental e reduz a geração de resíduos, além de promover o descarte consciente.
- V. **Qualidade ambiental interna:** Promove a qualidade ambiental interna do ar, essencial para ambientes com alta permanência de pessoas, com foco na escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, conforto térmico e priorização de espaços com vista externa e luz natural.
- VI. **Inovação e Processos:** Fomenta a busca de conhecimento sobre *Green Buildings*, assim como, a criação de medidas projetuais não descritas nas categorias do *LEED*.
- VII. **Créditos de Prioridade Regional:** Impulsiona os créditos definidos como prioridade regional para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e econômicas existentes em cada local.

Alcançados esses objetivos a GBC BRASIL (2014) lista os benefícios econômicos, sociais e ambientais que o *LEED* oferece, são eles:

Benefícios econômicos:

- Reduz dos custos operacionais;
- Reduz dos riscos regulatórios;
- Valorização do imóvel para revenda ou arrendamento;
- Aumento na velocidade de ocupação;
- Aumento da retenção;
- Modernização e menor obsolescência da edificação.

Benefícios sociais:

- Melhora na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes;
- Inclusão social e aumento do senso de comunidade;
- Capacitação profissional;
- Conscientização de trabalhadores e usuários;
- Aumento da produtividade do funcionário;
- Melhora na recuperação de pacientes (em Hospitais);
- Melhora no desempenho de alunos (em Escolas);
- Impulsiona consumidores a comprar (em Comércio);
- Incentivo a fornecedores a terem responsabilidades socioambientais;
- Aumento da satisfação e bem-estar dos usuários;
- Estímulo a políticas públicas de fomento a Construção Sustentável.

Benefícios ambientais:

- Uso racional e redução da extração dos recursos naturais;
- Redução do consumo de água e energia;
- Implantação consciente e ordenada;
- Amenizar os efeitos das mudanças climáticas;
- Uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental;
- Redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação.

A estrutura da lista de avaliação da edificação funciona como uma ferramenta para tomada de decisões, permitindo selecionar (para avaliação) apenas os requisitos para os quais se deseja obter a certificação. Apesar de não haver um critério explícito de ponderação entre as dimensões, a quantidade variável de itens dentro das mesmas acaba por definir seu peso. O nível da certificação é definido conforme a quantidade de pontos adquiridos, que pode variar de 40 a 110, classificando a edificação em: certificada (40 a 49 pontos), prata (50 a 59), ouro (60 a 79) ou platina (80 ou mais pontos). Ao final do prazo de cinco anos - validade da certificação -, uma nova solicitação de avaliação deve ser encaminhada ao USGBC, que dessa vez focará na operação e manutenção da edificação (AMARAL, 2013).

3.4. Processo de certificação

Para conseguir a certificação, o primeiro passo é definir o sistema de avaliação, que depende do projeto a ser desenvolvido; ou seja, o tipo de certificação a buscar. Feito isso, deve-se registrar o projeto no site do USGBC (www.usgbc.org), declarando a intenção de certificar uma edificação no âmbito do Green Building LEED Rating Systems. Após pagamento da taxa de inscrição referente ao sistema de classificação escolhido, o projeto estará acessível em LEED Online.

A partir de então, a equipe de projeto começa o processo de documentação, que compreende as seguintes etapas (GBC BRASIL, 2013):

- 1) Coleta de informações
- 2) Cálculos e preparação de memoriais e plantas
- 3) Envio da primeira fase de projetos ao USGBC
- 4) Coleta e preparação de documentos da segunda fase
- 5) Envio da segunda fase (Construção Final)
- 6) Treinamento para ocupação
- 7) Pré-operação e pós-entrega
- 8) Análise para certificação

Conforme Amaral (2013), cada crédito e pré-requisito possuem um conjunto único de exigências de documentação que deve ser concluída como parte do processo de candidatura. Basicamente a certificação utiliza três tipos de documentos: *template* ou declaração padrão LEED assinada por projetista ou responsável; plantas e memoriais descritivos de projetos e sistemas e; cálculos (parte desenvolvida na própria declaração padrão ou fornecidos como anexos). Os títulos e as unidades das plantas não precisam ser traduzidos para o inglês, mas os cálculos e os memoriais de projetos e sistemas necessitam.



Figura 13 – Etapas de certificação (GBC BRASIL, 2017).

1. Escolha da tipologia do projeto.
2. Registre-o pelo LEED ONLINE.
3. Envie os *templates* pelo LEED ONLINE.
4. O material enviado será analisado por uma empresa Auditora.
5. Caso tudo estiver correto, receberá o aviso positivando a certificação.

Segundo Amaral (2013), o custo com a obtenção da certificação LEED varia de acordo com a área do empreendimento e o tipo de certificação (o LEED CS exige uma etapa de pré-certificação), conforme tabela 4. Sendo assim, o custo de certificação pode variar de US\$ 4.200 para projetos pequenos até US\$ 32.950 para um grande projeto que busque o LEED CS. Além deste custo, que refere-se apenas às taxas junto ao USGBC, como o processo de certificação ainda é complexo e pouco assimilado por projetistas, existe o custo com a consultoria especializada que é de aproximadamente 0,5 a 1% do custo da obra. Este consultor é um profissional treinado e qualificado pelo LEED (LEED Accredited Professional– LEED AP) para tramitar toda a documentação junto ao Conselho.

ETAPA	CUSTO
Registro do Projeto junto ao USGBC	US\$ 1.200
Pré-certificação (apenas LEED CS)	US\$ 4.250
Análise do projeto *	US\$ 2.250 a US\$ 22.500
Certificação da obra *	US\$ 750 a US\$ 5.000

* *dependem da área do empreendimento.*

Tabela 4 – Custos para obtenção da certificação LEED (AMARAL, 2013).

O processo de certificação LEED, conforme Amaral (2013), anda em paralelo com o cronograma de obra do empreendimento, desde a fase inicial da seleção do local, passando pela concepção dos projetos, até a conclusão e entrega da obra (comissionamento). Após o início da

operação do empreendimento são enviadas ao USGBC informações referentes ao projeto e processo de construção, para que o Conselho possa realizar uma auditoria documental. Considerando o prazo de análise da documentação, solicitação de novas informações e reanálises, a certificação é obtida, em média, 4 a 6 meses após a conclusão da obra.

Segundo o GBC Brasil (2013), um dos principais entraves para a construção de edifícios sustentáveis ainda é o preço dos materiais. Como a redução do custo dos materiais é obtida com a economia de escala de produção resultante do aumento da demanda, e esta depende do barateamento dos materiais, existe um círculo virtuoso que pode ser estimulado com a redução, ainda que temporária, da carga tributária e disseminação do conceito de certificação pelos líderes reconhecidos pelo mercado. Outro fator importante é a sensibilização e capacitação de consultores de vendas, arquitetos e projetistas, incorporadores e construtores, administradores prediais, estabelecimentos de ensino e representantes de órgãos públicos para que entendam o conceito e passem a planejar com esse ideal.

	Mundo	Brasil	
Empreendimentos Certificados LEED	15.248	90	0,59%
Profissionais credenciados (LEED AP)	162.546	214	0,13%
Empreendimentos registrados	69.483	700	1,01%

Tabela 5 – Representatividade do LEED no Brasil e no Mundo (AMARAL, 2013).

3.5. Influência do LEED no Brasil

Em 2004 o *LEED* foi implantado no Brasil, desde então, já foram registrados quase 100 projetos com a certificação e mais de 700 estão registrados para avaliação em diferentes etapas, conforme demonstrado no gráfico 1 (GBC BRASIL, 2014). O Brasil lidera o 4º lugar do ranking de países que buscam certificação *LEED*, atrás de EUA, Emirados Árabes e China.

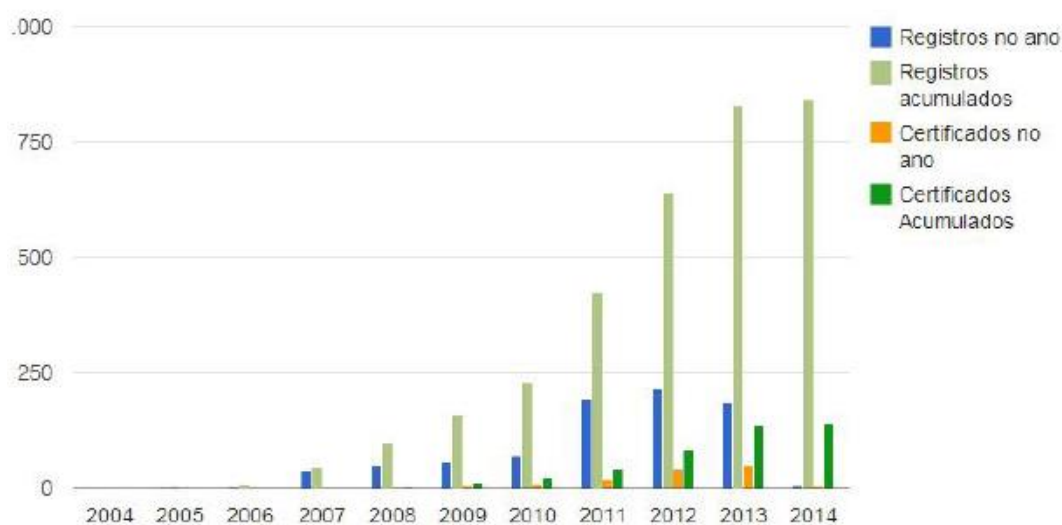


Gráfico 1 – Registro e Certificações LEED no Brasil (GBC BRASIL, 2014).

Os empreendimentos brasileiros certificados pelo sistema *LEED*, estão distribuídos nas seguintes categorias, conforme o gráfico 2 (GBC BRASIL, 2014):

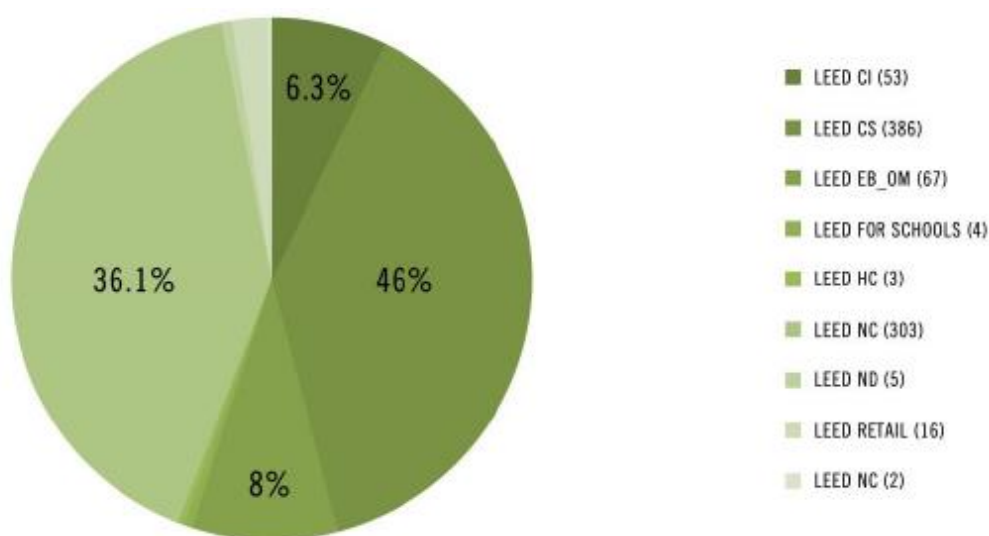


Gráfico 2 – Registro por categoria LEED (GBC BRASIL, 2014).

Nota-se uma predominância no mercado comercial, o que é justificado pelo retorno esperado pela certificação, ou seja, as vantagens mercadológicas que o sistema atrai. Algumas colocações devem ser destacadas em relação à influência do *LEED* no Brasil. Hernandez (2006) as pontuou:

- I. Empresas Multinacionais: Grande parte das multinacionais instaladas no Brasil tem sua sede nos Estados Unidos. Isso explica a predominância desse sistema em relação a outras certificações, como forma de padronização e divulgação. Exemplo:
- Os Edifícios de escritório Rocheverá - São Paulo e o *Ventura Corporate* - Rio de Janeiro receberam a certificação *LEED* pela subsidiária brasileira de uma das maiores incorporadoras do mundo, a *Tishman Speyer*.
- II. Afinidades com o mercado: Um dos aspectos relevantes de afinidade com o mercado diz respeito à simplicidade de sua estrutura e aplicação. As certificações são instrumentos de *marketing* e são utilizados como diferencial de mercado. Exemplo:
- A Petrobrás, empresa brasileira de energia reconhecida mundialmente, adotou a certificação *LEED* para o projeto do novo centro de pesquisas – CENPES II, no do Rio de Janeiro. (GONÇALVES, DUARTE, 2005 apud HERNANDES, 2006). A escolha dessa certificação tem relação com sua imagem institucional no exterior, especialmente no EUA, já que é uma das poucas empresas nacionais a ter suas ações negociadas na Bolsa de Valores de Nova Iorque.
- III. Outros Sistemas de Avaliação no Brasil têm sido pouco divulgados. Essas colocações facilitam o entendimento das estratégias que estão envolvidas nas certificações, mesclando-se com o real interesse: a preservação ambiental.

3.6. LEED O+M: Edifícios Existentes

Segundo (GBC BRASIL, 2017), edifícios existentes possuem um enorme potencial. Muitos edifícios antigos no mundo são grandes consumidores de água e energia. Com certa atenção à operação destes edifícios, o cenário pode ser revertido de maneira drástica usando o LEED para Operação e Manutenção de Edifícios Existentes. Considere que podemos demorar até 80 anos para remediar os impactos ambientais gerados pela demolição de um edifício existente e construção de um novo, mesmo se o novo é extremamente eficiente. Você já deve ter ouvido a frase “O edifício mais sustentável é aquele que já está construído”.

Enquanto a tipologia LEED O+M pode ser aplicada a diversos tipos de projeto, de prédios comerciais à data centers, criamos uma série de tipologias que englobam diversos setores do mercado, para dar uma experiência personalizada, que reconhece as necessidades únicas de seu projeto (GBC BRASIL, 2017).

O selo LEED O+M é dividido nas seguintes aplicações (GBC BRASIL, 2017):

- **Edifícios existentes:** projetos que não têm como função principal a educação, varejo, data centers, galpões e centros de distribuição ou hospedagem.
- **Lojas de Varejo:** Para espaços de varejo já existentes, tanto espaços de showroom quanto áreas de armazenamento.
- **Escolas:** Para edifícios existentes que consistem de espaços de aprendizado primário e secundário. Também pode ser usado em educação superior e edifícios não acadêmicos dentro de um campus de educação.
- **Hospedagem:** hotéis, motéis e pousadas existentes, assim como outras empresas dentro da indústria de serviço que forneça alojamento de curto-prazo, com ou sem alimentação.
- **Data Centers:** Edifícios existentes especialmente construídos e equipados para atender as necessidades de alta densidade de equipamentos de computação como racks de servidores, usados para armazenamento e processamento de dados.
- **Galpões e Centros de Distribuição:** armazenar mercadorias, produtos manufaturados, matérias-primas ou pertences pessoais (como guarda volumes)

4. Estudo de Caso: Reabilitação da Instituição CESPP

O Centro de Estudos de Saúde de Projeto Papucaia – CESPP foi criado em 4 de fevereiro 1985 e está localizado no Município de Cachoeiras de Macacu, no Estado do Rio de Janeiro. É uma entidade sem fins lucrativos de Utilidade Pública Municipal e Estadual, com raízes no movimento popular de saúde denominado *PROJETO PAPUCAIA*. Pessoas da comunidade como erveiras, parteiras, rezadeiras, professores, profissionais da área de saúde se reuniram com o objetivo de discutir a melhoria da saúde que, na época, era muito precária: os postos estavam fechados devido uma alteração de gestão do INCRA para a prefeitura local, que não teve competência para geri-los - e existia um único hospital para atender todo o município de Cachoeiras de Macacu.

Segundo informações colhidas na instituição, este movimento, respaldado pelo Centro de Estudo de Saúde do *PROJETO PAPUCAIA*, passou a ser reconhecido nacionalmente pelas ações pioneiras de extensão dos serviços de saúde, que resultaram na transformação significativa do quadro epidemiológico do Município, principalmente, na redução da mortalidade infantil.

Conforme a Ata de reuniões do CESPP, a Instituição tem como missão assistir, promover e valorizar as pessoas e os grupos de pessoas menos favorecidas, oferecendo oportunidades, meios e condições para educação de base, saúde, habitação, qualificação e capacitação profissional; assim como recreação, arte, melhoria dos padrões culturais e ascensão social, promovendo o convívio e a fraternidade humana, tendo como sentido a ação comunitária, a participação e a integração social. Além disso, também pretende desenvolver e executar projetos nas áreas da Defesa dos Direitos sociais, morais, cívicos, culturais, nos esportes, na saúde, no meio ambiente, entre outros, visando o aperfeiçoamento da pessoa humana, em geral, e, em particular, a infância, adolescência, o idoso e aos portadores de necessidades especiais.

O CESPP é uma edificação Não-Residencial de caráter filantrópico, tendo como foco projetos sociais.

4.1. Cachoeiras de Macacu: Breve caracterização

Conforme o relatório da AGENDA 21 (2010), Cachoeiras de Macacu, município localizado na região de baixadas litorâneas no Estado do Rio de Janeiro (Figura 14), tem grande variedade de relevos e se caracteriza por um imenso patrimônio ambiental, tais como fauna, flora e rios. No município, predominam morros e áreas que apresentam terrenos bastantes acidentados e há grande extensão geográfica de áreas preservadas de Mata Atlântica. A região possui a maior cobertura verde do Estado do Rio de Janeiro, constituída pelo Corredor Ecológico Sambê-Santa Fé-Barbosão, Parque Estadual dos Três Picos, APA (Área de Proteção Ambiental) Macacu, Reserva Ecológica de Guapiaçu, Estação Ecológica do Paraíso, Monumento Natural Municipal da Pedra do Colégio e outras unidades, contempladas no Plano Diretor (AGENDA 21, 2010).

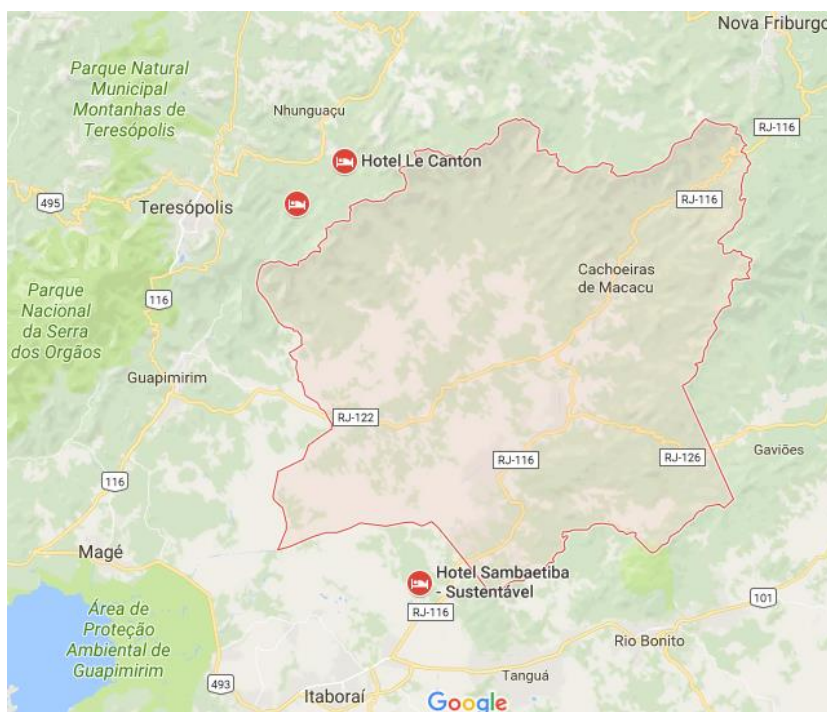


FIGURA 14 - Localização de Cachoeiras de Macacu (Google Maps, 2018)

Segundo os dados da ONU-Habitat/UFF, em 2000 o município apresentava 56,4% da superfície cobertos por remanescentes florestais, contribuindo para o maior fluxo genético de espécies da fauna e flora da Mata Atlântica e para a possibilidade de criação do corredor ecológico. A vertente da Serra do Mar pertencente ao município está quase totalmente coberta por um fragmento contínuo de floresta, enquanto numerosos fragmentos menores se distribuem pelos topos de morros entre os rios Macacu e Guapiaçu. A figura 16 apresenta um gráfico de a distribuição do solo, no município, referente ao seu uso.

Segundo a AGENDA 21 (2010), o clima da região é do tipo tropical, com verão úmido e chuvoso e inverno frio, com pouca chuva. Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (2006), a temperatura média anual é de 21°C, e a precipitação média anual varia de 1.700 mm a 2.600 mm.

O município de Cachoeiras de Macacu tem sido considerado um vasto campo de pesquisa por diversas instituições e universidades (como a Universidade Federal Fluminense e a Universidade Federal do Rio de Janeiro), que vêm realizando estudos com finalidades diversas. Entretanto, falta maior integração entre essas instituições, o poder público e a sociedade, para democratizar o acesso aos resultados (AGENDA 21, 2010).

Existe uma falta de proteção da biodiversidade e de controle na exploração dos recursos locais, devido, principalmente, à proximidade do município de grandes centros urbanos e ao aumento da população na região, incentivado pela instalação do Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro (COMPERJ), que tem como objetivo processar petróleo e gás extraídos dos supercampos de pré-sal, que tem o potencial de gerar riqueza para a Petrobrás, economia local e União.

A falta de um plano de manejo ambientalmente saudável da biotecnologia (com certificação), que é um conjunto de técnicas que possibilitam a realização, pelo homem, de mudança específica no desoxirribonucleico (DNA), ou material genético, em plantas, animais e sistemas microbianos, conducentes a produtos e tecnologias úteis, é uma queixa explicitada no relatório da Agenda 21 (2010), que defende a realização de pesquisas específicas para alguns setores, como o agropecuário, e a instalação de uma escola técnica local.

Algumas das vocações elencadas no relatório da Agenda 21 (2010) são:

- Histórico de atividades agrícolas;
- Abundância de recursos hídricos como base para o desenvolvimento sustentável;
- Potencialidade turística nas áreas ecológica, religiosa, esportiva e cultural;
- Grande número de pequenas indústrias artesanais, agroindustriais e de transformação;
- Existência de centros de Arte e Cultura.

A Lei de Uso e Ocupação do solo visa a promoção da compatibilização das normas urbanísticas às características ambientais do município e às condições socioeconômicas de sua população. Os quadros 5, 6 e 7 apresentam regras para o uso do solo no município de Cachoeiras de Macacu.

ZONA	USOS	PARÂMETROS PARA OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO								
		Lote min (m ²)	Testada min (m)	Coeficiente de aproveitamento do terreno		Gabarito de altura (nº de pavtos)	Taxa de ocupação (%)	Afastamentos (m)		
				básico	máximo			frontal	laterais	fundos
ZR-3	Residencial I, II e III	200 (até 3 pavtos); 400 (mais de 3 pavtos)	10 (até 3 pavtos); 20 (mais de 3 pavtos)	2,0	3,0	10	50	3 (até 3 pavtos); 5 (mais de 3 pavtos)	1,5 ou 2,5 em um dos lados e isento no outro (até 3 pavtos); 0,5 x nº pavtos (mais de 3 pavtos)	1,5 (até 3 pavtos); 0,5 x nº pavtos (mais de 3 pavtos)
	Comercial I, II e III (apenas centro comercial)						70			
	Serviços I, II e III (exceto auxiliares de transporte e de reparação e conservação)									
	Industrial I									

Quadro 5 - Intensidade de Ocupação e Uso do Solo (Prefeitura de Cachoeiras de Macacu, 2006)

I Até 150m ²	II Até 600m ²	III Acima de 600m ²	IV Atividades especiais
<ul style="list-style-type: none"> - Assistência e promoção social - Agências de correio e telégrafo - Assistência técnico-rural - Postos policiais - Postos telefônicos - Cartórios - Sedes de associações - Sedes de cooperativas - Sedes de partidos políticos - Sedes de sindicatos 	<ul style="list-style-type: none"> - Congregações religiosas - Empresas de água e esgoto - Empresas de energia elétrica - Empresas de telecomunicações - Institutos e fundações - Delegacias de polícia - Fóruns e tribunais - Seminários religiosos - Atividades do uso de serviços I com área total de construção entre 150m² e 600m², inclusive. 	<ul style="list-style-type: none"> - Câmaras mortuárias - Corpo de Bombeiros - Templos - Atividades do uso de serviços I ou II com área total de construção superior a 600m². 	<ul style="list-style-type: none"> - Aterros sanitários - Cemitérios - Estação de Tratamento de Água - Estação de Tratamento de Esgotos - Presídios e quartéis - Usinas de asfalto - Usinas de reciclagem de resíduos sólidos

Quadro 6 - Atividade de Interesse Público (Prefeitura de Cachoeiras de Macacu, 2006)

I	Isento
II	1 vaga para cada 70m ² de área útil
	1 vaga para cada 50m ² de área útil na Zona Central
	1 vaga para cada 2 unidades de alojamento nos apart-hotéis
	1 vaga para cada 5 unidades de alojamento nas pousadas
	1 vaga para cada 10m ² de área destinada ao atendimento público, em restaurantes
	1 vaga para cada 10 lugares, em centros de convenção, auditórios, cinemas e teatros
III	1 vaga para cada 150m ² de área útil
	1 vaga para cada 5 unidades de alojamento, nos hotéis e motéis
	1 vaga para cada 20m ² de área destinada ao atendimento público, em serviços de cultura, esportes e lazer
	Área correspondente a 3% das vagas obrigatórias para veículos de serviços, nos hospitais
IV	1 vaga para cada 150m ² de área útil
	1 vaga para cada 50m ² de área destinada ao público, nos serviços de cultura, esportes e lazer

Quadro 7 - Vagas de Veículos para Uso de Serviços (Prefeitura de Cachoeiras de Macacu, 2006)

O documento do Plano Diretor de Cachoeiras de Macacu (Lei Nº 1.653/2000) descreve as exigências referentes à intensidade de ocupação. É importante seguir as diretrizes ditas pelas leis municipais, para aprovação junto à prefeitura e, mais do que isso, para colaborar com o planejamento urbanístico desenvolvido para a realidade da cidade em questão, que contribui para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos locais. Algumas condicionantes são apresentadas abaixo, conforme texto retirado do próprio Plano Diretor.

Conforme Lei Nº 1.653 – Plano Diretor de Cachoeiras de Macacu (2006, p.40), Artigo 140.

No coeficiente de aproveitamento do terreno serão dispensadas do cálculo da área total construída:

I - áreas de recreação, mesmo que construídas, nas edificações de uso residencial;

II - áreas complementares à atividade principal da edificação, tais como:

a) estacionamentos e garagens, exceto estacionamentos comerciais;

b) reservatórios, casa de bombas, casa de máquinas de elevadores, área para acondicionamento de resíduos sólidos, transformadores, geradores, medidores, central de gás e centrais de ar refrigerado;

c) áreas de uso comum, como portarias, circulações e acessos;

III – varandas;

IV – edículas;

V – elementos construtivos na fachada com largura inferior a 0,80m (oitenta centímetros).

Artigo 141. No cálculo da taxa de ocupação do terreno excetuam-se:

I - beirais;

II - elementos construtivos de fachada com largura inferior a 0,80m (oitenta centímetros);

III - pergolados.

Artigo 142. Nos afastamentos mínimos da edificação é permitida a construção de beirais; marquises e elementos construtivos de fachada com largura inferior a 0,80m (oitenta centímetros).

§ 1º. Será admitida construção de guarita no afastamento frontal da edificação, desde que:

I – o total da área construída não ultrapasse 10% (dez por cento) da área definida para o afastamento mínimo relativo à zona em que se situe;

II - não tenha área superior a 8m² (oito metros quadrados).

§ 2º. No caso de lotes ou terrenos com mais de uma testada, a cada uma delas corresponderá um afastamento frontal, sendo os demais considerados afastamentos laterais.

Artigo 143. No cálculo da taxa de permeabilidade do terreno, consideram-se permeáveis as áreas sem pavimentação e sem edificação subterrânea, dotadas de solo natural ou vegetação, ou com pavimento drenante, que contribuam para o equilíbrio climático e favoreçam a drenagem de águas pluviais.

Parágrafo único. Serão exigidas taxas de permeabilidade do terreno, no mínimo, de:

I – 10% (dez por cento), para imóveis nas seguintes situações:

a) área total construída entre 1.000m² (um mil metros quadrados) e 2.000m² (dois mil metros quadrados);

b) de 20 (vinte) a 48 (quarenta e oito) unidades domiciliares;

II – 15% (quinze por cento), para imóveis nas seguintes situações:

a) área total construída superior a 2.000m² (dois mil metros quadrados);

b) mais de 48 (quarenta e oito) unidades domiciliares.

4.2. Instituição CESPP: Caracterização

A edificação encontra-se no bairro Campo do Prado, Cachoeiras de Macacu – RJ, número 472. Sua frente dá para a Av. Governador Roberto Silveira, e a quadra é delimitada pelas R. Delfim Moreira e R. Profa. Leandra Valter. Na parte do fundo da quadra a delimitação é dada pela Rod. Pres. João Goulart.

A região é residencial com alguns comércios e serviços. É bem arborizada e com um clima de tranquilidade. Fica próxima a três colégios - dois municipais e outro particular-, ao Hospital Municipal, ao banco Bradesco, e às lanchonetes mais conhecidas da região. A Figura 15 apresenta um mapa de localização da Instituição CESPP.



FIGURA 15 - Localização do CESPP (Google Earth, 2017)

A instituição está dividida em duas edificações: Prédio 01, que foi construído no ano de 1985 e Prédio 02, que foi construído no ano de 2006. O Apêndice 1 apresenta as plantas arquitetônicas elaboradas após levantamento no local. A figura 16 distingue essas duas edificações dentro do lote.

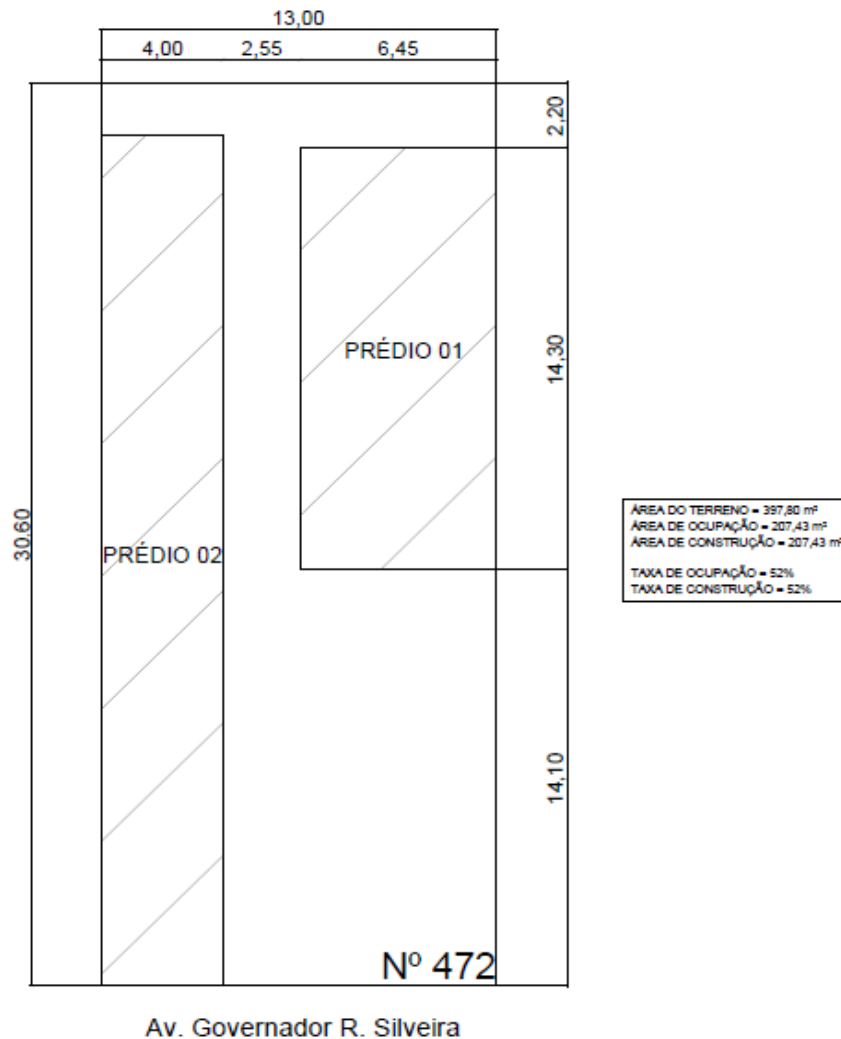


FIGURA 16 - Planta de Situação do CESPP (Próprio autor)

Nos itens a seguir, serão descritas características de ambos os prédios.

4.2.1. Prédio 01

Estrutura: Tijolo maciço sem elementos de concreto armado.

Alvenaria: As paredes foram erguidas sobre o alicerce, assentadas com argamassa de areia lavada, cal e cimento.

Forro: Há laje apenas sobre o banheiro, forro de madeira na circulação e sala 01, e forro de PVC nos demais cômodos.

Instalações Hidráulicas e Esgoto: A rede de água é embutida nas paredes em canos de plástico com os devidos acessórios. A água é fornecida pela AMAE – Autarquia Municipal de Água e Esgoto. O esgoto sanitário e as águas pluviais são conduzidos em canos de plástico de PVC para rede pública.

Instalação Elétrica e Telefonia: Embutidas em conduítes plásticos e sobre forro sem conduíte. A concessionária responsável pela energia é a AMPLA.

Revestimento da Parede: As paredes do banheiro e da cozinha americana são revestidas com cerâmicos (1,50 metros de altura), nos demais espaços foram aplicados sobre argamassa, reboco fino e pintura em látex. Este mesmo processo se repetiu na parte externa, mais o tratamento de impermeabilização.

Esquadrias: As portas internas são de madeira e as janelas e portas externas são metálicas.

Piso: Contrapiso de concreto e piso cerâmico.

4.2.2. Prédio 02

Estrutura: Em concreto armado, sem laje. Pilares e vigas foram moldadas *in loco*.

Alvenaria: Paredes erguidas sobre baldrame já impermeabilizados, em alvenaria de tijolo cerâmico, assentados com argamassa de areia lavada, cal e cimento.

Forro: Forro de PVC.

Instalações Hidráulicas e Esgoto: A rede de água é embutida nas paredes em canos de plástico com os devidos acessórios. A água é fornecida pela AMAE – Autarquia Municipal de Água e Esgoto. O esgoto sanitário e as águas pluviais são conduzidos em canos de plástico de PVC para rede pública.

Instalação Elétrica e Telefonia: Embutidas em conduítes plásticos e sobre forro sem conduíte. A concessionária responsável pela energia é a AMPLA.

Revestimento da Parede: As paredes dos banheiros, da cozinha e da área de serviço são revestidas com cerâmicos, nos demais espaços foram aplicados sobre argamassa, reboco fino e pintura em látex. Este mesmo processo se repetiu na parte externa, mais o tratamento de impermeabilização.

Esquadrias: As portas são de madeiras e as janelas são metálicas.

Piso: Contrapiso de concreto e piso cerâmico.

4.3. Condição atual da Edificação

4.3.1. Prédio 01

O prédio encontra-se com diversas patologias, tais como: mofo, bolhas, manchas e descascamento no revestimento, forros danificados e pisos e rodapés em mal estado de conservação. Além disso, utiliza equipamentos que desperdiçam água e energia elétrica. As figuras 17-20 ilustram esses problemas.



FIGURA 17 - Banheiro (à esq.) e Circulação (à dir.) - Próprio autor



FIGURA 18 - Cozinha Americana (à esq.) e Sala 01 (à dir.) - Próprio autor



FIGURA 19 - Secretaria (à esq.) e Sala de Reuniões (à dir.) - Próprio autor



FIGURA 20 - Sala 3 (à esq.) e Sala 2 (à dir.) - Próprio autor

4.3.2. Prédio 02

Apesar de ser mais novo que o prédio 01, a estrutura do prédio 02 encontra-se com os mesmos problemas do primeiro, com revestimentos deteriorados e utilizando equipamentos do sistema predial que não contribuem para um uso racional de água e luz.



FIGURA 21 - Banheiro Feminino (à esq.) e Despensa (à dir.) - Próprio autor

4.3.3. Parte Externa

A figura 22 mostra a situação da parte externa. Essa parte foi toda impermeabilizada. O corredor entre as duas edificações foi coberto de maneira improvisada, fazendo como que a área ficasse completamente escura, além de ter sido feito uma calha provisória que tem problemas de infiltração. Toda edificação é coberta com telhas fibrocimento e inexistente estrutura de lajes sobre a edificação.



FIGURA 22 - Parte externa (à esq.), Corredor externo (centro) e Telhado (à dir.) - Próprio autor

4.3.4. Proposta do projeto de Reabilitação

A partir de todos os problemas relatados, referentes às condições das edificações, foram desenvolvidos diversos projetos com o objetivo de reabilitar as edificações de tal maneira que transformasse a instituição em um modelo de edificação sustentável, seguindo conceitos estabelecidos na lista de checagem do selo LEED.

Os projetos, que encontram-se nos Apêndices deste trabalho, estão relacionados, basicamente, com demolição e reconstrução com tijolos ecológico, podendo utilizar os escombros da obra; adequação para acessibilidade; impermeabilização do pavimento externo; cobertura verde; captação de água da chuva; utilização da água pluvial em sanitários e torneira de jardim; projeto elétrico com eficiência energética – lâmpadas Led; e, por fim, projeto de geração de energia com placas fotovoltaicas.

Vale ressaltar que os projetos desenvolvidos (ver Apêndice 1 ao 8) são a alma desse trabalho, tendo em vista a abordagem prática nele proposta. A ideia de traduzir conceitos de sustentabilidade em projetos torna-se fundamental afim de mostrar a viabilidade técnica e, outrossim, a aplicabilidade em um problema específico.

A ideia de usar o LEED como parâmetro, mesmo que não tenho como objetivo certificar, é adequar os projetos às dimensões avaliadas: espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos, e créditos de prioridade regional. Dessa foram, tem-se um mecanismo de mensuração, para, de maneira prática, qualificar a edificação como sustentável.

4.4. Projeto de Reabilitação da Edificação com Conceitos do LEED v4 O+M

O projeto de reabilitação tem como objetivo reestruturar a edificação e, principalmente, torná-la um projeto piloto que estimule a sustentabilidade no município de Cachoeiras de Macacu,

onde poder-se-á observar na prática ferramentas e mecanismos que contribuam para o ambiente como um todo.

Com isso, utilizou-se o selo LEED para qualificar a edificação como sustentável, objetivando seguir as dimensões avaliadas que estão disponíveis na *check list*. Portanto, o projeto vai além da lista de pontuação do LEED v4 O+M: Edifícios Existentes, de tal maneira que possa identificar nele um exemplo de construção sustentável que se adeque aos conceitos gerais desse tipo de construção: Água; Desenvolvimento Humano; Energia; Materiais e Sistemas; Meio Ambiente, Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano; Mudanças Climáticas; e Resíduos.

Foram desenvolvidos seis projetos, além do levantamento para planta arquitetônica existente e a planta arquitetônica após reabilitação. Todos esses projetos abrangem, parcialmente, características da lista de pontuação do LEED v4 O+M. De maneira geral, pensou-se na demolição do prédio antigo; na utilização de tijolos ecológicos para a reconstrução desse prédio e vedação da parte aberta do prédio 2; na adequação das instalações para deficientes físicos e visuais; na permeabilização do pátio; na captação e distribuição, para água de reuso, da água pluvial; na cobertura verde; no sistema elétrico com eficiência energética; e, por fim, na geração de energia fotovoltaica

Em relação à planta arquitetônica após a reforma (ver Apêndice 8), o layout foi desenvolvido conforme análise de adequação técnica e sugestões dos gestores do CESPP. Essas sugestões tiveram como base as instalações necessárias para as atividades desenvolvidas e que serão desenvolvidas futuramente. Necessita, entretanto, fazer um projeto de detalhamentos em relação aos materiais de mobília, revestimento e acabamento e, também, um estudo relacionado às condições do vento no local da edificação.

Além desses projetos específicos, o projeto de reabilitação também tem por objetivo transmitir para outras pessoas a importância da sustentabilidade, em particular na construção civil. E através de uma estrutura de educação ambiental, que possibilite além do ensino teórico a noção prática, na observância dos próprios componentes que contribuem para a sustentabilidade na instituição, pode fazer com que muitas pessoas cheguem ao entendimento da importância de uma mudança de hábito, perspectiva e, desejavelmente, tornando-as agentes na melhoria das

atividades relacionadas à construção e manutenção dos equipamentos de uma cidade, sejam como servidores ou clientes – ao exigir práticas mais sustentáveis.

4.4.1. Projeto de Acessibilidade e Pavimento

O projeto em questão proporciona acessibilidade para deficientes físicos e visuais, através de banheiros adaptados, portas com largura e instalações para cadeirantes, rampas de acesso e piso tátil visual para guiar deficientes visuais (ver Apêndice 2). Ressalta-se a isso, que o fundamento para esse projeto se deu com a ABNT NBR 9050/2004 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, que será a ferramenta base na execução do projeto.

Além disso, propôs a substituição do concreto que cobria toda a parte externa por pisos intertravados vazados, que plantará grama nessas partes vazadas, apenas estando impermeabilizado – com contrapiso de concreto – a circulação que contém o piso tátil visual. Isso possibilita permeabilizar quase toda área externa, contribuindo para drenagem natural.

Em relação as dimensões do LEED, pode-se citar: Acessibilidade em toda instituição e permeabilização da parte externa.

4.4.2. Projeto Modular com Tijolo Ecológico

O projeto modular (ver Apêndice 3) começa pela demolição do prédio 1, fazendo com que o escombros gerado seja material de fabricação do tijolo ecológico. Ou seja, reutilizando um material que seria jogado fora e evitando gastos com esse tipo de material. A ideia é montar um processo fabril, reduzido, que consiga ser suficiente para a produção de tijolos ecológicos com os requisitos mínimos, segundo as Normas Técnicas.

A justificativa da demolição completa do prédio 1 se dá pelos seguintes fatos: é uma edificação com tijolo maciço, cujo o mesmo funciona estruturalmente, sem existência de vigas e colunas. Portanto, por acrescentar laje, cobertura verde e painéis solares, necessitará de reforço estrutural; além disso, pela falta de manutenção periódica, somada a mais de 32 anos de existência, a estrutura da edificação encontra-se em um estado muito avançado de deterioração; por fim, houve a necessidade de mudar o layout dessa edificação, mediante requerimento dos

gestores da instituição, conforme as atividades desenvolvidas. Enquanto o prédio 2 apresenta estrutura em concreto armado e tem menos de 10 anos de existência, sem problemas estruturais.

Algumas características da construção modular com tijolo ecológico são: evita argamassa de assentamento, sua alvenaria é estrutural – levando ferro e graute em alguns pontos –, os furos dos tijolos servem para passagem de cano e eletrodutos, e essa construção proporciona maior conforto térmico e acústico, devido os furos dos tijolos servirem como dutos de ventilação vertical. Por fim, esse tipo de construção propicia trabalhos de mutirão, pela facilidade construtiva e de fabricação (o tijolo é, basicamente, uma mistura de água, solo e cimento impressa em uma máquina). E pode-se, com isso, instruir pessoas afim de proporcionar um conhecimento que possibilita gerar renda futuramente.

Em relação as dimensões do LEED, pode-se citar: estratégias que reduzem o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação e a gestão da obra; uso de materiais de baixo impacto ambiental e redução da geração de resíduos; conforto térmico; e inovação de projeto.

4.4.3. Projeto de Captação e Aproveitamento de Água Pluvial

Este projeto tem como objetivo aproveitar a água que precipita das chuvas nas coberturas da instituição, para um reservatório, através de calhas e tubulações de PVC. Essa água, antes de chegar ao reservatório, passa por caixas de areia, ajudando na retenção de partículas sólidas em suspensão. E, para melhorar a qualidade dessa água, optou-se por indicar a compra de um reservatório de água pluvial equipado (ver Apêndice 4).

O objetivo de reservar essa água é utilizá-la, posteriormente, nos sanitários, mictório e torneiras de rega. Dessa maneira, economiza-se uma quantidade significativa de água, além de reter a água que iria para o sistema de drenagem pública (que por vezes é sobrecarregado).

O reservatório, em períodos de estiagem, quando a água nele chegar a determinado nível inferior, será abastecido com a tubulação de água potável (tubo de 20mm de diâmetro). Este sistema funcionará com uma bóia automática. Desta forma, a água pluvial pode ser acrescida de água potável, jamais o contrário. Com isso, sempre haverá água para os sanitário, mictórios e torneiras de rega, seja ela da chuva ou da rede de abastecimento.

Em relação às dimensões do LEED, pode-se citar: Motiva aperfeiçoamento do o uso racional da água, com foco na redução do consumo de água potável e alternativa de reuso dos recursos.

4.4.4. Projeto do Sistema Elétrico com Eficiência Energética

O projeto do sistema elétrico tornou-se fundamental, tendo em vista o estado no sistema elétrico atual. O sistema elétrico encontra-se subdimensionado, arcaico, deteriorado e com poucos pontos de tomadas e pontos de luz.

Foi feito todo sistema elétrico, de ambos os prédios, preconizando as diretrizes da Norma. O projeto fez uma melhor distribuição dos circuitos, deixando os prédios e as salas com quadro de distribuição próprio; a luz externa é comandada por sensor luminoso, evitando desperdício; e utilizou lâmpadas led, a fim de se ter uma maior eficiência energética em relação à iluminação (ver Apêndice 5).

Em relação às dimensões do LEED, pode-se citar: eficiência energética na edificação.

4.4.5. Projeto de Telhado Verde

Este projeto contemplou toda cobertura de ambas edificações, seguindo cinco etapas de execução: camada de impermeabilização, camada de drenagem, camada separadora filtrante de proteção, substrato de suporte de vida vegetal e camada de vegetação.

Essa cobertura verde além de aumentar o conforto térmico, dá um ótimo aspecto estético e ajuda filtrar a água pluvial que vai para o reservatório. O Apêndice 7 mostra de maneira sistemática esse projeto.

Em relação as dimensões do LEED, pode-se citar: conforto térmico.

4.4.6. Projeto de Geração de Energia Fotovoltaica

Este projeto visa aproveitar a abundante energia solar para, através de um processo fotovoltaico, gerar energia elétrica. Foram dimensionados 16 painéis fotovoltaicos, para suprir a demanda de energia elétrica da instituição.

A geração de energia no próprio lugar traz diversos benefícios: pouca perda de carga através do transporte nos fios, isenção da tarifa de energia elétrica, ajuda na diminuição da sobrecarga no sistema – principalmente em período de estiagem, e, possibilidade de “vender” a energia excedente para a companhia de luz.

Conforme dimensionamento do sistema fotovoltaico (ver Apêndice 6), seguindo o levantamento de consumo de energia elétrica, viu-se que ao implementar esse sistema economizará, potencialmente, 614 kWh em cada mês.

Em relação as dimensões do LEED, pode-se citar: geração de energia no local por fonte renovável.

5. Considerações Finais

Viu-se a necessidade da mudança de metodologia na construção civil para uma construção de caráter sustentável, para que possa mitigar os problemas causados pela indústria tradicional da construção civil e prevenir problemas futuros.

Os selos verdes apresentam-se como um facilitador no que tange à busca de um perfil de padronização para edificações sustentáveis, apesar de apresentar algumas deficiências, tal como conceitos que diferem da realidade de países como o Brasil. Essas diferenças podem ser encontradas no clima, relevo, recursos naturais e recursos humano, por exemplo.

O presente trabalho apresentou diversos projetos (Ver Apêndices) com a finalidade de reabilitar o CESPP dando a ele um caráter de edificação sustentável. Para chegar nessa definição, utilizou-se a lista de verificação LEED como parâmetro.

Com os projetos em mão, tem-se uma grande possibilidade de, através de editais públicos ou privados, angariar recursos para colocá-lo em prática, tendo em vista a urgência na necessidade de melhoria nas instalações do CESPP e, também, a oportunidade de levar para um município que é reconhecido como a “Capital Ecológica do Estado do Rio de Janeiro”, dentro de uma instituição de caráter social, um projeto de sustentabilidade, com grande potencial de tornar-se um modelo dentro do município.

Por fim, além da discussão dos assuntos relacionados à construção sustentável, dos projetos que colocados em prática mostrarão os benefícios desse tipo de construção, este trabalho tem um objetivo a disseminação do tema, e das técnicas aqui reproduzidas. Para que outras pessoas possam somar força na substituição de práticas deletérias para outras que tenham aspectos de sustentabilidade. A educação ambiental é uma proposta muito interessante para essa disseminação, mas para tratar esse tipo de abordagem, necessitaria de outro trabalho que explique especificamente um projeto de educação ambiental que corrobore com os projetos desenvolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Adriana Seabra Vasconcelos. **A INCLUSÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS PÚBLICAS DO ESTADO DE GOIÁS: O CASO DOS PRAECs**. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

AMARAL, Marco Antônio Teixeira de. **GREEN BUILDING: ANÁLISE DAS DIFICULDADES (AINDA) ENFRENTADAS DURANTE O PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO LEED NO BRASIL**. 2013. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Empresarial, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2013.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DA ÁGUA. Ministério do Meio Ambiente. **Conservação e Reúso da Água em Edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. 152 p.

ABRAMAT; FGV PROJETOS. **Perfil da Indústria de Materiais de Construção**. 2016. 22 p.

A3P, Agenda Ambiental na Administração Pública. Ministério do Meio Ambiente. **Sustentabilidade na Administração Pública**. Brasília, 2013. 98 p.

ARARUNA, Lucimar Bezerra. **INVESTIGANDO AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CURRÍCULO ESCOLAR**. 2009. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Educação, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

AGENDA 21. **Agenda 21 de Cachoeiras de Macacu**. Cachoeiras de Macacu: Pancrom, 2010. 154 p.

CBCS - CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas**. 2014. 111p.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desenvolvimento com Sustentabilidade: Construção Sustentável**. 2014. 32p.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2009. 70 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

DINAMARCO, Camila Pereira Gonzalez. **SELO CASA AZUL CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO**. 2016. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

DIRKSEN, Tyson H.; MCGOWAN, Mark D.. **Greening Existing Buildings with LEED-EB!** 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Master Of Science In Real Estate Development, Department Of Urban Studies And Planning, Massachusetts Institute Of Technology, Massachusetts, 2008.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética et al. **Cenário econômico 2050: ESTUDOS ECONÔMICOS**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2015. 123 p.

Exército Brasileiro. **Certificação LEED, Diretrizes para Certificação:** Parceria Público-Privada do novo Colégio Militar de Manaus. Manaus: Governo Federal, 2013. 31 p.

FERREIRA, Ricardo Duque Estrada. **METODOLOGIA DE APLICAÇÃO EFICIENTE DE ENERGIA SOLAR EM RESIDÊNCIAS.** 2016. 140 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

GARRIDO NETO, Pedro de Souza. **Telhados verdes associados com sistema de aproveitamento de água de chuva: projeto de dois protótipos para futuros estudos sobre esta técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil.** 2012. 177 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

GBC - GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Selo Leed.** Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

HONDA, Wilson Saburo. **Certificação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Corporativos no Brasil.** 2016. 144 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

JELL et al. **Construções Sustentáveis.** Tijolo Ecológico. Disponível em: <<http://jellengenharia.com.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

KATS, Greg; BRAMAN, Jon; JAMES, Michael. **Tornando nosso ambiente construído mais sustentável:** Custos, benefícios e estratégias. Washington: Island Press, 2010. 279 p.

LAMBERTS, Roberto et al (Ed.). **Casa Eficiente:** Consumo e Geração de Energia. Florianópolis: Ufsc/labeee, 2010. 76 p.

LOTTI, Marcella Guaraná Mascheroni. **PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS, MEDIDAS E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS COM VISTA A CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS – ESTUDO DE CASO: EMPREENDIMENTO BAIRRO ILHA PURA – VILA DOS ATLETAS 2016.** 2015. 140 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MARINHO, Alessandra Machado Simões. **A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O DESAFIO DA INTERDISCIPLINARIDADE.** 2004. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Educação, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

MIRANDA, Rafael Loschiavo. **Arquiteto Ecoeficiente.** Disponível em: <<https://rafaelloschiavo.com/>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MORETTINI, Renato. **Tecnologias Construtivas Para a Reabilitação de Edifícios: Tomada de Decisão para uma Reabilitação Sustentável.** 2012. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MOTTA, Silvio Romero Fonseca. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CRÍTICA, SÍNTESE, MODELO DE POLÍTICA E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS**. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MATEUS, Ricardo Filipe Mesquita da Silva. **Avaliação da Sustentabilidade da Construção: Propostas para o Desenvolvimento de Edifícios mais Sustentáveis**. 2009. 398 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2009.

SILVEIRA, Sâmia Ferreira. **UMA ANÁLISE DO SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO LEED NO BRASIL**. 2014. 49 f. Monografia (Especialização) - Curso de Análise Ambiental e Sustentabilidade, Instituto Ceub de Pesquisa e Desenvolvimento, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2014.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Brasília. 2014. 212 p.

_____. Lei nº 1653 De 10 DE OUTUBRO DE 2006. Plano Diretor Estratégico do Município de Cachoeiras de Macacu.

USGBC – UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED**. Disponível em: <<https://www.usgbc.org/>>. Acesso em: 04 jul. 2017

SCHMIDT, Shelly O.. **GREENING RESTAURANT DESIGN: A STUDY OF THE IMPLEMENTATION OF LEED CERTIFICATION IN RESTAURANT DESIGN**. 2015. 94 f. TCC (Graduação) - Curso de Architecture, Faculty Of The Graduate College, University Of Nebraska, Lincoln, 2015.

SHRESTHA, Mila. **Leadership in Energy and Environmental Design (LEED): Understanding the application and effectiveness of LEED –EBOM**. 2011. 15 p.

STEFANUTO, Ágata Pâmela Olivari; HENKES, Jairo Afonso. **CRITÉRIOS PARA OBTENÇÃO DA CERTIFICAÇÃO LEED: UM ESTUDO DE CASO NO SUPERMERCADO PÃO DE AÇÚCAR EM INDAIATUBA/SP**. Florianópolis: Editora, 2012. 49 p.

QUALHARINI, Eduardo. **Sustentabilidade nas Construções** - Notas de Aula. Escola Politécnica - UFRJ Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2016.

Rio +20: Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. 2018. Disponível em: <<http://www.rio20.gov.br/>>. Acesso em: 06 mar. 2018.

SANTOS, Mariana Feres dos. **Construções com Certificações LEED no Brasil: o caso do Eldorado Business Tower**. 2012. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Machenzie, São Paulo, 2012.

SILVA, Roberto Caldeira da. **Proposta de Melhorias para a Fase de Projetos de Edificações Públicas sob o Foco da Sustentabilidade Ambiental**: Estudo de caso de um edifício de uma

instituição Federal de Ensino Superior (IFES) de acordo com o sistema de certificação LEED. 2012. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SILVA, Gisele Sanches da; TAMAKI, Humberto Oyamada; GONÇALVES, Orestes Marraccini. **Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários**. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2006. 13 p.

ANEXO 1 – Listas de Verificação LEED v4



LEED v4 para Operações e Manutenção: Edifícios existentes (LEED v4 for Operations & Maintenance: Existing Buildings)

Lista de verificação do projeto

Nome do projeto:

Data:

S	?	N			
0	0	0	Localização e Transporte	15	
			Crédito	Transporte Alternativo	15
0	0	0	Terrenos Sustentáveis	10	
S			Pré-req	Política de Gestão do Terreno	Obrigatório
			Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
			Crédito	Gestão de Águas Pluviais	3
			Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2
			Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1
			Crédito	Gerenciamento do Terreno	1
			Crédito	Plano de Melhoria do Terreno	1
0	0	0	Eficiência Hídrica	12	
S			Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
S			Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
			Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2
			Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	5
			Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento	3
			Crédito	Medição de Água	2
0	0	0	Energia e Atmosfera	38	
S			Pré-req	Melhores Práticas de Gestão de Eficiência Energética	Obrigatório
S			Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
S			Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
S			Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
			Crédito	Comissionamento de Edifício Existente - Análise	2
			Crédito	Comissionamento de Edifício Existente - Implementação	2
			Crédito	Comissionamento Contínuo	3
			Crédito	Otimizar Desempenho Energético	20
			Crédito	Medição de Energia Avançada	2
			Crédito	Resposta à Demanda	3
			Crédito	Energia Renovável e Compensação de Carbono	5
			Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
0	0	0	Materiais e Recursos	8	
S			Pré-req	Política de Compras e Resíduos	Obrigatório
S			Pré-req	Política de Manutenção e Reforma das Instalações	Obrigatório
			Crédito	Compras - Em Andamento	1
			Crédito	Compras - Lâmpadas	1
			Crédito	Compras - Manutenção e Reforma das Instalações	2
			Crédito	Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Em Andamento	2
			Crédito	Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Reformas e Ampliações das Instalações	2
0	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	17	
S			Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
S			Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
S			Pré-req	Política de Limpeza Verde	Obrigatório
			Crédito	Programa de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior	2
			Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2
			Crédito	Conforto Térmico	1
			Crédito	Iluminação Interna	2
			Crédito	Luz Natural e Vistas de Qualidade	4
			Crédito	Limpeza Verde - Avaliação da Eficiência de Limpeza	1
			Crédito	Limpeza Verde - Produtos e Materiais	1
			Crédito	Limpeza Verde - Equipamentos	1
			Crédito	Gerenciamento Integrado de Pragas	2
			Crédito	Pesquisa de Conforto do Ocupante	1
0	0	0	Inovação	6	
			Crédito	Inovação	5
			Crédito	Profissional Acreditado LEED	1
0	0	0	Prioridade Regional	4	
			Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
0	0	0	TOTAIS	Pontos Possíveis: 110	
Certificado: 40 a 49 pontos, Silver: 50 a 59 pontos, Gold: 60 a 79 pontos, Platinum: Mais de 80 pontos					



LEED v4 para Operações e Manutenção: Escolas (LEED v4 for Operations & Maintenance: Schools)

Lista de verificação do projeto

Nome do projeto:

Data:

S ? N

0	0	0	Localização e Transporte	15
0	0	0	Crédito Transporte Alternativo	15

0	0	0	Terrenos Sustentáveis	10
---	---	---	------------------------------	-----------

S			Pré-req 1 Política de Gestão do Terreno	Obrigatório
	0	0	Crédito Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
	0	0	Crédito Gestão de Águas Pluviais	2
	0	0	Crédito Redução de Ilhas de Calor	2
	0	0	Crédito Redução da Poluição Luminosa	1
	0	0	Crédito Gerenciamento do Terreno	1
	0	0	Crédito Plano de Melhoria do Terreno	1
	0	0	Crédito Uso Conjunto das Instalações	1

0	0	0	Eficiência Hídrica	12
---	---	---	---------------------------	-----------

S			Pré-req 1 Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
S			Pré-req 2 Medição de Água do Edifício	Obrigatório
	0	0	Crédito Redução do Uso de Água do Exterior	2
	0	0	Crédito Redução do Uso de Água do Interior	5
	0	0	Crédito Uso de Água de Torre de Resfriamento	3
	0	0	Crédito Medição de Água	2

0	0	0	Energia e Atmosfera	38
---	---	---	----------------------------	-----------

S			Pré-req 1 Melhores Práticas de Gestão de Eficiência Energética	Obrigatório
S			Pré-req 2 Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
S			Pré-req 3 Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
S			Pré-req 4 Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
	0	0	Crédito Comissionamento de Edifício Existente - Análise	2
	0	0	Crédito Comissionamento de Edifício Existente - Implementação	2
	0	0	Crédito Comissionamento Contínuo	3
	0	0	Crédito Otimizar Desempenho Energético	20
	0	0	Crédito Medição de Energia Avançada	2
	0	0	Crédito Resposta à Demanda	3
	0	0	Crédito Energia Renovável e Compensação de Carbono	5
	0	0	Crédito Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1

0	0	0	Materiais e Recursos	8
---	---	---	-----------------------------	----------

S			Pré-req 1 Política de Compras e Resíduos	Obrigatório
S			Pré-req 2 Política de Manutenção e Reforma das Instalações	Obrigatório
	0	0	Crédito Compras - Em Andamento	1
	0	0	Crédito Compras - Lâmpadas	1
	0	0	Crédito Compras - Manutenção e Reforma das Instalações	2
	0	0	Crédito Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Em Andamento	2
	0	0	Crédito Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Reformas e Ampliações das Instalações	2

0	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	17
---	---	---	--------------------------------------	-----------

S			Pré-req 1 Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
S			Pré-req 2 Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
S			Pré-req 3 Política de Limpeza Verde	Obrigatório
	0	0	Crédito Programa de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior	2
	0	0	Crédito Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2
	0	0	Crédito Conforto Térmico	1
	0	0	Crédito Iluminação Interna	2
	0	0	Crédito Luz Natural e Vistas de Qualidade	4
	0	0	Crédito Limpeza Verde - Avaliação da Eficiência de Limpeza	1
	0	0	Crédito Limpeza Verde - Produtos e Materiais	1
	0	0	Crédito Limpeza Verde - Equipamentos	1
	0	0	Crédito Gerenciamento Integrado de Pragas	2
	0	0	Crédito Pesquisa de Conforto do Ocupante	1

0	0	0	Inovação	6
---	---	---	-----------------	----------

	0	0	Crédito Inovação	5
	0	0	Crédito Profissional Acreditado LEED	1

0	0	0	Prioridade Regional	4
---	---	---	----------------------------	----------

	0	0	Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
	0	0	Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
	0	0	Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
	0	0	Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1

0	0	0	TOTAIS	Pontos Possíveis: 110
---	---	---	---------------	------------------------------

Certificado: 40 a 49 pontos, Silver: 50 a 59 pontos, Gold: 60 a 79 pontos, Platinum: Mais de 80 pontos



LEED v4 para Operações e Manutenção: Lojas de Varejo (LEED v4 for Operations & Maintenance: Retail)

Lista de verificação do projeto

Nome do projeto:

Data:

S ? N

0	0	0	Localização e Transporte	15
0	0	0	Crédito Transporte Alternativo	15

0	0	0	Terrenos Sustentáveis	10
---	---	---	------------------------------	-----------

S	Pré-req	Política de Gestão do Terreno	Obrigatório	
0	0	0	Crédito Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
0	0	0	Crédito Gestão de Águas Pluviais	3
0	0	0	Crédito Redução de Ilhas de Calor	2
0	0	0	Crédito Redução da Poluição Luminosa	1
0	0	0	Crédito Gerenciamento do Terreno	1
0	0	0	Crédito Plano de Melhoria do Terreno	1

0	0	0	Eficiência Hídrica	12
---	---	---	---------------------------	-----------

S	Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório	
S	Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório	
0	0	0	Crédito Redução do Uso de Água do Exterior	2
0	0	0	Crédito Redução do Uso de Água do Interior	5
0	0	0	Crédito Uso de Água de Torre de Resfriamento	3
0	0	0	Crédito Medição de Água	2

0	0	0	Energia e Atmosfera	38
---	---	---	----------------------------	-----------

S	Pré-req	Melhores Práticas de Gestão de Eficiência Energética	Obrigatório	
S	Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório	
S	Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório	
S	Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório	
0	0	0	Crédito Comissionamento de Edifício Existente - Análise	2
0	0	0	Crédito Comissionamento de Edifício Existente - Implementação	2
0	0	0	Crédito Comissionamento Contínuo	3
0	0	0	Crédito Otimizar Desempenho Energético	20
0	0	0	Crédito Medição de Energia Avançada	2
0	0	0	Crédito Resposta à Demanda	3
0	0	0	Crédito Energia Renovável e Compensação de Carbono	5
0	0	0	Crédito Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1

0	0	0	Materiais e Recursos	8
---	---	---	-----------------------------	----------

S	Pré-req	Política de Compras e Resíduos	Obrigatório	
S	Pré-req	Política de Manutenção e Reforma das Instalações	Obrigatório	
0	0	0	Crédito Compras - Em Andamento	1
0	0	0	Crédito Compras - Lâmpadas	1
0	0	0	Crédito Compras - Manutenção e Reforma das Instalações	2
0	0	0	Crédito Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Em Andamento	2
0	0	0	Crédito Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Reformas e Ampliações das Instalações	2

0	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	17
---	---	---	--------------------------------------	-----------

S	Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório	
S	Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório	
S	Pré-req	Política de Limpeza Verde	Obrigatório	
0	0	0	Crédito Programa de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior	2
0	0	0	Crédito Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2
0	0	0	Crédito Conforto Térmico	1
0	0	0	Crédito Iluminação Interna	2
0	0	0	Crédito Luz Natural e Vistas de Qualidade	4
0	0	0	Crédito Limpeza Verde - Avaliação da Eficiência de Limpeza	1
0	0	0	Crédito Limpeza Verde - Produtos e Materiais	1
0	0	0	Crédito Limpeza Verde - Equipamentos	1
0	0	0	Crédito Gerenciamento Integrado de Pragas	2
0	0	0	Crédito Pesquisa de Conforto do Ocupante	1

0	0	0	Inovação	6
---	---	---	-----------------	----------

0	0	0	Crédito Inovação	5
0	0	0	Crédito Profissional Acreditado LEED	1

0	0	0	Prioridade Regional	4
---	---	---	----------------------------	----------

0	0	0	Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
0	0	0	Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
0	0	0	Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
0	0	0	Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1

0	0	0	TOTAIS	Pontos Possíveis: 110
---	---	---	---------------	------------------------------

Certificado: 40 a 49 pontos, Silver: 50 a 59 pontos, Gold: 60 a 79 pontos, Platinum: Mais de 80 pontos



LEED v4 para Operações e Manutenção: Data Centers (LEED v4 for Operations & Maintenance: Data Centers)

Lista de verificação do projeto

Nome do projeto:

Data:

S ? N

0	0	0	Localização e Transporte	15
			Crédito Transporte Alternativo	15

0	0	0	Terrenos Sustentáveis	10
----------	----------	----------	------------------------------	-----------

S	Pré-req	Política de Gestão do Terreno	Obrigatório
		Crédito Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
		Crédito Gestão de Águas Pluviais	3
		Crédito Redução de Ilhas de Calor	2
		Crédito Redução da Poluição Luminosa	1
		Crédito Gerenciamento do Terreno	1
		Crédito Plano de Melhoria do Terreno	1

0	0	0	Eficiência Hídrica	12
----------	----------	----------	---------------------------	-----------

S	Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
S	Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
		Crédito Redução do Uso de Água do Exterior	2
		Crédito Redução do Uso de Água do Interior	4
		Crédito Uso de Água de Torre de Resfriamento	4
		Crédito Medição de Água	2

0	0	0	Energia e Atmosfera	38
----------	----------	----------	----------------------------	-----------

S	Pré-req	Melhores Práticas de Gestão de Eficiência Energética	Obrigatório
S	Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
S	Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
S	Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
		Crédito Comissionamento de Edifício Existente - Análise	2
		Crédito Comissionamento de Edifício Existente - Implementação	2
		Crédito Comissionamento Contínuo	3
		Crédito Otimizar Desempenho Energético	20
		Crédito Medição de Energia Avançada	2
		Crédito Resposta à Demanda	3
		Crédito Energia Renovável e Compensação de Carbono	5
		Crédito Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1

0	0	0	Materiais e Recursos	8
----------	----------	----------	-----------------------------	----------

S	Pré-req	Política de Compras e Resíduos	Obrigatório
S	Pré-req	Política de Manutenção e Reforma das Instalações	Obrigatório
		Crédito Compras - Em Andamento	1
		Crédito Compras - Lâmpadas	1
		Crédito Compras - Manutenção e Reforma das Instalações	2
		Crédito Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Em Andamento	2
		Crédito Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Reformas e Ampliações das Instalações	2

0	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	17
----------	----------	----------	--------------------------------------	-----------

S	Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
S	Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
S	Pré-req	Política de Limpeza Verde	Obrigatório
		Crédito Programa de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior	2
		Crédito Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2
		Crédito Conforto Térmico	1
		Crédito Iluminação Interna	2
		Crédito Luz Natural e Vistas de Qualidade	4
		Crédito Limpeza Verde - Avaliação da Eficiência de Limpeza	1
		Crédito Limpeza Verde - Produtos e Materiais	1
		Crédito Limpeza Verde - Equipamentos	1
		Crédito Gerenciamento Integrado de Pragas	2
		Crédito Pesquisa de Conforto do Ocupante	1

0	0	0	Inovação	6
----------	----------	----------	-----------------	----------

			Crédito Inovação	5
			Crédito Profissional Acreditado LEED	1

0	0	0	Prioridade Regional	4
----------	----------	----------	----------------------------	----------

			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1

0	0	0	TOTAIS	Pontos Possíveis: 110
----------	----------	----------	---------------	------------------------------

Certificado: 40 a 49 pontos, Silver: 50 a 59 pontos, Gold: 60 a 79 pontos, Platinum: Mais de 80 pontos



LEED v4 para Operações e Manutenção: Hospedagem (LEED v4 for Operations & Maintenance: Hospitality)

Lista de verificação do projeto

Nome do projeto:

Data:

S ? N

0	0	0	Localização e Transporte	15
			Crédito Transporte Alternativo	15

0	0	0	Terrenos Sustentáveis	10
---	---	---	-----------------------	----

S			Pré-req Política de Gestão do Terreno	Obrigatório
			Crédito Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
			Crédito Gestão de Águas Pluviais	3
			Crédito Redução de Ilhas de Calor	2
			Crédito Redução da Poluição Luminosa	1
			Crédito Gerenciamento do Terreno	1
			Crédito Plano de Melhoria do Terreno	1

0	0	0	Eficiência Hídrica	12
---	---	---	--------------------	----

S			Pré-req Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
S			Pré-req Medição de Água do Edifício	Obrigatório
			Crédito Redução do Uso de Água do Exterior	2
			Crédito Redução do Uso de Água do Interior	5
			Crédito Uso de Água de Torre de Resfriamento	3
			Crédito Medição de Água	2

0	0	0	Energia e Atmosfera	38
---	---	---	---------------------	----

S			Pré-req Melhores Práticas de Gestão de Eficiência Energética	Obrigatório
S			Pré-req Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
S			Pré-req Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
S			Pré-req Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
			Crédito Comissionamento de Edifício Existente - Análise	2
			Crédito Comissionamento de Edifício Existente - Implementação	2
			Crédito Comissionamento Contínuo	3
			Crédito Otimizar Desempenho Energético	20
			Crédito Medição de Energia Avançada	2
			Crédito Resposta à Demanda	3
			Crédito Energia Renovável e Compensação de Carbono	5
			Crédito Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1

0	0	0	Materiais e Recursos	8
---	---	---	----------------------	---

S			Pré-req Política de Compras e Resíduos	Obrigatório
S			Pré-req Política de Manutenção e Reforma das Instalações	Obrigatório
			Crédito Compras - Em Andamento	1
			Crédito Compras - Lâmpadas	1
			Crédito Compras - Manutenção e Reforma das Instalações	2
			Crédito Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Em Andamento	2
			Crédito Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Reformas e Ampliações das Instalações	2

0	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	17
---	---	---	-------------------------------	----

S			Pré-req Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
S			Pré-req Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
S			Pré-req Política de Limpeza Verde	Obrigatório
			Crédito Programa de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior	2
			Crédito Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2
			Crédito Conforto Térmico	1
			Crédito Iluminação Interna	2
			Crédito Luz Natural e Vistas de Qualidade	4
			Crédito Limpeza Verde - Avaliação da Eficiência de Limpeza	1
			Crédito Limpeza Verde - Produtos e Materiais	1
			Crédito Limpeza Verde - Equipamentos	1
			Crédito Gerenciamento Integrado de Pragas	2
			Crédito Pesquisa de Conforto do Ocupante	1

0	0	0	Inovação	6
---	---	---	----------	---

			Crédito Inovação	5
			Crédito Profissional Acreditado LEED	1

0	0	0	Prioridade Regional	4
---	---	---	---------------------	---

			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1

0	0	0	TOTAIS	Pontos Possíveis: 110
---	---	---	--------	-----------------------

Certificado: 40 a 49 pontos, Silver: 50 a 59 pontos, Gold: 60 a 79 pontos, Platinum: Mais de 80 pontos



LEED v4 para Operações e Manutenção: Galpões e Centros de Distribuição (LEED v4 for Operations & Maintenance: Warehouses and Distribution Centers)

Lista de verificação do projeto

Nome do projeto:

Data:

S	?	N		
0	0	0	Localização e Transporte	15
			Crédito Transporte Alternativo	15
0	0	0	Terrenos Sustentáveis	10
S			Pré-req Política de Gestão do Terreno	Obrigatório
			Crédito Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
			Crédito Gestão de Águas Pluviais	3
			Crédito Redução de Ilhas de Calor	2
			Crédito Redução da Poluição Luminosa	1
			Crédito Gerenciamento do Terreno	1
			Crédito Plano de Melhoria do Terreno	1
0	0	0	Eficiência Hídrica	12
S			Pré-req Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
S			Pré-req Medição de Água do Edifício	Obrigatório
			Crédito Redução do Uso de Água do Exterior	2
			Crédito Redução do Uso de Água do Interior	5
			Crédito Uso de Água de Torre de Restriamento	3
			Crédito Medição de Água	2
0	0	0	Energia e Atmosfera	38
S			Pré-req Melhores Práticas de Gestão de Eficiência Energética	Obrigatório
S			Pré-req Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
S			Pré-req Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
S			Pré-req Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
			Crédito Comissionamento de Edifício Existente - Análise	2
			Crédito Comissionamento de Edifício Existente - Implementação	2
			Crédito Comissionamento Contínuo	3
			Crédito Otimizar Desempenho Energético	20
			Crédito Medição de Energia Avançada	2
			Crédito Resposta à Demanda	3
			Crédito Energia Renovável e Compensação de Carbono	5
			Crédito Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
0	0	0	Materiais e Recursos	8
S			Pré-req Política de Compras e Resíduos	Obrigatório
S			Pré-req Política de Manutenção e Reforma das Instalações	Obrigatório
			Crédito Compras - Em Andamento	1
			Crédito Compras - Lâmpadas	1
			Crédito Compras - Manutenção e Reforma das Instalações	2
			Crédito Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Em Andamento	2
			Crédito Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Reformas e Ampliações das Instalações	2

S	?	N		
0	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	17
S			Pré-req Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
S			Pré-req Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
S			Pré-req Política de Limpeza Verde	Obrigatório
			Crédito Programa de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior	2
			Crédito Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2
			Crédito Conforto Térmico	1
			Crédito Iluminação Interna	2
			Crédito Luz Natural e Vistas de Qualidade	4
			Crédito Limpeza Verde - Avaliação da Eficiência de Limpeza	1
			Crédito Limpeza Verde - Produtos e Materiais	1
			Crédito Limpeza Verde - Equipamentos	1
			Crédito Gerenciamento Integrado de Pragas	2
			Crédito Pesquisa de Conforto do Ocupante	1

S	?	N		
0	0	0	Inovação	6
			Crédito Inovação	5
			Crédito Profissional Acreditado LEED	1

S	?	N		
0	0	0	Prioridade Regional	4
			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridade Regional: Crédito Específico	1

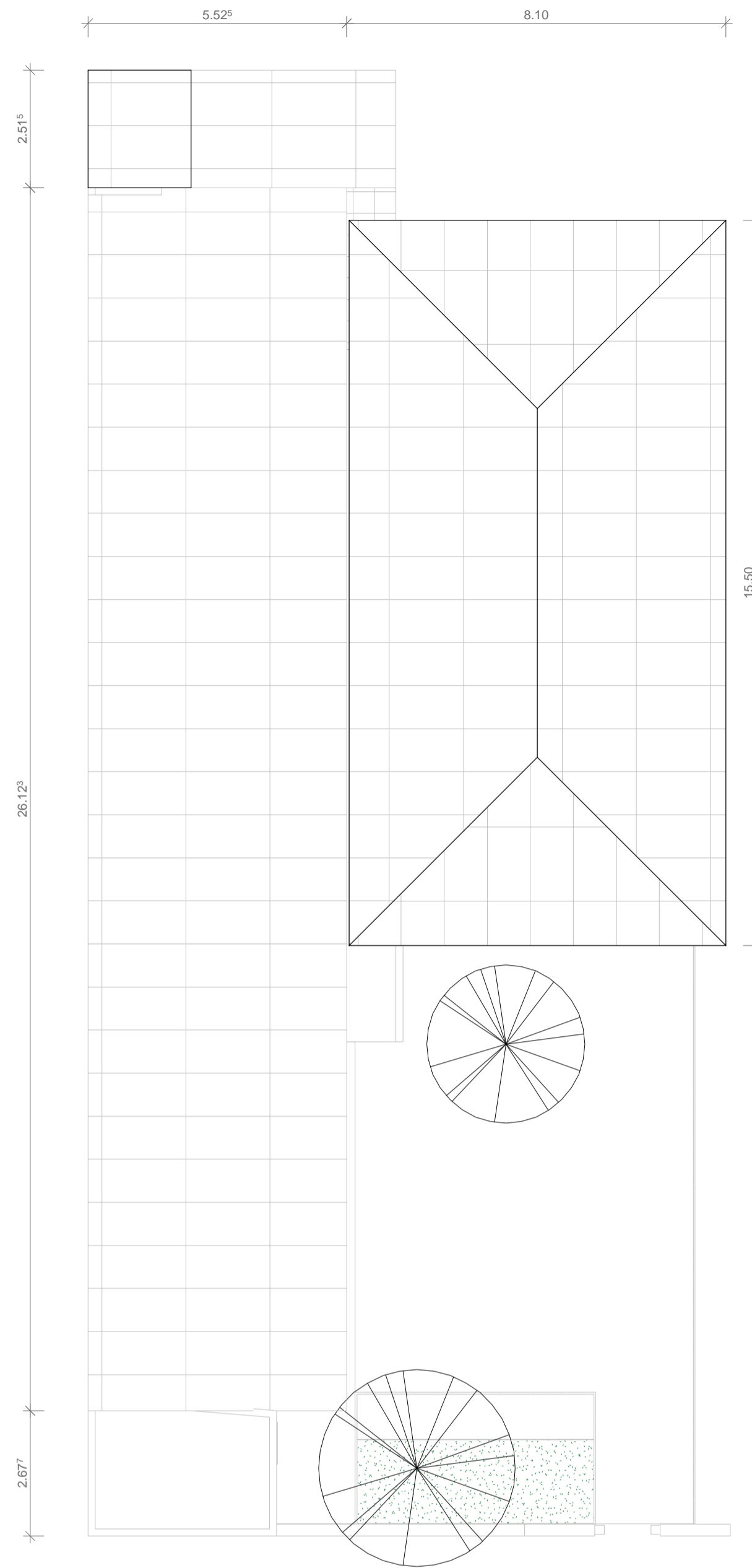
S	?	N		
0	0	0	TOTAIS	Pontos Possíveis: 110

Certificado: 40 a 49 pontos, Silver: 50 a 59 pontos, Gold: 60 a 79 pontos, Platinum: Mais de 80 pontos

APÊNDICE 1 - Plantas Arquitetônicas da Edificação Existente



1 PLANTA BAIXA TÉRREO
ESCALA 1:100



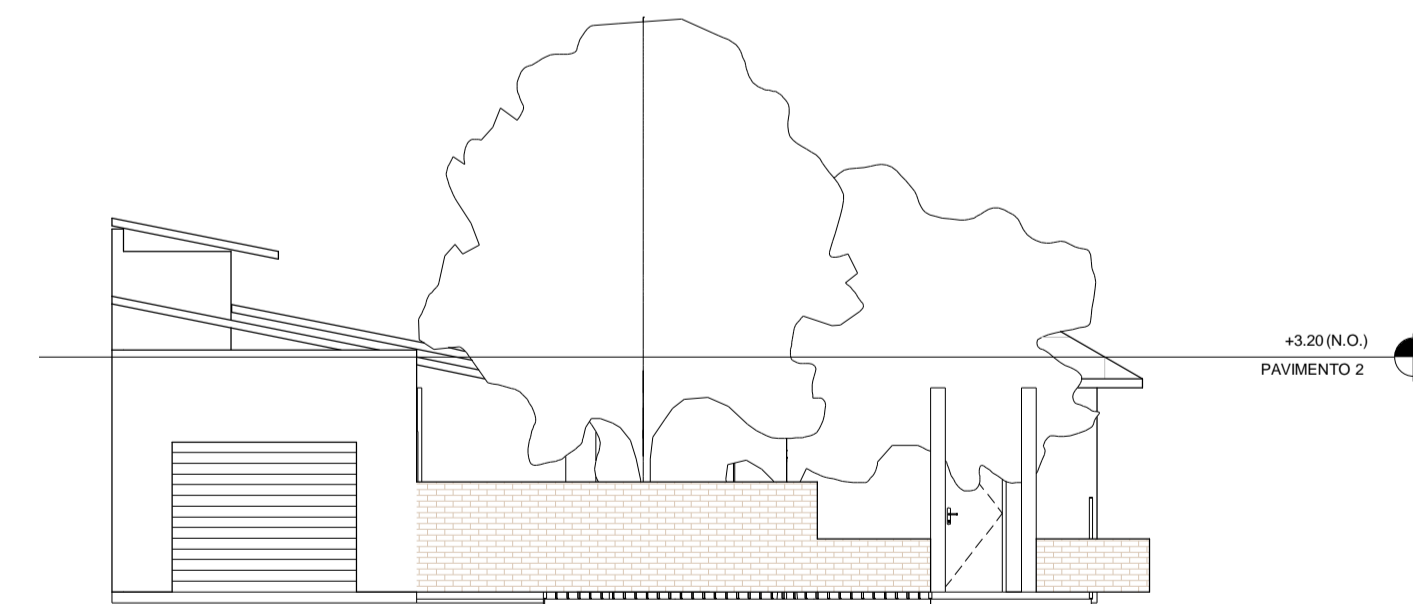
2 PLANTA DE COBERTURA
ESCALA 1:100



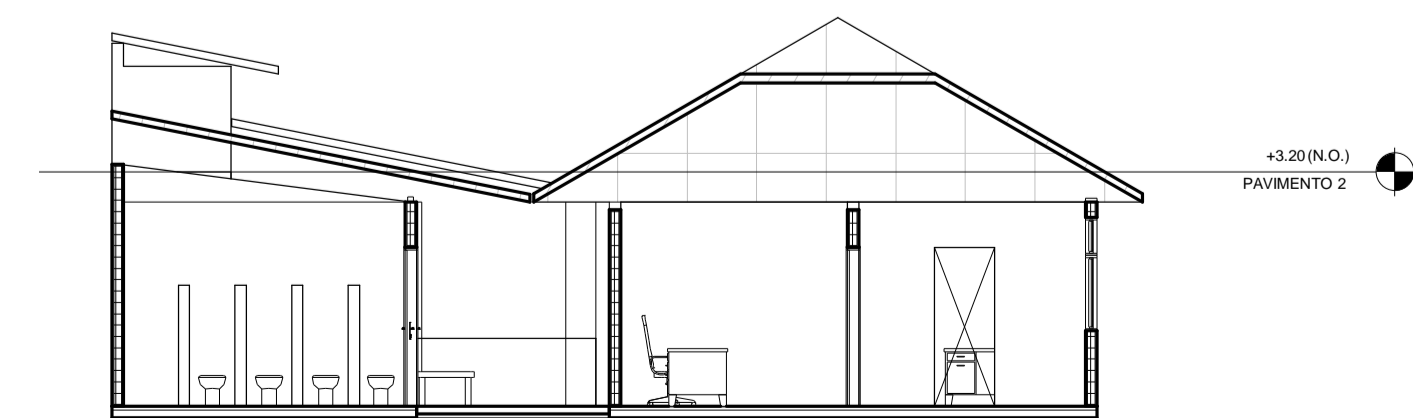
6 PERSPECTIVA
ESCALA ----



3 FACHADA LESTE
ESCALA 1:100



4 FACHADA SUL
ESCALA 1:100



5 CORTE B
ESCALA 1:100

ST	QD	LT	VL	SLT
12A	32B	1456		

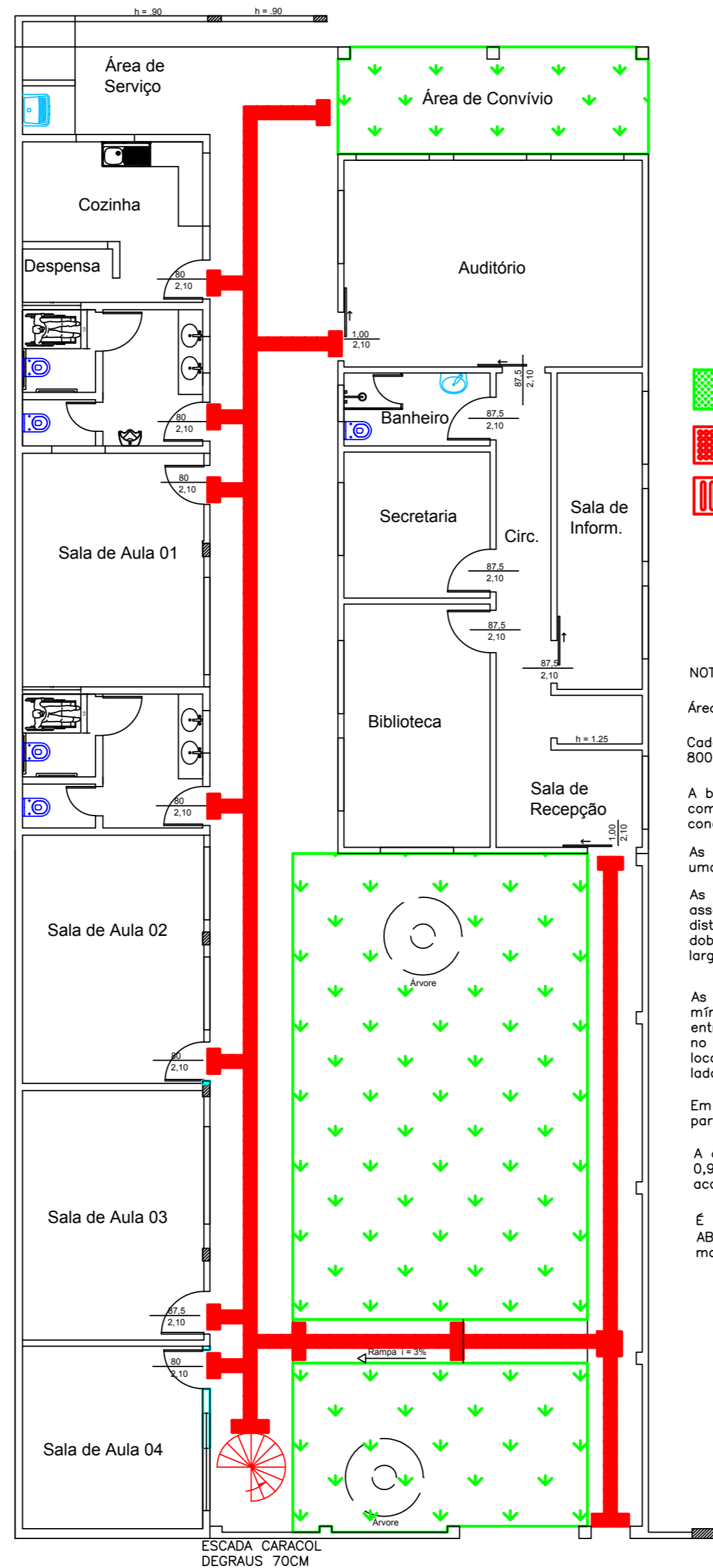
PROPRIETÁRIO: CENTRO DE ESTUDOS PROJETO PAPUCAIA

PROJETO: LUIZ FILIPE HERMES CALVI




CONSTRUÇÃO: A DEFINIR

FOLHA P01/02		PROJETO: PROJETO ARQUITETÔNICO EXISTENTE	
		LOCAL: CACHOEIRAS DE MACACU/RJ	
		PROPRIETÁRIO: CENTRO DE ESTUDOS PROJETO PAPUCAIA	
DESENHO	RESPONSÁVEL	INSC NA P.M.J.P.	RUBRICA
CÓPIA	Author		LUIZ FILIPE HERMES CALVI
VISTO	Author		ART -
ESCALAS	DESENHO(S)	INSC NA P.M.J.P.	
	PLANTA BAIXA TÉRREO	ÁREA DO TERRENO: 397,80 m²	ÁREA PROJEÇÃO:
	CORTE	ÁREA DA CONST.: 207,43 m²	ÁREA PERMEÁVEL:
	FACHADAS	TX DE OCUPAÇÃO: 52%	
	COBERTURA	ÍNDICE DE APROV.: 0,52	
		INSC NA P.M.J.P.	
		ART -	
		INSC NA P.M.J.P.	

APÊNDICE 2 - Plantas de Acessibilidade e Pavimento



LEGENDA:

-  Concregrama
-  Piso Tátil de Alerta 25x25cm
-  Piso Tátil Direcional 25x25cm

NOTA:

Área de concregrama (Permeabilizada) = 92,22 m².

Cada Banheiro PNE tem duas barras de apoio Inox 800mm.

A base do caminho com o piso tátil visual é feita com contrapiso de concreto e não com o concregrama

As portas terão maçanetas tipo alavanca, instaladas a uma altura entre 0,90 m e 1,10 m.

As portas de sanitários terão puxador horizontal, associado à maçaneta. Estará localizado a uma distância de 10 cm da face onde se encontra a dobradiça e com comprimento igual à metade da largura da porta.

As portas do tipo vaivém terão visor com largura mínima de 0,20 m, tendo sua face inferior situada entre 0,40 m e 0,90 m do piso, e a face superior no mínimo a 1,50 m do piso. O visor estará localizado entre o eixo vertical central da porta e o lado oposto às dobradiças da porta.

Em portas de correr, a instalação de trilhos será na parte superior

A altura do espelho da borda inferior dos banheiros é 0,90 m e a borda superior de 1,80 m do piso acabado.

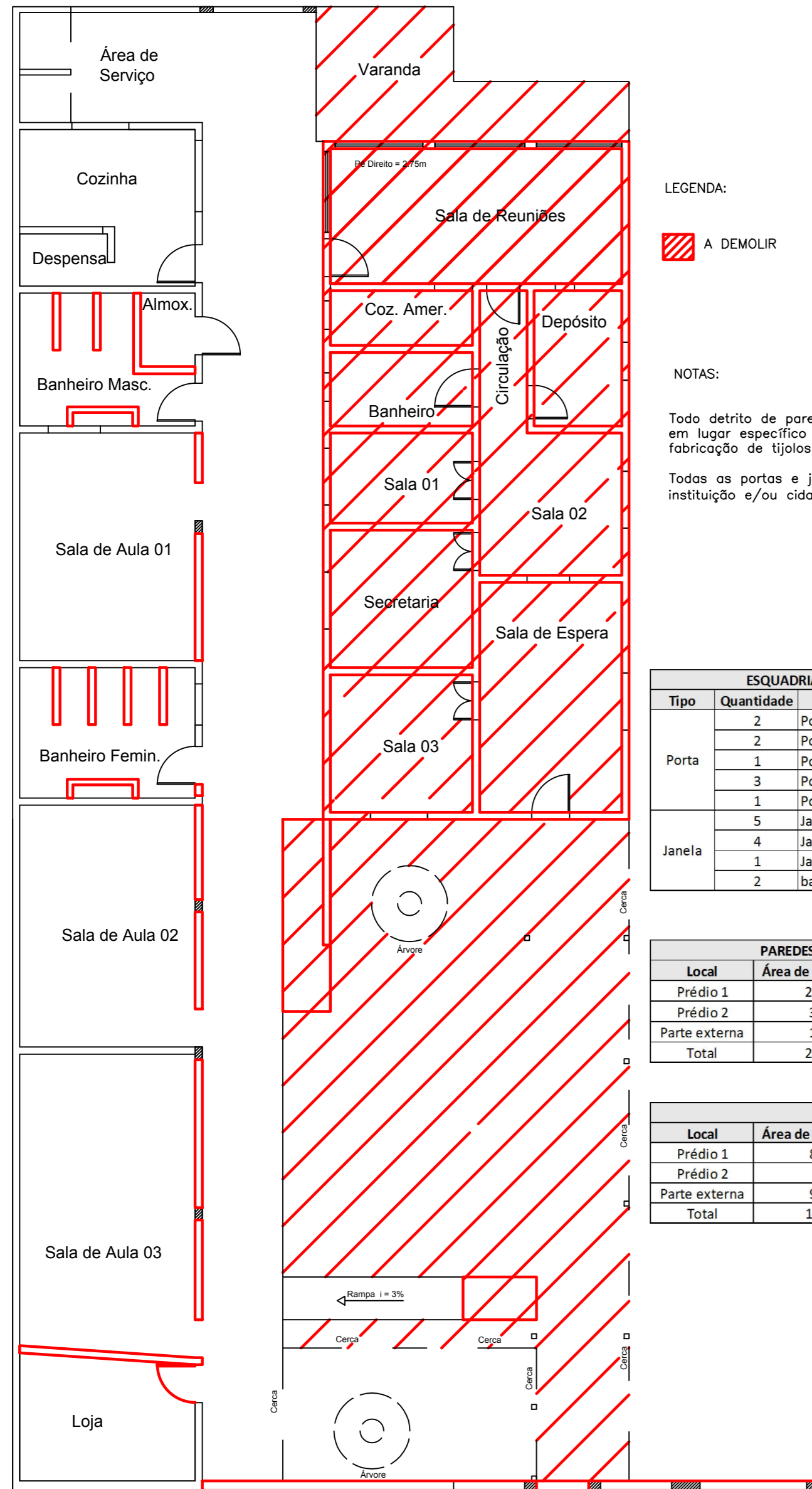
É bom salientar que este projeto é embasado na ABNT NBR 9050/2004 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

1 PLANTA DE ACESSIBILIDADE E PAVIMENTO
ESCALA 1:100

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE TECNOLOGIA

CURSO:	ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA:	MONOGRAFIA
ORIENTADOR:	ASSED NAKED HADDAD E ALINE PIRES VERÓL
ASSUNTO:	PLANTA DE ACESSIBILIDADE E PAVIMENTO
FOLHA:	01
ALUNO:	
DATA:	
ESCALA:	

APÊNDICE 3 - Plantas de Demolição e Modular com Tijolo Ecológico



LEGENDA:

A DEMOLIR

NOTAS:

Todo detrito de parede e pavimento será acumulado em lugar específico para futuro aproveitamento na fabricação de tijolos ecológicos.

Todas as portas e janelas serão doadas para alguma instituição e/ou cidadão que necessite.

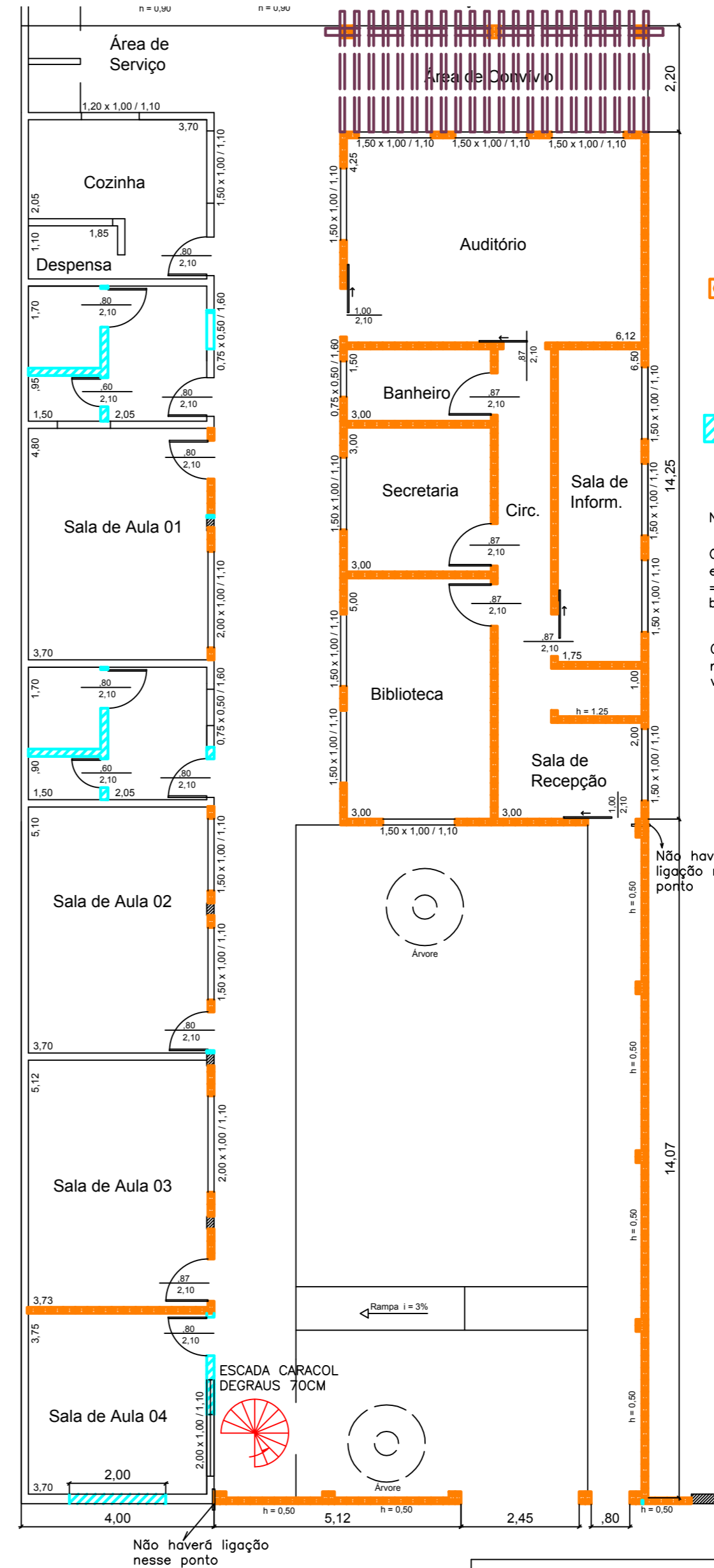
ESQUADRIAS A SEREM RETIRADAS		
Tipo	Quantidade	Especificação
Porta	2	Porta de ferro 80x210cm
	2	Porta de madeira 80x210cm
	1	Porta de madeira 70x210cm
	3	Porta de madeira 2 folhas 80x210cm
Janela	1	Portão de ferro 1,10cm
	5	Janela de ferro 1,20x1,00cm
	4	Janela de ferro 1,80x1,60cm
	1	Janela de ferro 0,80x1,00cm
	2	basculante 0,60x0,60cm

PAREDES A SEREM DEMOLIDAS		
Local	Área de Parede (m²)	Volume de Parede (m³)
Prédio 1	209,44	31,42
Prédio 2	30,95	4,64
Parte externa	15,84	2,38
Total	256,23	38,43

PISOS A SEREM DEMOLIDAS			
Local	Área de Parede (m²)	Volume de Parede (m³)	Observação
Prédio 1	86,10	2,58	Retirada do piso cerâmico
Prédio 2	-	-	
Parte externa	97,70	2,93	Retirada do concreto
Total	183,80	5,51	

1 PLANTA DE DEMOLIÇÃO

ESCALA 1:100



LEGENDA:

Tijolo Ecológico 25x12,5x6,25cm

Tijolo Ecológico (meio) 12,5x12,5x6,25cm

Graute - cimento, areia, pedrisco (1:2:1) e vergalhão 5/16 "(8mm)

Parede com tijolo cerâmico a construir

NOTA:

O muro será composto por colunas com tijolo ecológico grauteado, base de tijolo ecológico (8 fiadas = 0,50m) e sobre a base será colocada a grade em barra de ferro que vai ser chumbada nas colunas

Conforme a NBR 10834 serão feitos ensaios de resistência do tijolo, absorção (NBR 8492) e verificação das dimensões.

2 PLANTA MODULAR

ESCALA 1:100

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO CENTRO DE TECNOLOGIA

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

DISCIPLINA: MONOGRAFIA

ORIENTADOR: ASSED NAKED HADDAD E ALINE PIRES VERÓL

ASSUNTO: PLANTA DE DEMOLIÇÃO E PLANTA MODULAR COM TIJOLO ECOLÓGICO

FOLHA:

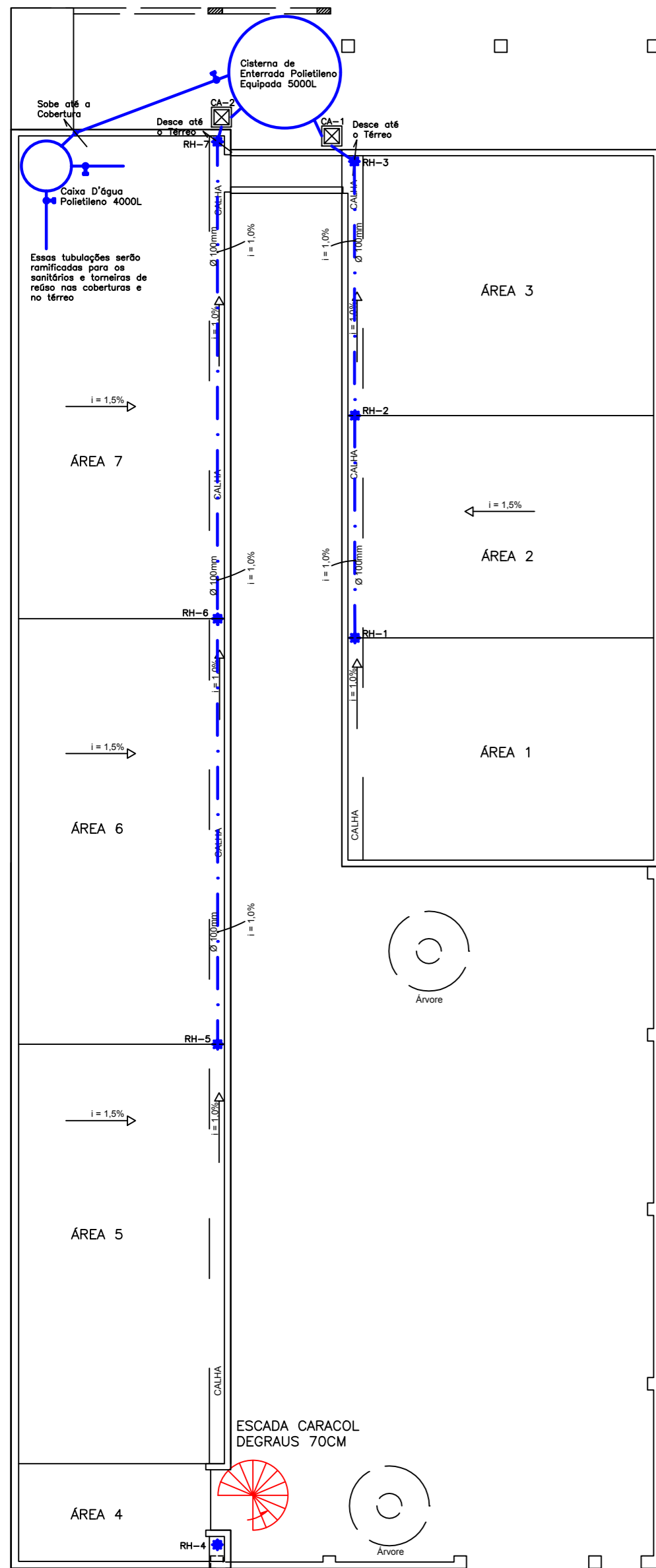
02

ALUNO:

DATA:

ESCALA:

APÊNDICE 4 – Projeto de Captação de Águas Pluviais e Instalações de Água de Reuso



LEGENDA:

- AP-xx ÁGUAS PLUVIAIS
- Ø DIÂMETRO
- TUBO DE ÁGUAS PLUVIAIS
- HALO HEMISFÉRICO EM PLANTA
- REGISTRO DE GAVETA
- CA-xx CAIXA DE AREIA

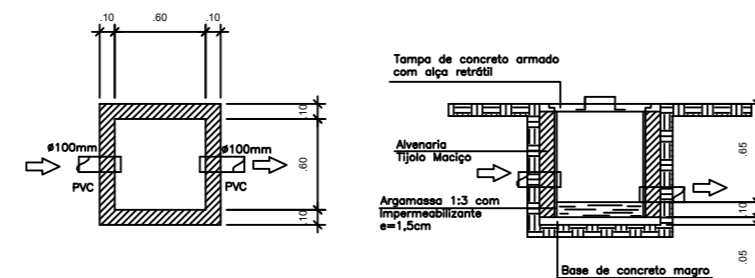
NOTAS:

Haverá uma torneiras para regagem na cobertura do prédio 2, uma na cobertura do prédio 1 e duas no pátio do térreo (águas de reúso).

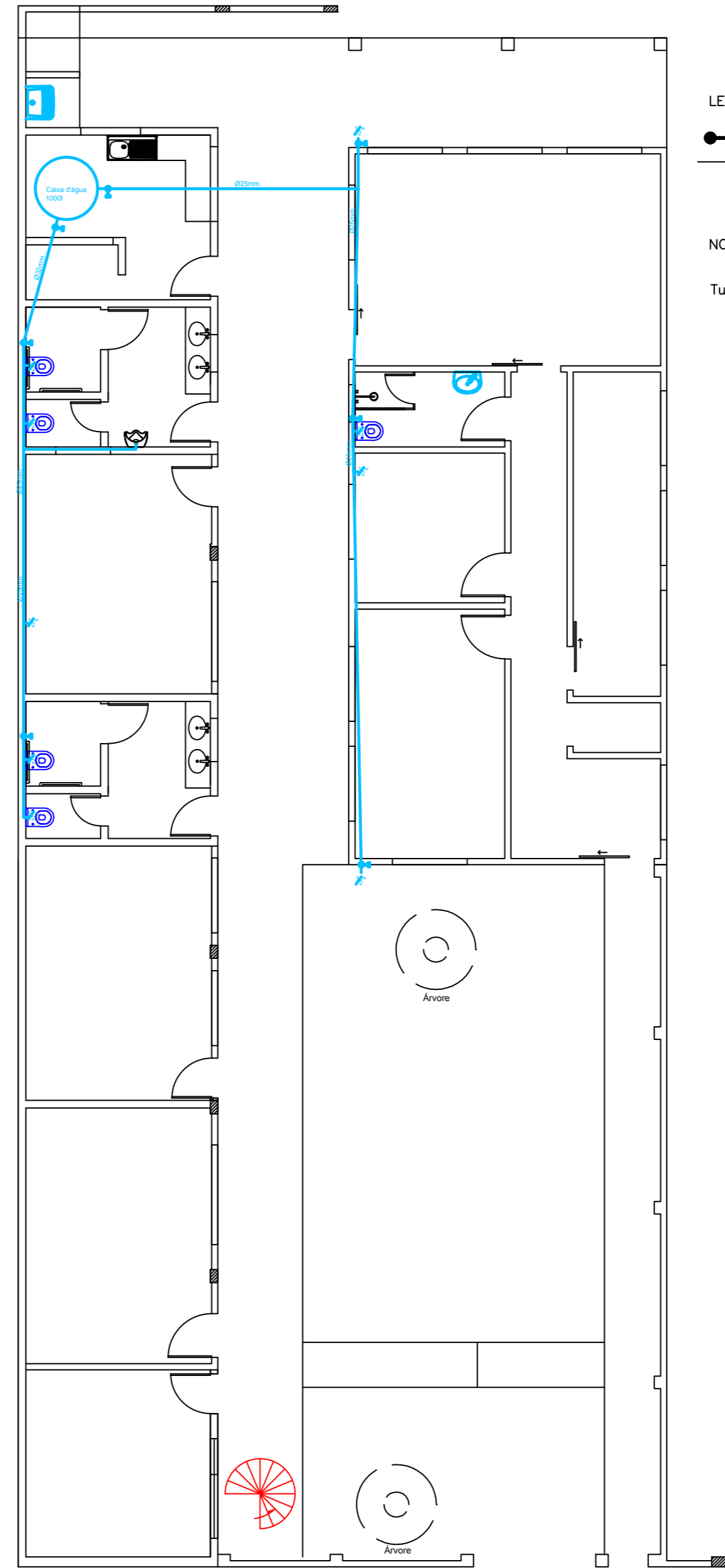
A água no reservatório pluvial será destinada às torneiras de regagem e lavagem, e nos sanitário. Este sistema estará interligado com a caixa d'água abastecida com a água da rua, caso falte água pluvial.

Embaixo do Beiral, na laje, passará um tubo de PVC de 100mm para conduzir a água pluvial dos ralos para a caixa de areia.

Equipamentos hidráulicos que serão instalados no prédios 1 e 2: Válvula de descarga duplo fluxo; arejadores e temporizadores nas torneiras.



CAIXA DE AREIA
ESCALA 1:50



LEGENDA:

- Registro de Gaveto
- Tubulação de Água de Reúso

NOTAS:

Tubulações não cotadas são de

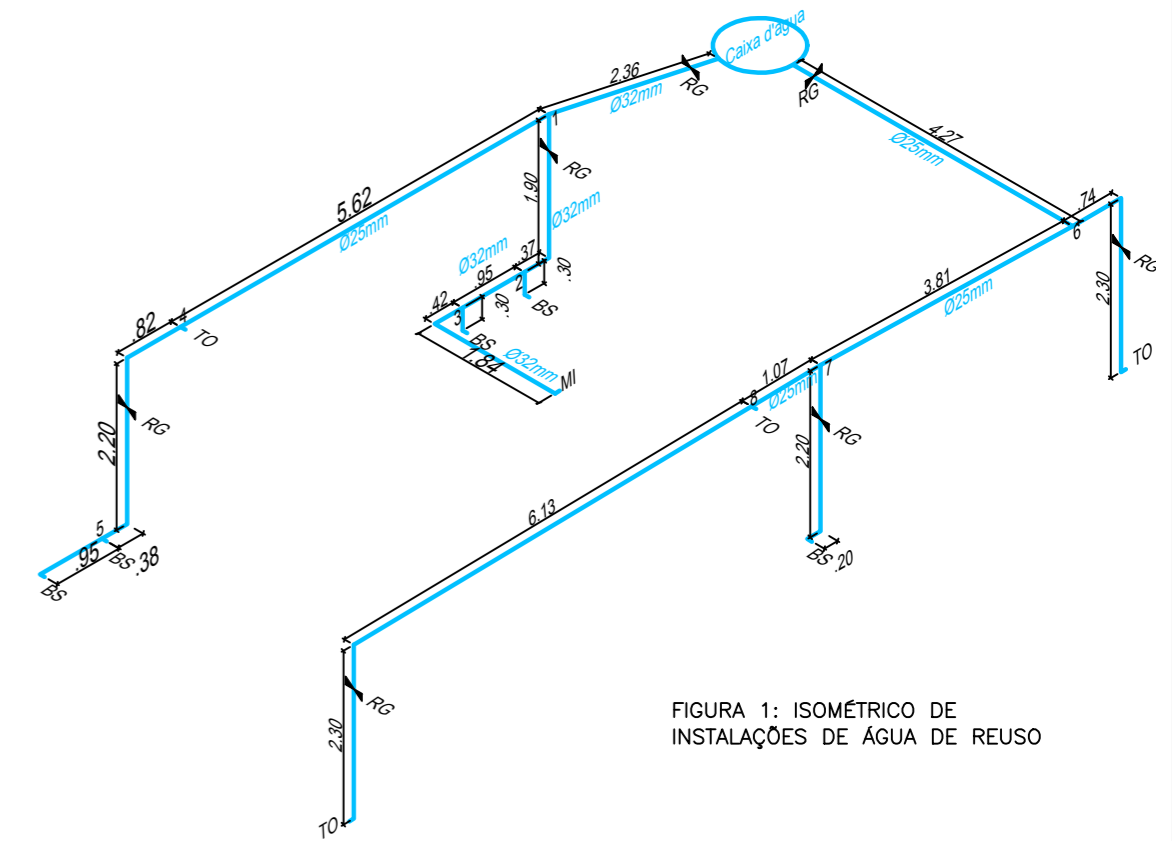


FIGURA 1: ISOMÉTRICO DE INSTALAÇÕES DE ÁGUA DE REÚSO

Nota: Tubulações não cotadas são de 20mm

1 PLANTA DE INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS

ESCALA 1:100

2 PLANTA DE INSTALAÇÕES DE ÁGUAS DE REÚSO

ESCALA 1:100

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE TECNOLOGIA

CURSO:	ENGENHARIA CIVIL	FOLHA:	04
DISCIPLINA:	MONOGRAFIA		
ORIENTADOR:	ASSED NAKED HADDAD E ALINE VERÓL		
ASSUNTO:	PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL E INSTALAÇÕES DE ÁGUAS DE REÚSO		
ALUNO:		DATA:	
		ESCALA:	

1. INTRODUÇÃO

Este memorial visa apresentar os procedimentos necessários aos projetos de instalações de drenagem de águas pluviais, visando garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia. Serão dimensionados a capacidade dos Reservatórios (de acumulação e, se houver, de retardo), intensidade pluviométrica, vazões de projeto, áreas de contribuição, calhas, condutores verticais e condutores horizontais. Todas as informações contidas no presente memorial seguem as normas vigentes até a presente data.

2. CONCEPÇÃO

2.1. Projeto

Projeto de Instalações Prediais de Águas Pluviais

2.2. Endereço

Av. Governador Roberto Silveira 472 – N.S. Conceição, Cachoeiras de Macacu – RJ.

2.3. Tipologia Arquitetônica

Duas edificações Institucionais: Edificações com 1 pavimento. Prédio 1: auditório, banheiro, biblioteca, secretaria, sala de informática e sala de recepção; prédio 2: cozinha, banheiro masculino e feminino, 4 (quatro) salas de aula.

2.4. Disponibilidade e Demanda

AMAE – Autarquia Municipal de Água Esgoto.

2.5. Materiais

Calha – concreto liso

Condutores verticais e horizontais – PVC rígido

2.6. Normas Técnicas

NBR 10844;

1. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10844 –
INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS

RESOLUÇÃO CONJUNTA SMG/SMO/SMU nº 001 de 27 de janeiro de 2005.

1. DIMENSIONAMENTO

1.1. CAPACIDADE DOS RESERVATÓRIOS

Antes de iniciarmos o dimensionamento é necessário averiguar em que situação nos encontramos, segundo alguns critérios da RESOLUÇÃO CONJUNTA SMG/SMO/SMU nº001 de 27 de janeiro de 2005. Segue abaixo:

- Art. 1º - Fica obrigatória, nos empreendimentos novos, públicos e privados que tenham área impermeabilizada igual ou superior a quinhentos metros quadrados, a construção de reservatório de retardo destinado ao acúmulo das águas pluviais e posterior descarga para a rede de drenagem e de um outro reservatório de acumulação das águas pluviais para fins não potáveis, quando couber.
- Art. 2º - No caso de novas edificações residenciais multifamiliares, industriais comerciais ou mistas, públicas ou privadas que apresentem área do pavimento do telhado igual ou superior a quinhentos metros quadrados, e no caso de residências multifamiliares com cinquenta ou mais unidades, será obrigatória a existência do reservatório de acumulação de águas pluviais para fins não potáveis e, pelo menos um ponto de água destinado a essa finalidade, sendo a capacidade mínima do reservatório calculada somente em relação às águas captadas do telhado.

Seguindo esses critérios averiguamos que:

- Área do Telhado: Prédio 1 = 86,55 m², Prédio 2 = 117,35 m². Total = 203,90 m² -> não ultrapassa os 500m² estabelecido pela norma, o que significa que não será necessário ter um reservatório de acumulação de água pluviais para fins de uso não humano. No entanto, por escolha do projetista será feito um reservatório de acumulação. A área apresentada está representada em planta.
- Área impermeável = considerará a área total do terreno = 202,00 m² -> não ultrapassa os 500 m² estabelecidos na norma, logo não será necessário um reservatório de retardo. A área apresentada está representada em planta.

Deve-se seguir também outros critérios segundo alguns artigos da Resolução Conjunta para uma correta elaboração de projeto:

- Art. 6º - As águas captadas nos telhados terão destinação menos nobre, só podendo serem utilizadas em lavagens de automóveis, pisos e regas de jardins.
- Art. 9º - O ponto de água destinado a utilização das águas reservadas, deverá estar localizado a uma altura de 1,80 metros do piso acabado, em nicho com portinhola com fecho, perfeitamente identificada e com a seguinte inscrição:

“ÁGUA IMPRÓPRIA PARA CONSUMO HUMANO”
USAR SOMENTE PARAREGA DE JARDIM, LAVAGEM DE PISOS
EXTERNOS E AUTOMÓVEIS

- Art. 10º - As águas pluviais provenientes de pavimentos descobertos impermeáveis, tais como estacionamentos, pátios, etc. deverão ser diretamente encaminhadas ao reservatório de detenção/retardo.
§ 1º - As águas pluviais provenientes do extravasamento do reservatório destinado à acumulação de águas pluviais deverão ser encaminhadas ao reservatório de detenção/retardo.

1.1.1. RESERVATÓRIO DE ACUMULAÇÃO

É uma estrutura de armazenamento que tem a finalidade de receber as águas de chuva captadas nos telhados para fins de uso não humano. A capacidade do reservatório de acumulação deverá ser calculada com base na seguinte equação:

$$V = K \times Ai \times h = 2,14m^3$$

Onde:

V= volume do reservatório (m³);

K= coeficiente de abatimento; correspondente a 0,15;

Ai= área do telhado (m²); Ai= 203,90 m²

h= altura de chuva(m); correspondente a 0,07m na **área de planejamento 3**, que é o nosso caso.

Devido a demanda do consumo de água de reuso (4000 litros) **será utilizada uma cisterna em polietileno de alta densidade (PEAD) de 5000l** de capacidade. Com as seguintes dimensões: 184cm de altura e 224cm de diâmetro.

1.2. INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

A determinação da intensidade pluviométrica “I”, para fins de projeto, deve ser feita a partir da fixação de valores adequados para a duração de precipitação e o período de retorno. Tomam-se como base dados pluviométricos locais. Seguem os valores fixados que serão utilizados para a determinação de “I” a partir da **Figura 1**:

- Período de retorno: T=25 anos; para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.
- Duração de precipitação fixada em t=5min.
- Intensidade pluviométrica de Nova Friburgo/RJ (lugar mais próximo de Cachoeiras de Macacu na Tabela).

ANEXO - Tabela 5

Tabela 5 - Chuvas intensas no Brasil (Duração - 5min)

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
33 - Jacarezinho/PR	115	122	146 (11)
34 - João Pessoa/PB Pessoa/PB	115	140	163 (23)
35 - Juaretê/AM	192	240	288 (10)
36 - km 47 - Rodovia Presidente Dutra/RJ	122	164	174 (14)
37 - Lins/SP	96	122	137 (13)
38 - Maceió/AL	102	122	174
39 - Manaus/AM	138	180	198
40 - Natal/RN	113	120	143 (16)
41 - Nazaré/PE	118	134	155 (16)
42 - Niterói/RJ	130	183	250
43 - Nova Friburgo/RJ	120	124	158

FIGURA 1 – PARTE DA TABELA DE CHUVAS INTENSAS DO BRASIL COM DURAÇÃO DE t=5MIN.

Então, entrando com os fatores dados acima na tabela da **figura 1**, temos I=158mm/h.

1.3. VAZÕES DE PROJETO E ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

Observações sobre coberturas horizontais de laje devem ser consideradas na hora de se fazer o projeto:

- As coberturas horizontais de laje devem ser projetadas para evitar “empocamento”.
- As superfícies horizontais de laje devem ter declividade mínima de 0,5%, de modo que garanta o escoamento das águas pluviais, até os pontos de drenagem previstos.

- As drenagens devem ser feitas com mais de uma saída.
- Quando necessário, a cobertura deve ser subdividida em áreas menores com caimentos de orientações diferentes, para evitar grandes percursos de água.
- Os trechos de linha perimetral da cobertura e das eventuais aberturas na cobertura que possam receber água, em virtude do caimento, devem ser dotados de calha.
- Os ralos hemisféricos devem ser usados onde os ralos planos possam causar obstruções.

A vazão de projeto deve ser calculada pela fórmula:

$$Q = I \times A \div 60$$

Onde,

Q = vazão de projeto (L/min)

I = intensidade pluviométrica (mm/h)

A = área de contribuição (m²)

No cálculo das áreas de contribuição, devem-se considerar os incrementos devidos à inclinação da cobertura e as paredes que interceptam água de chuva, que também deve ser drenada pela cobertura. Segue o cálculo das áreas com a figura que representa seu tipo de superfície:

- A área que segue uma superfície plana horizontal (**FIGURA 2**), (**TABELA 1**).

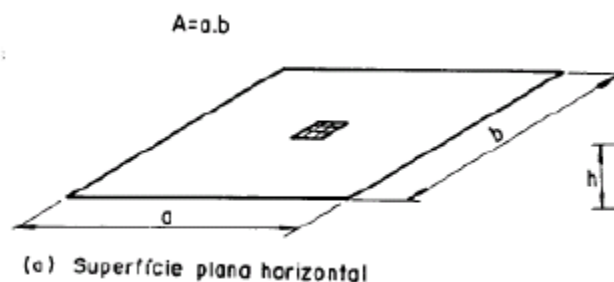


FIGURA 2 – SUPERFÍCIE PLANA HORIZONTAL

Prédio 1							
Área	a	b	h	ÁREA (m ²)	I (mm/h)	Vazão	Q (L/min)
A1	6,13	4,46	-	27,32	156	Q1	71,03
A2	6,13	4,46	-	27,32	156	Q2	71,03
A3	6,13	5,21	-	31,91	156	Q3	82,97
Prédio 2							
A4	3,85	1,96	-	7,55	156	Q4	19,62

A5	4,13	8,41	-	34,69	156	Q5	90,20
A6	4,13	8,53	-	35,19	156	Q6	91,48
A7	4,13	9,68	-	39,93	156	Q7	103,82

TABELA 1 – ÁREA, INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA E VAZÃO

1.4. CALHAS

O dimensionamento das calhas deve ser feito através da fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = K \times \frac{S}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Onde,

Q = vazão de projeto (L/min)

S = área da seção molhada (m²)

n= coeficiente de rugosidade

R = raio hidráulico (m)

i= declividade da calha (m/m)

K = 60.000

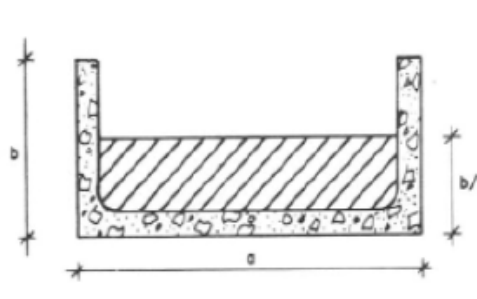
A **Tabela 2** a seguir indica os coeficientes de rugosidade dos materiais normalmente utilizadas na confecção de calhas. E a **Tabela 3** a seguir fornece as capacidades de calhas retangulares, usando coeficiente de rugosidade (n=0,012) para alguns valores de declividade, os valores foram calculados utilizando a fórmula acima, com lâmina de água igual a metade do diâmetro interno. Seguem alguns dados para dar entrada nas tabelas que serão utilizados nesse projeto:

- Material das calhas de concreto alisado;
- Calha retangular;
- Declividade de 1%.

Material	n
plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
cerâmica, concreto não-alisado	0,013
alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

TABELA 2 – COEFICIENTE DE RUGOSIDADE

Capacidade de calhas retangulares de concreto liso (Lâmina d'água igual a meia altura; $n = 0,012$) (Vazões em litros/minuto)				
Dimensões (m)		Declividades		
a (largura)	b (altura)	0,5%	1%	2%
0,20	0,10	366	518	732
0,30	0,20	1626	2299	3251
0,40	0,30	4124	5832	8248
0,50	0,40	8171	11656	16343
0,60	0,50	14050	19870	28100
0,70	0,60	22022	31144	44044
0,80	0,70	32334	45727	64668
0,90	0,80	45220	63950	90439
1,00	0,90	60903	86130	121806



$$Q = \frac{K \cdot S \cdot \sqrt[3]{R_H^2} \cdot \sqrt{i}}{n}$$

$$S = a \cdot \frac{b}{2}$$

$$R_H = \frac{S}{P} = \frac{a \cdot \frac{b}{2}}{a + 2 \cdot \frac{b}{2}} = \frac{a \cdot b}{2(a+b)}$$

TABELA 3 – CAPACIDADE DE CALHAS RETANGULARES

Assim, as vazões que contribuem para cada calha, as dimensões consideradas para o cálculo, a partir da tabela, e as dimensões adotadas encontram-se na **Tabela 4**.

Calha	Vazões	Total (L/min)	Dimensões	Dimensões Adotadas
Calha Prédio 1	Q1+Q2+Q3	225,02	0,20x0,10	0,30x0,10
Calha Prédio 2	Q5+Q6+Q7	285,50	0,20x0,10	0,30x0,10

TABELA 4 – DIMENSÕES DAS CALHAS.

1.5. CONDUTORES VERTICAIS

O dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito a partir dos seguintes dados:

- Q = vazão de projeto (L/min), vazão correspondente a contribuição de cada calha em cada condutor vertical;
- H = altura da lâmina de água na calha (mm), que será H=5cm;
- L = comprimento do condutor vertical, que nesse caso será L=3,00m.

Alguns critérios devem ser seguidos na hora de projetar:

- Os condutores verticais devem ser projetados, sempre que possível, em uma só prumada. Quando houver necessidade desvio, devem ser usadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45° e devem ser previstas peças de inspeção.
- O diâmetro mínimo dos condutores verticais deve ser 70mm.
- O diâmetro interno do condutor vertical é obtido através do ábaco para calhas com saída em aresta viva encontrado na **figura 3**.

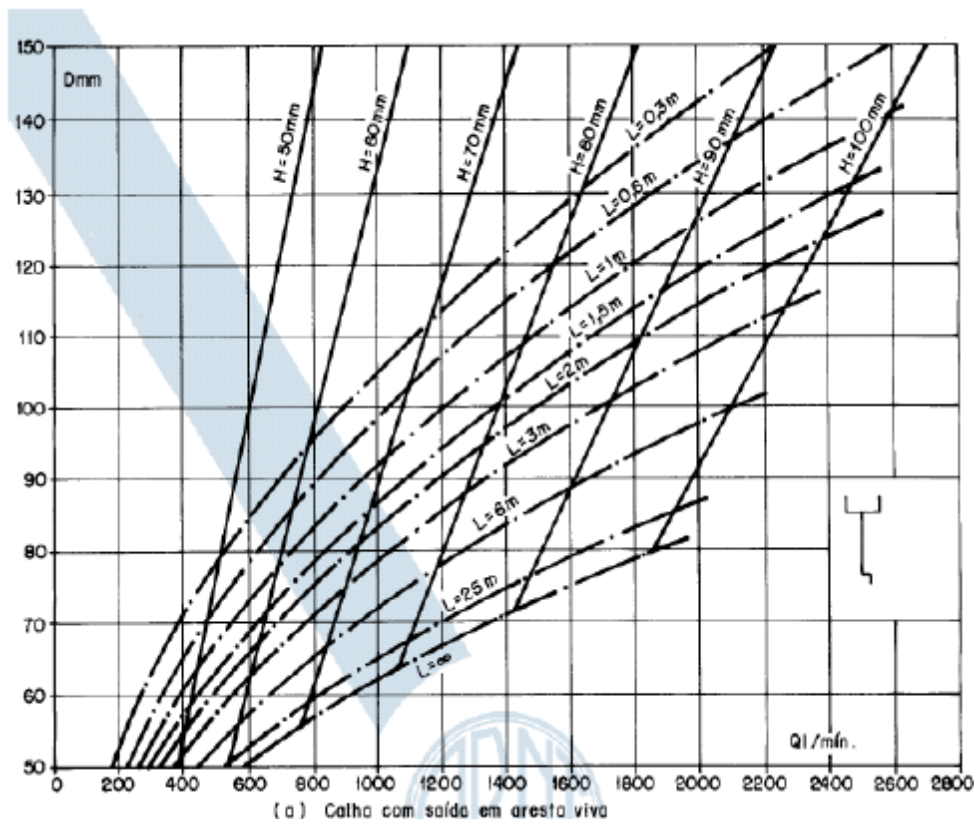


FIGURA 3 – ÁBACO PARA CALHAS COM SAÍDA EM ARESTA VIVA.

A partir deste ábaco, podemos retirar os diâmetros, nos casos onde a reta da vazão não intercepta a curva, deverá ser utilizado o diâmetro mínimo de

70mm. Segue a contribuição de cada calha nos condutores verticais e o diâmetro encontrado e o diâmetro adotado na **Tabela 5**.

Água Pluvial	Contribuição	Vazão (L/min)	Diâmetro Encontrado	Diâmetro Mínimo	Diâmetro Adotado
Prédio 1	Calha Prédio 1	225,02	Não interceptou a curva	70 mm	100 mm
Prédio 2	Calha Prédio 2	285,50	Não interceptou a curva	70 mm	100 mm

TABELA 5 – VAZÃO E DIÂMETRO DOS CONDUTORES VERTICAIS.

1.6. CONDUTORES HORIZONTAIS

O dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno (D) do tubo. As vazões para tubos de vários materiais e inclinações usuais estão indicadas na **Tabela 6**. Será utilizada uma inclinação de **1%** e um coeficiente de rugosidade **n= 0,011**. Todas as áreas de contribuição seguem uma superfície plana. Segue na **Tabela 7** o dimensionamento das áreas e dos tubos horizontais entre os ralos e que chegam nas caixas de areia. A ligação entre os condutores verticais e horizontais é sempre feita por curva de raio longo, com inspeção ou caixa de areia (o que será utilizado), estando o condutor horizontal aparente ou enterrado.

Diâmetro interno (D) (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013				
	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

TABELA 6 – CAPACIDADE DE CONDUTORES HORIZONTAIS DE SEÇÃO CIRCULAR

Prédio 1		
Tubos	Vazão (L/min)	Diâmetro (mm)
RH1 - RH2	71,03	75
RH2 - RH3	142,05	100
RH3 – CA1	225,02	100
Prédio 2		
RH5 - RH6	90,20	75
RH6 - RH7	181,68	100
RH7 – CA2	285,50	100

TABELA 7 - DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES ENTRE RALOS E RESERVATÓRIO DE ACUMULAÇÃO.

Toda a tubulação entre os ralos e a caixa de areia será de PVC com o diâmetro de 100mm.

MEMORIAL DESCRITIVO

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho visa o dimensionamento e detalhamento das Instalações Prediais de Água Fria que serão supridas pelo reservatório de águas pluviais, tais como: bacias sanitárias e torneiras para água de reuso, de forma a cumprir as exigências técnicas mínimas quanto à higiene, segurança, economia e conforto.

2. CONCEPÇÃO

2.1. Projeto

Projeto de Instalações de Água de Reuso.

2.2. Endereço

Av. Governador Roberto Silveira 472 – N.S. Conceição, Cachoeiras de Macacu – RJ.

2.3. Tipologia Arquitetônica

Duas edificações Institucionais: Edificações com 1 pavimento. Prédio 1: auditório, banheiro, biblioteca, secretaria, sala de informática e sala de recepção; prédio 2: cozinha, banheiro masculino e feminino, 4 (quatro) salas de aula.

2.4. Disponibilidade e Demanda

AMAE – Autarquia Municipal de Água Esgoto.

2.5. Materiais

Água Fria – PVC.

2.6. Normas Técnicas

Água Fria – NBR5626.

2.7. Escolha do Sistema de Suprimento de Água Fria

Sistema Indireto por Gravidade –com Reservatório para águas pluviais Superior.

Obs.: Manutenção periódica do reservatório (6 em 6 meses)

2.8. Escolha do Sistema de Medição

Sistema de Medição Individualizada - Hidrômetro.

3. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1998) NBR 5626 –
Instalação predial de Água Fria, 1998, 41p.

MEMORIAL DE CÁLCULO

4. ÁGUA DE REUSO

4.1. Dimensionamento do Ramal

Tipo de construção	Consumo médio (litros/dia)
Alojamentos provisórios	80 por pessoa
Casas populares	120 por pessoa
Residências	150 por pessoa
Apartamentos	200 por pessoa
Hóteis	120 por pessoa
Escolas - internatos	150 por pessoa
Escolas - semi internatos	100 por pessoa
Escolas externatos	50 por pessoa
Quárteis	150 por pessoa
Edifícios públicos ou comerciais	50 por pessoa
Escritórios	50 por pessoa
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por Kg de roupa
Mercados	5 por m ²
Jardins	1,5 por m ²
Creches	50 por pessoa
Oficinas de costura	50 por pessoa

TABELA 1 – ESTIMATIVA DE CONSUMO PREDIAL DIÁRIO

Ambiente	Número de pessoas
Dormitório	2 pessoas
Dormitório de empregado(a)	1 pessoa

TABELA 2 – NÚMERO DE PESSOAS POR AMBIENTE

Considerando o estabelecimento como uma creche e/ou escola externato, podendo abrigar em torno de 70 pessoas, entre alunos e funcionários, consumindo 50l/dia cada, temos que:

$$80 \text{ pessoas} \times 50\text{l/dia} = 4000\text{l/dia}$$

4.2. Dimensionamento do Reservatório

O consumo diário calculado acima é de 4000 l/dia

Reservatório Superior – Caixa d'água:

$$V_{RS} = CD = 4000\text{l}$$

Reservatório Inferior – Cisterna

$$V_{RI} = 5000\text{l}$$

4.3. Dimensionamento da Tubulação de Recalque

De acordo com a fórmula de Forchheimer:

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

$$Q_{rec} = \frac{CD}{NF} \quad X = \frac{NF}{24}$$

CD = Consumo diário

NF = Horas diárias de funcionamento da bomba

Sabendo que CD = 4000 l/dia = 4,0 m³/dia e que será adotado um NF = 2,5h, temos que:

$$Q_{rec} = 1,6 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00044 \text{ m}^3/\text{s}$$

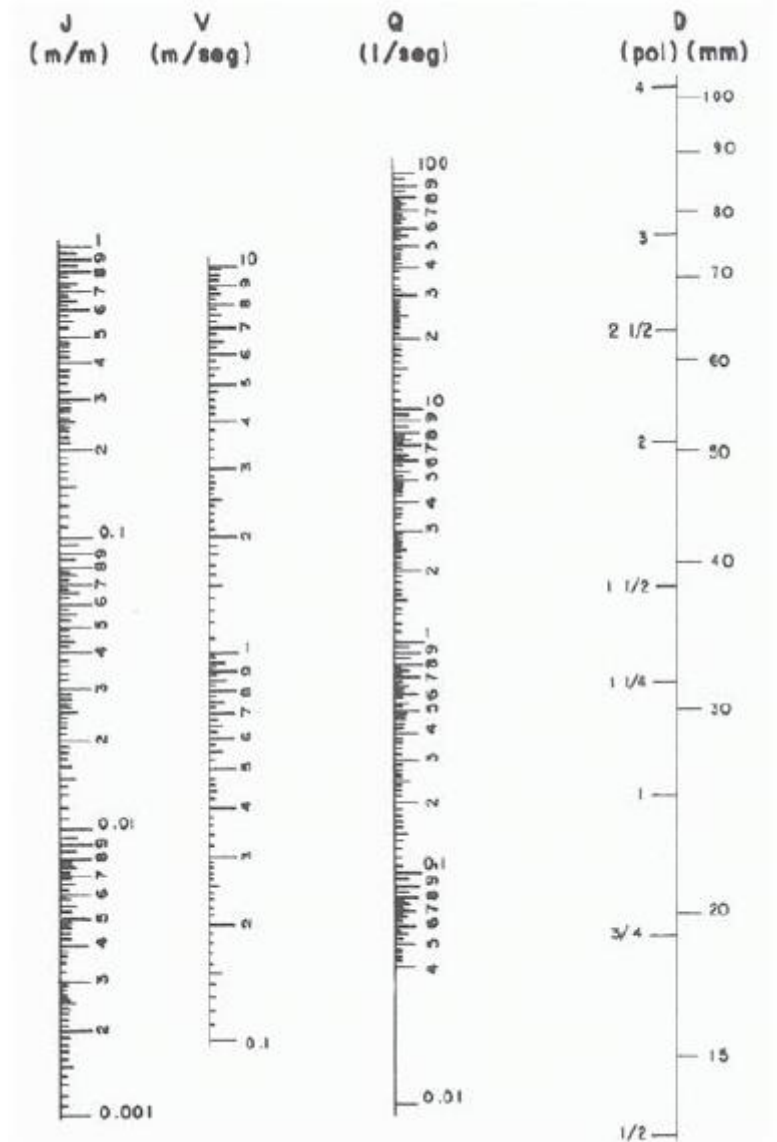
$$X = 0,104$$

$$D_{rec} = 15,49\text{mm}$$

De acordo com bitola mínima para tubulação soldável: $D_{rec} = 20 \text{ mm}$

VERIFICAÇÃO DA VELOCIDADE:

Tendo os dados de Vazão(Q) = 1,6 m³/h e o diâmetro D = 20 mm, consultando o ábaco de Fair-Whiple-Hsiao, é possível verificar a velocidade:



Sabendo que a velocidade em qualquer trecho da tubulação deve ser no máximo de 3m/s, conclui-se que a velocidade da tubulação de recalque atende ao critério estabelecido.

4.4. Dimensionamento da Tubulação de Sucção

Adota-se para a tubulação de sucção um diâmetro igual ou imediatamente superior ao diâmetro da tubulação de recalque, portanto:

Dsuc = 25 mm

4.5. Dimensionamento do Extravasor e Limpeza

Tubulação de limpeza deve ter diâmetro igual ao diâmetro de entrada da água, então:

D = 20 mm

2) Tubulação de extravasão deve ter diâmetro superior ao diâmetro de entrada de água e não menor que 1", então:

D = 32 mm

4.6. Dimensionamento do Ramal

O Ramal tem a função de abastecer os sub-ramais que são os pontos de consumo de água através da retirada de água do Barrilete. Primeiramente devemos dividir o sistema hidráulico em trechos e numerar os trechos sempre onde houver mudança de somatório de peso, de vazão ou de diâmetro, local considerado como nó.

O ramal foi dividido em x trechos. Assim, o sistema hidráulico da edificação considerada nesse projeto está representado na **FIGURA 1** e a divisão de trechos ficou estabelecida como segue abaixo:

Edificação	Pavimento	Trecho
Prédio 2	Térreo	Caixa d'água-1
	Térreo	1-2
	Térreo	2-BS
	Térreo	2-3
	Térreo	3-BS
	Térreo	3-MI
	Térreo	1-4
	Térreo	4-TO
	Térreo	4-5
	Térreo	5-BS
	Térreo	5-BS
Prédio 1	Térreo	Caixa d'água-6
	Térreo	6-TO
	Térreo	6-7

	Térreo	7-BS
	Térreo	7-8
	Térreo	8-TO
	Térreo	8-TO

TABELA 1-DIVISÃO DOS TRECHOS.

4.6.1. – Determinação dos pesos

O peso relativo de cada peça de utilização será determinado a partir da tabela abaixo:

Aparelho sanitário		Peças de Utilização	Vazão de Projeto (l/s)	Peso Relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,7	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,3	1
Bebedouro / Filtro		Registro de pressão	0,1	0,1
Bidê ou Ducha Higiénica		Misturador (água fria)	0,1	0,1
Chuveiro		Misturador (água fria)	0,2	0,4
Chuveiro Elétrico		Registro de pressão	0,1	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,3	1
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,5	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	0,1	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem		Torneira	0,2	0,4

TABELA 2 – VAZÃO E PESO RELATIVO DOS APARELHOS

Pelo traçado 3D (Isométrico) de Água de Reuso (FIGURA1), temos o que cada trecho irá abastecer apresentado na **tabela 3** a seguir:

Trecho	Peso
Caixa d'água-1	4,40
1-2	3,40
2-BS	0,30
2-3	3,10
3-BS	0,30

3-MI	2,80
1-4	1,00
4-TO	0,40
4-5	0,60
5-BS	0,30
5-BS	0,30
Caixa d'água-6	1,50
6-TO	0,40
6-7	1,10
7-BS	0,30
7-8	0,80
8-TO	0,40
8-TO	0,40

TABELA 3 – DETERMINAÇÃO DOS PESOS

4.6.2.– Cálculo da vazão de cada trecho

A vazão (Q) em cada trecho será calculada a partir da seguinte fórmula:

$$Q = 0,3x \sqrt{\sum P},$$

onde ΣP representa o somatório de pesos no trecho. Essa fórmula fornece o valor da vazão em L/s. Os sub-ramais (trechos que alimentam um único ponto de utilização) devem ser calculados pela vazão e não pelo peso relativo.

A **tabela 4** a seguir contém os valores da vazão calculados em L/s e m³/s:

Trecho	Peso	Vazão	
		L/s	m ³ /s
Caixa d'água-1	4,40	0,63	0,0006
1-2	3,40	0,55	0,0006
2-BS	0,30	0,15	0,0002
2-3	3,10	0,53	0,0005
3-BS	0,30	0,15	0,0002
3-MI	2,80	0,50	0,0005
1-4	1,00	0,30	0,0003
4-TO	0,40	0,20	0,0002
4-5	0,60	0,23	0,0002
5-BS	0,30	0,15	0,0002
5-BS	0,30	0,15	0,0002
Caixa d'água-6	1,50	0,37	0,0004
6-TO	0,40	0,20	0,0002
6-7	1,10	0,31	0,0003
7-BS	0,30	0,15	0,0002

7-8	0,80	0,27	0,0003
8-TO	0,40	0,20	0,0002
8-TO	0,40	0,20	0,0002

TABELA 4- TRECHO E SEU RESPECTIVO PESO E VAZÃO

4.6.3. – Diâmetros

Os diâmetros das tubulações foram arbitrados, de forma a se obter velocidades inferiores a 3m/s e próximas de 1m/s, conforme mostrado na **tabela 5** abaixo:

Trecho	Diâmetro	
	DN (mm)	DI (mm)
Caixa d'água-1	32	27,6
1-2	32	27,6
2-BS	20	17
2-3	32	27,6
3-BS	20	17
3-MI	32	27,6
1-4	25	21,6
4-TO	20	17
4-5	20	17
5-BS	20	17
5-BS	20	17
Caixa d'água-6	25	21,6
6-TO	20	17
6-7	25	21,6
7-BS	20	17
7-8	25	21,6
8-TO	20	17
8-TO	20	17

TABELA 5 - DIÂMETROS

4.6.4. – Cálculo da área e da velocidade

A área (A) e a velocidade (V) serão calculadas utilizando as seguintes fórmulas:

$$A = \frac{\pi \times DI^2}{4}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

onde DI é o diâmetro interno e Q é a vazão.

Os resultados destes cálculos podem ser encontrados na **tabela 6** a seguir:

Trecho	Peso	Área	Velocidade
		m ²	m/s
Caixa d'água-1	4,40	0,00060	1,05
1-2	3,40	0,00060	0,92
2-BS	0,30	0,00023	0,66
2-3	3,10	0,00060	0,88
3-BS	0,30	0,00023	0,66
3-MI	2,80	0,00060	0,84
1-4	1,00	0,00037	0,82
4-TO	0,40	0,00023	0,88
4-5	0,60	0,00023	1,02
5-BS	0,30	0,00023	0,66
5-BS	0,30	0,00023	0,66
Caixa d'água-6	1,50	0,00037	1,00
6-TO	0,40	0,00023	0,88
6-7	1,10	0,00037	0,86
7-BS	0,30	0,00023	0,66
7-8	0,80	0,00037	0,73
8-TO	0,40	0,00023	0,88
8-TO	0,40	0,00023	0,88

TABELA 6 – ÁREA E VELOCIDADE

4.6.5. – Cálculo dos comprimentos

4.6.5.1 – Comprimento Real

Os comprimentos reais de cada trecho foram calculados a partir do croquis do **RAMAL - ÁGUA DE REUSO (FIGURA 1)**, considerando as distâncias horizontais e verticais. Os comprimentos reais são mostrados na **tabela 7** abaixo:

Pavimento	Trecho	Comprimento (m)
		Real
Térreo	Caixa d'água-1	2,36
Térreo	1-2	2,27
Térreo	2-BS	0,30
Térreo	2-3	0,95
Térreo	3-BS	0,3

Térreo	3-MI	2,26
Térreo	1-4	5,62
Térreo	4-TO	0
Térreo	4-5	3,4
Térreo	5-BS	0
Térreo	5-BS	0,95
Térreo	Caixa d'água-6	4,27
Térreo	6-TO	3,04
Térreo	6-7	3,81
Térreo	7-BS	2,4
Térreo	7-8	1,07
Térreo	8-TO	6,13
Térreo	8-TO	2,3

TABELA 7 – COMPRIMENTOS REAIS DOS TRECHOS

4.6.5.2 – Comprimento Equivalente

O comprimento equivalente é dado pelas perdas de carga das conexões dos trechos definidos. Os comprimentos equivalentes de cada conexão foram obtidos a partir da **tabela 8** abaixo, sendo que a última conexão de cada trecho só é considerada no trecho seguinte.

Tabela - Comprimento Equivalente para Tubos Lisos (PVC rígido ou cobre)

DIÂMETRO NOMINAL		JOELHO 90°	JOELHO 45°	CURVA		TÊ 90° PASS. DIRETA	TÊ 90° SAÍDA DE LADO	TÊ 90° SAÍDA LATERAL	ENFIDA NORMAL	ENFIDA DE ESCADA	SAÍDA DE CANALIZ.	VÁLVULA DE PÉ ESCRIVO	VÁLVULA RETENÇÃO		REG. GLOBO ABERTO	REG. GAVETA ABERTO	REG. ÂNGULO ABERTO
DN	(Ref)			90°	45°								TIPO LEVE	TIPO PESADO			
mm	(pol.)																
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

TABELA 8 – COMPRIMENTO EQUIVALENTE DAS CONEXÕES

- Tabelas dos Trechos e suas respectivas conexões, diâmetros e perdas:

Trecho Caixa d'água-1			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
32	Saída de canalização	1	1,4
32	Registro de Gaveta	1	0,4
Total			1,8

Trecho 1-2			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
32	tê saída de lado	1	4,6
32	Registro de Gaveta	1	0,4
32	Joelho 90°	1	2
Total			7

Trecho 2-BS			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê saída de lado	1	2,4
20	Joelho 90°	1	1,2
Total			3,6

Trecho 2-3			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê passa direto	1	0,8
Total			0,8

Trecho 3-BS			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê saída de lado	1	2,4
20	Joelho 90°	1	1,2
Total			3,6

Trecho 3-Mi			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
32	tê passa direto	1	1,5
32	Joelho 90°	2	4
Total			5,5

Trecho 1-4			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
25	tê passa direto	1	0,9
Total			0,9

Trecho 4-TO			
--------------------	--	--	--

Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê saída de lado	1	2,4
Total			2,4

Trecho 4-5			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê passa direto	1	0,8
20	Joelho 90°	2	2,4
Total			3,2

Trecho 5-BS			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê saída de lado	1	2,4
Total			2,4

Trecho 3-Mi			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê passa direto	1	0,8
20	Joelho 90°	1	1,2
Total			2

Trecho Caixa d'água-6			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
25	Saída de canalização	1	1,3
25	Registro de gaveta	1	0,3
Total			1,6

Trecho 6-To			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê saída bilateral	1	2,4
20	Joelho 90°	2	2,4
Total			4,8

Trecho 6-7			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
25	tê saída bilateral	1	3,1
Total			3,1

Trecho 7-BS			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê saída de lado	1	2,4
20	Registro de Gaveta	1	0,2
20	Joelho 90°	2	2,4
Total			5

Trecho 7-8			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
25	tê passa direto	1	0,9
Total			0,9

Trecho 7-8			
Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê saída lateral	1	2,4
Total			2,4

Diâmetro	Peça	Qtd.	Comprimento Equivalente
20	tê passa direto	1	0,8
20	Registro de Gaveta	1	0,2
20	Joelho 90°	2	2,4
Total			3,4

O comprimento total é igual à soma dos comprimentos reais e equivalentes. Os resultados calculados podem ser observados na **tabela 9** a seguir:

Pavimento	Trecho	Comprimento (m)		
		Real	Equivalente	Total
Térreo	Caixa d'água-1	2,36	1,80	4,16
Térreo	1-2	2,27	7,00	9,27
Térreo	2-BS	0,30	3,60	3,90
Térreo	2-3	0,95	0,80	1,75
Térreo	3-BS	0,3	3,60	3,90
Térreo	3-MI	2,26	5,50	7,76
Térreo	1-4	5,62	0,90	6,52
Térreo	4-TO	0	2,40	2,40
Térreo	4-5	3,4	3,20	6,60
Térreo	5-BS	0	2,40	2,40
Térreo	5-BS	0,95	2,00	2,95
Térreo	Caixa d'água-6	4,27	1,60	5,87
Térreo	6-TO	3,04	4,80	7,84
Térreo	6-7	3,81	3,10	6,91
Térreo	7-BS	2,4	5,00	7,40
Térreo	7-8	1,07	0,90	1,97
Térreo	8-TO	6,13	2,40	8,53
Térreo	8-TO	2,3	3,40	5,70

TABELA 9 – COMPRIMENTO TOTAL DOS TRECHOS

4.6.6.– Cálculo da perda de carga

4.6.6.1 – Perda de Carga Unitária

A perda de carga unitária (J) é determinada a partir da equação de Fair Whipple-Hsiao, a partir da vazão (Q) em m³/s e do diâmetro interno (DI) em m.

$$J = 0,00085x \frac{Q^{1,75}}{DI^{4,75}}$$

4.6.6.2 – Perda de Carga Total

A perda de carga total é obtida através da soma da perda de carga especial (Hidrômetro ou Registro de Pressão), quando houver, com a multiplicação da perda de carga unitária pelo comprimento total. Os Cálculos que devem ser realizados para perda de carga especial são:

Os resultados tanto da perda de carga unitária quanto da perda de carga total calculados podem ser observados na **tabela 10** a seguir:

Trecho	Perda de Carga (m/m)	
	Unitária	Total
Caixa d'água-1	0,0541	0,05
1-2	0,0432	0,04
2-BS	0,0439	0,04
2-3	0,0398	0,04
3-BS	0,0439	0,04
3-MI	0,0362	0,04
1-4	0,0474	0,05
4-TO	0,0727	0,07
4-5	0,0945	0,09
5-BS	0,0439	0,04
5-BS	0,0439	0,04
Caixa d'água-6	0,0676	0,07
6-TO	0,0727	0,07
6-7	0,0515	0,05
7-BS	0,0439	0,04

7-8	0,0390	0,04
8-TO	0,0727	0,07
8-TO	0,0727	0,07

TABELA 10 – TABELA PERDA DE CARGA UNITÁRIA E TOTAL

4.6.7.– Desnível

A partir dos croquis pode-se verificar os desníveis que se apresentam na **tabela 11** abaixo:

Trecho	Desnível (m)
Caixa d'água-1	0,00
1-2	1,90
2-BS	0,30
2-3	0,00
3-BS	0,30
3-MI	0,00
1-4	0,00
4-TO	0,00
4-5	2,20
5-BS	0,00
5-BS	0,00
Caixa d'água-6	0,00
6-TO	2,30
6-7	0,00
7-BS	2,20
7-8	0,00
8-TO	0,00
8-TO	2,30

TABELA 11 – DESNÍVEL DOS TRECHOS

Estes desníveis serão utilizados para calcular Pressão Dinâmica e Pressão Estática.

4.6.8.– Pressão Dinâmica

Para calcular a pressão dinâmica a montante basta utilizar o valor a jusante do barrilete que abastece o ramal. A Pressão a jusante será a Pressão a montante somada com o desnível e diminuída das perdas. Seguem as pressões calculadas na **tabela 12** a seguir:

Trecho	Pressão Dinâmica (mca)	
	Montante	Jusante
Caixa d'água-1	0,60	0,55
1-2	0,55	2,40
2-BS	2,40	2,66
2-3	2,66	2,62
3-BS	2,62	2,88
3-MI	2,88	2,84
1-4	2,84	2,79
4-TO	2,79	2,72
4-5	2,72	4,82
5-BS	4,82	4,78
5-BS	4,78	4,74
Caixa d'água-6	0,60	0,53
6-TO	0,53	2,76
6-7	2,76	2,71
7-BS	2,71	4,86
7-8	4,86	4,83
8-TO	4,83	4,75
8-TO	4,75	6,98

TABELA 12- PRESSÃO DINÂMICA

OBS: Foi verificado que todos os trechos possuem uma pressão dinâmica superior a 0,5 m.c.a. e os pontos de abastecimento estão com pressão dinâmica superior a 1,0 m.c.a, atendendo ao estabelecido.

4.6.9.– Pressão Estática

Para calcular a pressão estática a montante basta utilizar o valor a jusante do barrilete que abastece o ramal. A pressão a jusante será a montante somada ao desnível. Seguem as pressões calculadas na **tabela 13** a seguir:

Trecho	Pressão Estática (mca)	
	Montante	Jusante
Caixa d'água-1	0,60	0,60
1-2	0,60	2,50

2-BS	2,50	2,80
2-3	2,80	2,80
3-BS	2,80	3,10
3-MI	3,10	3,10
1-4	3,10	3,10
4-TO	3,10	3,10
4-5	3,10	5,30
5-BS	5,30	5,30
5-BS	5,30	5,30
Caixa d'água-6	0,60	0,60
6-TO	0,60	2,90
6-7	2,90	2,90
7-BS	2,90	5,10
7-8	5,10	5,10
8-TO	5,10	5,10
8-TO	5,10	7,40

TABELA 13 – PRESSÃO ESTÁTICA

OBS: Foi verificado que todos os trechos possuem uma pressão estática inferior a 40,0 m.c.a. atendendo ao estabelecido.

4.7. Sub-Ramal

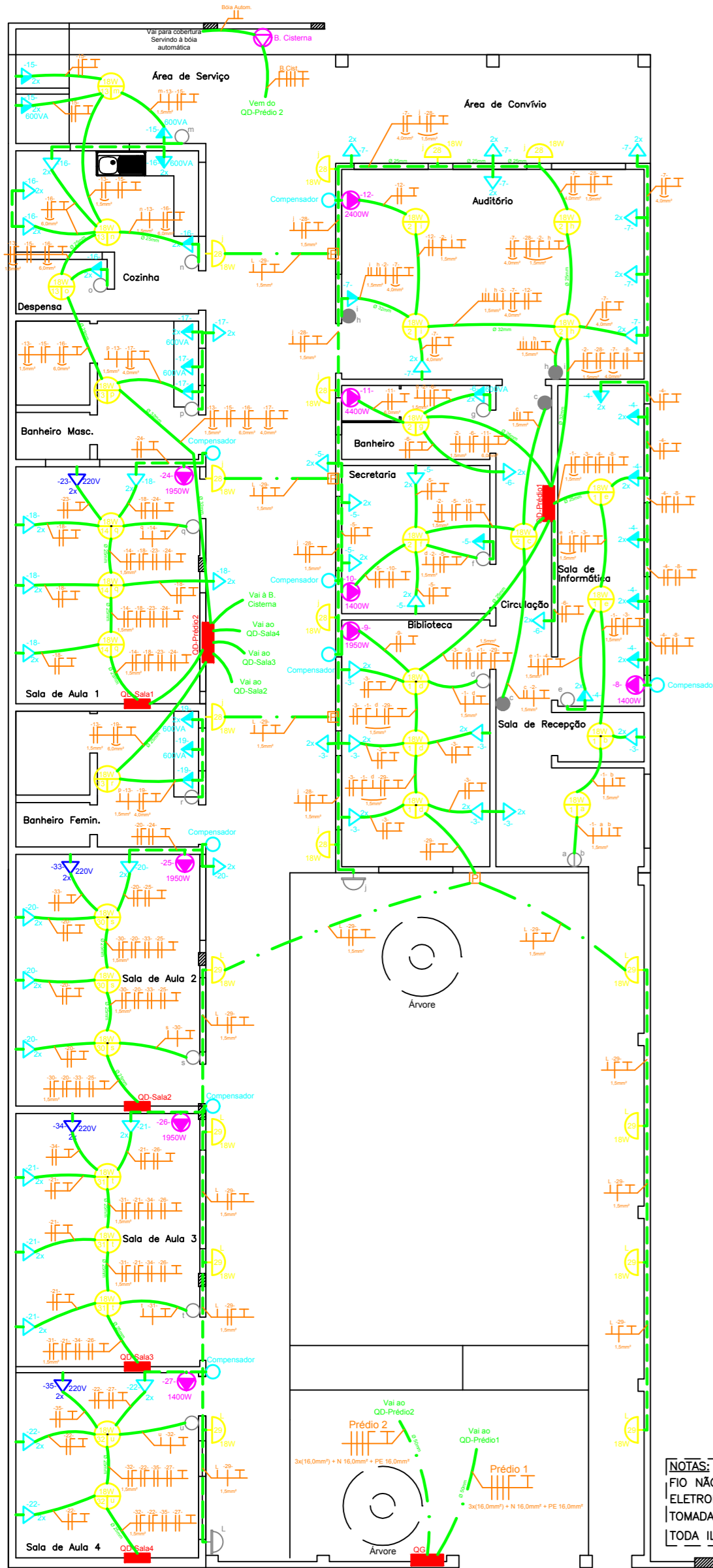
Dispondo da tabela abaixo que relaciona o diâmetro das tubulações com os aparelhos sanitários, dimensionamos o sub-ramal.

Aparelho Sanitário	Diâmetro	
	mm	pol
Aquecedor de baixa pressão	20	¾
Aquecedor de alta pressão	15	½
Vaso Sanitário com caixa de descarga	15	½
Vaso Sanitário com válvula de descarga	50	2
Banheira	15	½
Bebedouro	15	½
Bidê ou Ducha Higiênica	15	½
Chuveiro	15	½
Filtro	15	½
Lavatório	15	½
Máquina de lavar roupa	20	¾
Máquina de lavar louça	20	¾
Mictório auto-aspirante	25	1
Mictório de descarga descontínua	15	½
Pia de despejo	20	¾
Pia de cozinha	15	½
Tanque	20	¾
Torneira de jardim	20	¾

Sub-ramais

Local	Aparelho	Diâmetro
Área Externa	Torneira	$\frac{3}{4}$
Cobertura Prédio 1	Torneira	$\frac{3}{4}$
Cobertura Prédio 2	Torneira	$\frac{3}{4}$
Banheiro	Bacia Sanitária	$\frac{1}{2}$
	Mictório cerâmico	$\frac{1}{2}$

APÊNDICE 5 – Projeto de Instalações Elétricas com Eficiência Energética



1 PLANTA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
ESCALA 1:100

NOTAS:
FIO NÃO COTADO 2,5mm²
ELETRODUTO NÃO COTADO 20mm
TOMADA NÃO COTADA 100VA
TODA ILUMINAÇÃO É FEITA COM LÂMPADA LED

Dependências	Dimensões			Ponto de Luz			Pontos de Tomadas Gerais			Pontos de Tomadas Específicas				
	Área (m ²)	Perímetro (m)	Iluminância (lx)	Fluxo Luminoso (lm)	Potência (W)	Circuito	Quantidade Mínima	Quantidade Utilizada	Potência (VA)	Circuito	Potência (W)	Circuito	Discriminação	
Prédio 1														
Sala de Recepção	9,37	12,25	200	1874	18	1x18	1	3	4	400	3			
Biblioteca	15,00	16,00	300	4500	54	3x18	1	4	10	1000	3	1950	9	Ar Condicionado 36.000 BTU
Sala de Informática	11,37	16,50	300	3411	36	2x18	1	4	14	1400	4	1400	8	Ar Condicionado 12.000 BTU
Secretaria	9,00	12,00	300	2700	36	2x18	2	3	9	900	5	1400	10	Ar Condicionado 12.000 BTU
Circulação	7,45	15,50	150	1118	18	1x18	2	4	4	400	6			
Banheiro	4,50	9,00	200	900	18	1x18	2	2	2	1200	6	4400	11	Chuveiro Elétrico
Auditorio	36,03	20,75	300	7609	72	4x18	2	5	11	1100	7	2400	12	Ar Condicionado 21.000 BTU
Área de Convívio	14,02	17,15	200	2804	36	2x18	28	4	6	600	7			
Prédio 2														
Sala de Aula 1	17,88	17,05	300	5364	54	3x18	13	4	10	1000	18 e 23	1950	24	Ar Condicionado 36.000 BTU
Sala de Aula 2	18,93	17,62	300	5679	54	3x18	14	4	10	1000	20 e 23	1950	25	Ar Condicionado 36.000 BTU
Sala de Aula 3	19,03	17,67	300	5709	54	3x18	14	4	10	1000	21 e 23	1950	26	Ar Condicionado 36.000 BTU
Sala de Aula 4	13,88	14,90	300	4164	36	2x18	14	3	8	800	22 e 23	1400	27	Ar Condicionado 12.000 BTU
Banheiro Masculino	10,36	13,00	200	2072	18	1x18	13	3	4	1400	17			
Banheiro Feminino	10,17	12,90	200	2034	18	1x18	13	3	4	1400	19			
Cozinha	9,71	14,00	200	1942	18	1x18	13	4	10	2000	16			
Despensa	2,03	5,90	200	406	18	1x18	13	2	2	200	16			
Área de Serviço	6,93	11,30	200	1386	18	1x18	13	4	5	2000	15	368	B. Sistema	Bomba de Pressurização 1/2cv

2 POTÊNCIA INSTALADA
SI/ESCALA

Circ.	Ilumin.	TUG	TUE	P (VA)	Seção (mm ²)		Disj.	Fases			Obs
					Neutro	Terra		A	B	C	
QD-Prédio1	17916	3x(16,0)	16,0	16,0	60	x	x	x	x	x	
QD-Prédio2	19238	3x(16,0)	16,0	16,0	60	x	x	x	x	x	

Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (VA)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
14	54			54	1,5	10	x	x		Iluminação
18		1000		1000	2,5	10	x	x		Tomadas de uso comum 120V
23		200		200	2,5	10	x	x		Tomadas de uso comum 220V
24				1950	1950	2,5	10	x	x	Ar Condicionado 16.000BTUs

Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (VA)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
30	54			54	1,5	10	x	x		Iluminação
20		800		800	2,5	10	x	x		Tomadas de uso comum 120V
25		1950		1950	2,5	10	x	x		Ar Condicionado 16.000BTUs
33		200		200	2,5	10	x	x		Tomadas de uso comum 220V

Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (VA)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
31	54			54	1,5	10	x	x		Iluminação
21		800		800	2,5	10	x	x		Tomadas de uso comum 120V
26		1950		1950	2,5	10	x	x		Ar Condicionado 16.000BTUs
34		200		200	2,5	10	x	x		Tomadas de uso comum 220V

Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (VA)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
32	36			36	1,5	10	x	x		Iluminação
22		600		600	2,5	10	x	x		Tomadas de uso comum 120V
27		1400		1400	2,5	10	x	x		Ar Condicionado 12.000BTUs
35		200		200	2,5	10	x	x		Tomadas de uso comum 220V

3 QUADROS DE CARGAS
SI/ESCALA

Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (VA)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
1	126			126	1,5	10	x	x		Iluminação (Biblioteca, Sala de Informática e Sala de Recepção)
2	126			126	1,5	10	x	x		Iluminação (Secretaria, Circulação, Banheiro e Auditorio)
3	1600			1600	2,5	15	x			Tomadas de uso comum 120V (Biblioteca, Circulação Externa e Sala de Recepção)
4	1400			1400	2,5	15	x			Tomadas de uso comum 120V (Sala de Informática)
5	1100			1100	2,5	10		x		Tomadas de uso comum 120V (Secretaria e Circulação Externa)
6	1600			1600	2,5	15	x			Tomadas de uso comum 120V (Banheiro e Circulação)
7	1700			1700	4,0	20		x		Tomadas de uso comum 120V (Auditorio e Área de Convívio)
8		1400		1400	2,5	10	x	x		Ar Condicionado 12.000BTUs (Sala de Informática)
9		1950		1950	2,5	10	x	x		Ar Condicionado 16.000BTUs (Biblioteca)
10		1400		1400	2,5	10	x	x		Ar Condicionado 12.000BTUs (Secretaria)
11		4400		4400	6,0	25	x	x		Chuveiro Elétrico (Banheiro)
12		2400		2400	2,5	15	x	x		Ar Condicionado 21.000BTUs (Auditorio)
28	162			162	1,5	10	x	x		Iluminação (Circulação Externa e Área de Convívio)
29	144			144	1,5	10	x	x		Iluminação (Área Externa Frontal)
R2				1200			x			Reserva

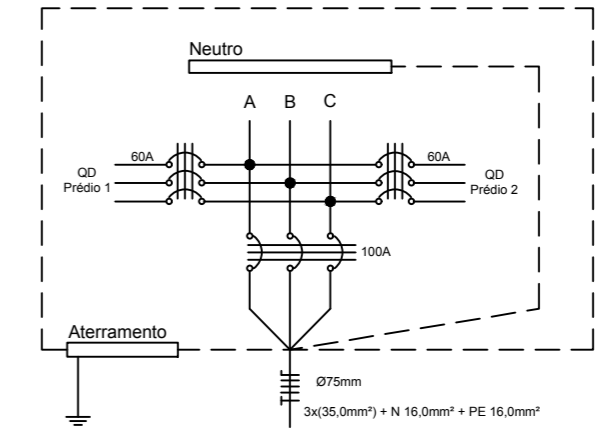
Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (VA)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
13	90			90	1,5	10	x	x		Iluminação (Área de Serviço, Cozinha, Banheiro Feminino e Masculino)
15		1500		1500	2,5	15	x			Tomadas de uso comum 120V (Área de Serviço)
16		2200		2200	6,0	25		x		Tomadas de uso comum 120V (Cozinha)
17		2100		2100	4,0	20		x		Tomadas de uso comum 120V (Banheiro Masculino)
19		1900		1900	4,0	20	x	x		Tomadas de uso comum 120V (Banheiro Feminino)
B. Sistema		368		368	2,5	10	x	x		Bomba de Pressurização 1/2cv trifásica 220V/380V
QD-Sala1				3204	4,0	20	x	x		Quadro de distribuição da sala 1
QD-Sala2				3004	4,0	20	x	x		Quadro de distribuição da sala 2
QD-Sala3				3004	4,0	20	x	x		Quadro de distribuição da sala 3
QD-Sala4				2236	2,5	15	x	x		Quadro de distribuição da sala 4
R2				1200			x			Reserva

Simbologia Elétrica

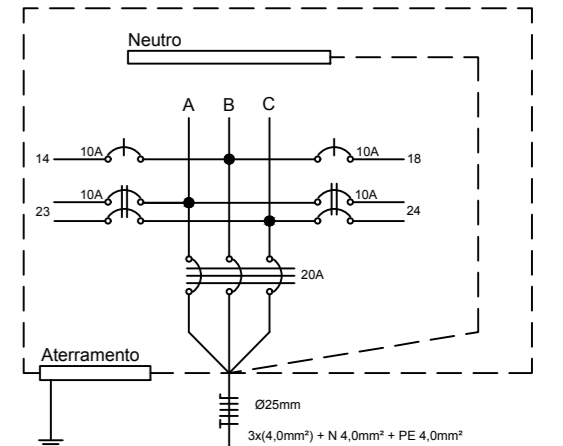
▲ Tomada de luz na parede, alta (2000mm do piso acabado)	○ ₃ Interruptor de uma seção
▲ Tomada de luz na parede, baixa (1500mm do piso acabado)	○ ₂ Interruptor de duas seções
▲ Tomada de luz na parede, baixa (1500mm do piso acabado)	○ ₃ Interruptor de três seções
▲ Tomada de luz na parede, baixa (300mm do piso acabado)	● Interruptor three way de uma seção
⊕ Ponto de luz fluorescente no teto	● Interruptor three way de duas seções
⊕ Ponto de luz fluorescente na parede (2000mm do piso acabado)	● Interruptor three way de três seções
⊕ Relé Fotoelétrico	● Interruptor four way de uma seção
⊕ Spot no teto	▬ Quadro terminal de luz e força aparente
⊕ Botão de Campanha	⊕ Campanha
+ Condutor fase no interior do eletroduto (F)	— Condutor retorno no interior do eletroduto (R)
+ Condutor neutro no interior do eletroduto (N)	— Condutor terra no interior do eletroduto (T)
⊕ Caixa de Passagem na parede	⊕ Caixa de Passagem no teto

— Eletroduto no teto
- - - Eletroduto na parede
- - - Eletroduto embutido no piso

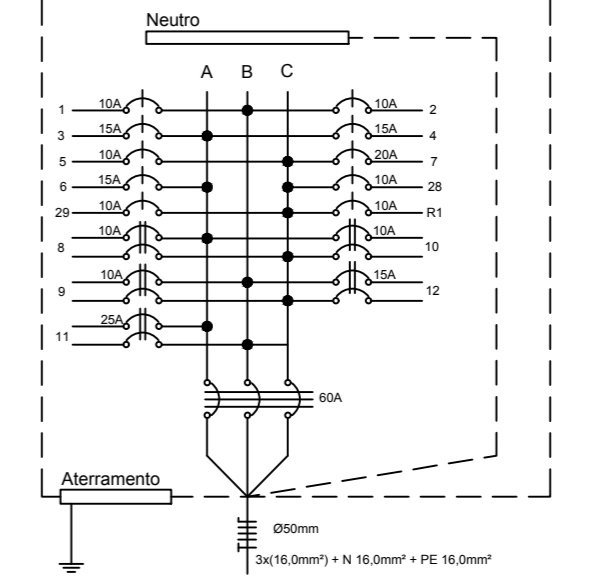
Quadro Geral



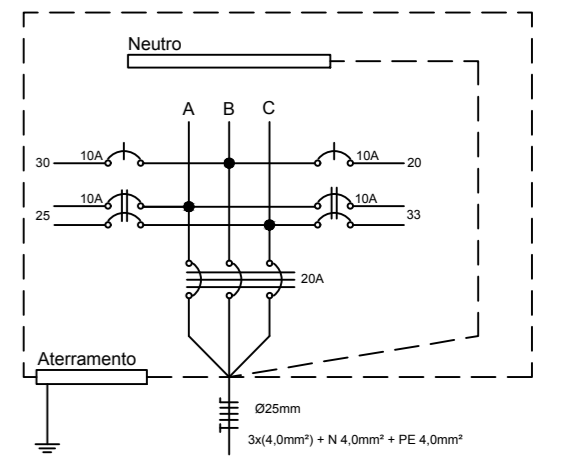
QD Sala 1



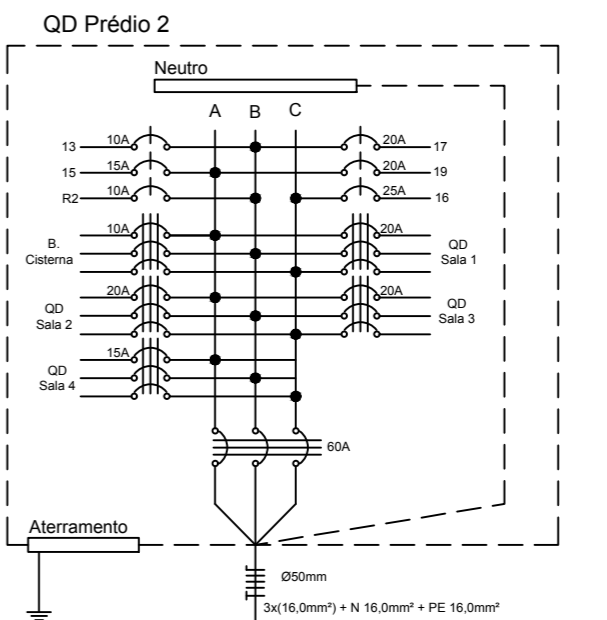
QD Prédio 1



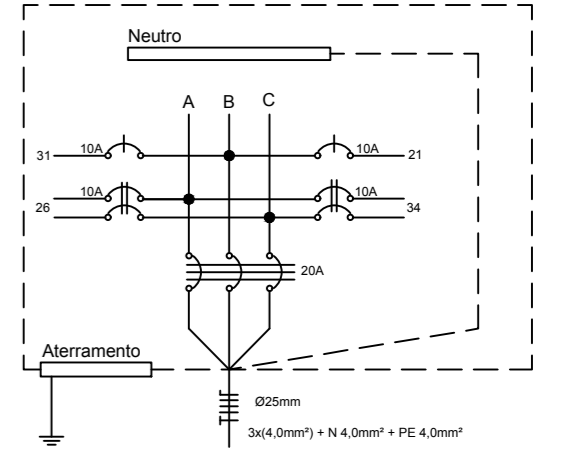
QD Sala 2



QD Prédio 2



QD Sala 3



QD Sala 4



4 DIAGRAMAS TRIFILARES
SI/ESCALA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE TECNOLOGIA

CURSO:	ENGENHARIA CIVIL	FOLHA:	04
DISCIPLINA:	MONOGRAFIA	DATA:	
ORIENTADOR:	ASSED NAKED HADDAD E ALINE VERÓL	ESCALA:	
ASSUNTO:	PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS – CESPP

Rio de Janeiro, 16 de janeiro de 2018

1. CONCEPÇÃO DO PROJETO	3
1.1. PROJETO	3
1.2. DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO	3
1.3. NORMAS TÉCNICAS	4
1.4. DIVISÃO DAS INSTALAÇÕES	4
1.5. ADEQUAÇÃO DE NORMAS E DEFINIÇÕES	9
1.6. DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS NOS COMPARTIMENTOS	9
1.7. DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS DOS CIRCUITOS E ALIMENTADORES	13
1.8. DETERMINAÇÃO DAS DEMANDAS PARCIAIS E TOTAIS	19
2. MEMORIAL DE CÁLCULO	28
2.1. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICO	28
2.2. CÁLCULOS DAS CORRENTES E DISJUNTORES	38
2.3. ESPECIFICAÇÕES DE CONDUTORES PELA CAPACIDADE DE CORRENTE	41
2.4. VERIFICAÇÕES DAS QUEDAS DE TENSÃO	43

1. CONCEPÇÃO DO PROJETO

1.1. PROJETO

Trata-se do projeto das instalações elétricas da instituição CENTRO DE ESTUDOS PROJETO PAPUCAIA, com fornecimento de energia em baixa tensão (127V/220V), sob concessão da ENEL. O presente memorial fixa as condições mínimas para a execução das instalações elétricas nas edificações em questão.

É um projeto de reforma completa para readequação das instalações elétricas, conforme a demanda das cargas e a reorganização da instituição. O desenvolvimento dos circuitos foi dividido em duas partes, pela conveniência de o lote ser composto por duas edificações – prédio 1 e prédio 2. Sendo assim, utilizar-se-á um quadro geral para as duas edificações. Dos quadros gerais partem alimentadores auxiliares para os quadros de distribuição, permitindo melhorar o equilíbrio de cargas e a segurança contra possíveis falhas.

1.2. DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Duas edificações Institucionais: Edificações com 1 pavimento. Prédio 1: auditório, banheiro, biblioteca, secretaria, sala de informática e sala de recepção; prédio 2: cozinha, banheiro masculino e feminino, 4 (quatro) salas de aula.

1.3. NORMAS TÉCNICAS

Para elaboração do projeto tomou-se por base a NBR-5410(2005).
Auxiliariamente, para projeto luminotécnico, utilizou-se a NBR-5413(1992).

1.4. DIVISÃO DAS INSTALAÇÕES

A distribuição dos circuitos foi primeiramente ancorada em um (1) quadro principal, denominados de: Quadro Geral, de onde se originam alimentadores auxiliares para os quadros de distribuição, conforme as seguintes descrições:

Prédio 1:

O QD-Prédio1 comanda e alimenta todo o prédio 1. Ele é suprido pelo alimentador trifásico (3x (16,0mm²) + N 16,0mm² + PE 16,0mm²), com origem no QG, e dele se originam os seguintes circuitos:

- 1 – Iluminação (Biblioteca, Sala de Informática e Sala de Recepção.)
 - 2 – Iluminação (Secretaria, Circulação, Banheiro e Auditório.)
 - 3 – Tomadas de uso comum 120V (Biblioteca, Circulação Externa e Sala de Recepção);
 - 4 – Tomadas de uso comum 120V (Sala de informática);
 - 5 – Tomadas de uso comum 120V (Secretaria e Circulação Externa);
 - 6 – Tomadas de uso comum 120V (Banheiro e Circulação);
 - 7 – Tomadas de uso comum 120V (Auditório e Área de Convívio);
 - 8 – Ar Condicionado 12.000BTUs (Sala de Informática);
 - 9 – Ar Condicionado 16.000BTUs (Biblioteca);
 - 10 – Ar Condicionado 12.000BTUs (Secretaria)
 - 11 – Chuveiro Elétrico (Banheiro);
 - 12 – Ar Condicionado 21.000BTUs (Auditório);
 - 28 – Iluminação (Circulação Externa e Área de Convívio);
 - 29 – Iluminação (Área Externa Frontal);
- R1– Reserva.

Prédio 2:

O QD-Prédio2 comanda e alimenta o prédio 2. Ele é suprido pelo alimentador trifásico (3x (16,0mm²) + N 16,0mm² + PE 16,0mm²), com origem no QG, e dele se originam os seguintes circuitos:

13 – Iluminação (Área de Serviço, Cozinha, Banheiro Feminino e Masculino);
15 – Tomadas de uso comum 120V (Área de Serviço);
16 – Tomadas de uso comum 120V (Cozinha);
17 – Tomadas de uso comum 120V (Banheiro Masculino);
19 – Tomadas de uso comum 120V (Banheiro Feminino);
B. Cisterna – TUE Bomba de pressurização 1/2cv trifásica (Área Externa);
QD Sala1 – Quadro de distribuição da sala 1 (Sala 1);
QD Sala2 – Quadro de distribuição da sala 2 (Sala 2);
QD Sala3 – Quadro de distribuição da sala 3 (Sala 3);
QD Sala4 – Quadro de distribuição da sala 4 (Sala 4);
R2 – Reserva.

O QD-Sala1 comanda e alimenta a sala 1. Ele é suprido pelo alimentador trifásico 3x (4,0mm²) + N 4,0mm² + PE 4,0mm², com origem no QD-Prédio2, e dele se originam os seguintes circuitos:

14 – Iluminação (sala 1);
18 – Tomadas de uso comum 120V (sala 1);
23 – Tomadas de uso comum 220V (sala 1);
24 – TUE Ar Condicionado 16.000BTUs (sala 1);

O QD-Sala2 comanda e alimenta a sala 2. Ele é suprido pelo alimentador trifásico 3x (4,0mm²) + N 4,0mm² + PE 4,0mm², com origem no QD-Prédio2, e dele se originam os seguintes circuitos:

30 – Iluminação (sala 2);
20 – Tomadas de uso comum 120V (sala 2);
25 – TUE Ar Condicionado 16.000BTUs (sala 2);
33 – Tomadas de uso comum 220V (sala 2);

O QD-Sala3 comanda e alimenta a sala 3. Ele é suprido pelo alimentador trifásico 3x (4,0mm²) + N 4,0mm² + PE 4,0mm², com origem no QD-Prédio2, e dele se originam os seguintes circuitos:

- 31 – Iluminação (sala 3);
- 21 – Tomadas de uso comum 120V (sala 3);
- 26 – TUE Ar Condicionado 16.000BTUs (sala 3);
- 34 – Tomadas de uso comum 220V (sala 3);

O QD-Sala4 comanda e alimenta a sala 4. Ele é suprido pelo alimentador trifásico 3x (4,0mm²) + N 4,0mm² + PE 4,0mm², com origem no QD-Prédio2, e dele se originam os seguintes circuitos:

- 32 – Iluminação (sala 4);
- 22 – Tomadas de uso comum 120V (sala 4);
- 27 – TUE Ar Condicionado 12.000BTUs (sala 4);
- 35 – Tomadas de uso comum 220V (sala 4);

1.5. ADEQUAÇÃO DE NORMAS E DEFINIÇÕES

Em concordância com ABNT-NBR5410 ficam definidos parâmetros para o dimensionamento da carga de iluminação, das TUG`s e TUE`s, como também para os eletrodutos, eletrocondutores, e demais componentes.

Seguem definições abaixo:

- 1) Circuitos de iluminação separados dos circuitos de tomadas.

- 2) Equilíbrio de carga entre as fases.
- 3) Máximo de 8 condutores carregados por eletroduto.
- 4) Dimensionamento de circuitos reservas para futuras instalações.
- 5) Carga de iluminação: em concordância com a NBR-5413 para luminárias fluorescentes.
- 6) Pontos de tomada: em concordância com a NBR5410 e, concomitantemente, adequando às necessidades do cliente.
- 7) Queda de tensão admissível de 3%.

1.6. DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS NOS COMPARTIMENTOS

A Tabela 1 mostra a distribuição das cargas de iluminação, tomadas de uso geral - TUGs e tomadas de uso específico - TUEs pelos compartimentos do imóvel, bem como sua correspondência com os circuitos.

Tabela 1 – Distribuição das cargas nos compartimentos

Dependências	Dimensões		Ponto de Luz					Pontos de Tomadas Gerais				Pontos de Tomadas Específicas		
	Área (m²)	Perímetro (m)	Iluminância (Lx)	Fluxo Luminoso (Lm)	Potência (W)	Circuito	Quantidade Mínima	Quantidade Utilizada	Potência (VA)	Circuito	Potência (W)	Circuito	Discriminação	
	Prédio 1													
Sala de Recepção	9,37	12,25	200	1874	18	1x18	1	3	4	400	3			
Biblioteca	15,00	16,00	300	4500	54	3x18	1	4	10	1000	3	1950	9	Ar Condicionado 16.000 BTU
Sala de Informática	11,37	16,50	300	3411	36	2x18	1	4	14	1400	4	1400	8	Ar Condicionado 12.000 BTU
Secretaria	9,00	12,00	300	2700	36	2x18	2	3	9	900	5	1400	10	Ar Condicionado 12.000 BTU
Circulação	7,45	15,50	150	1118	18	1x18	2	4	4	400	6			
Banheiro	4,50	9,00	200	900	18	1x18	2	2	2	1200	6	4400	11	Chuveiro Elétrico
Auditório	26,03	20,75	300	7809	72	4x18	2	5	11	1100	7	2400	12	Ar Condicionado 21.000 BTU
Área de Convívio	14,02	17,15	200	2804	36	2x18	28	4	6	600	7			
Prédio 2														
Sala de Aula 1	17,88	17,05	300	5364	54	3x18	13	4	10	1000	18 e 23	1950	24	Ar Condicionado 16.000 BTU
Sala de Aula 2	18,93	17,62	300	5679	54	3x18	14	4	10	1000	20 e 23	1950	25	Ar Condicionado 16.000 BTU
Sala de Aula 3	19,03	17,67	300	5709	54	3x18	14	4	10	1000	21 e 23	1950	26	Ar Condicionado 16.000 BTU
Sala de Aula 4	13,88	14,90	300	4164	36	2x18	14	3	8	800	22 e 23	1400	27	Ar Condicionado 12.000 BTU
Banheiro Masculino	10,36	13,00	200	2072	18	1x18	13	3	4	1400	17			
Banheiro Feminino	10,17	12,90	200	2034	18	1x18	13	3	4	1400	19			
Cozinha	9,71	14,00	200	1942	18	1x18	13	4	10	2000	16			
Despensa	2,03	5,90	200	406	18	1x18	13	2	2	200	16			
Área de Serviço	6,93	11,30	200	1386	18	1x18	13	4	5	2000	15	368	B. Cisterna	Bomba de Pressurização 1/2cv

1.7. DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS NOS CIRCUITOS E ALIMENTADORES

As tabelas que se seguem (Tabela 2 até a Tabela 10) mostram a distribuição das cargas elétricas nos circuitos dimensionados e suas correspondências com os compartimentos.

Quadros do Prédio 1

O quadro QD-Prédio1 para distribuição dos circuitos terminais e o QG como quadro geral.

Tabela 2 - Distribuição das cargas nos circuitos do quadro QD-Prédio1

QD - Prédio 1										
Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (V.A)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
1	126			126	1,5	10		x		Iluminação (Biblioteca, Sala de Informática e Sala de Recepção)
2	126			126	1,5	10		x		Iluminação (Secretaria, Circulação, Banheiro e Auditório)
3		1600		1600	2,5	15	x			Tomadas de uso comum 120V (Biblioteca, Circulação Externa e Sala de Recepção)
4		1400		1400	2,5	15	x			Tomadas de uso comum 120V (Sala de informática)
5		1100		1100	2,5	10			x	Tomadas de uso comum 120V (Secretaria e Circulação Externa)
6		1600		1600	2,5	15		x		Tomadas de uso comum 120V (Banheiro e Circulação)
7		1700		1700	4,0	20			x	Tomadas de uso comum 120V (Auditório e Área de Convívio)
8			1400	1400	2,5	10	x		x	Ar Condicionado 12.000BTUs (Sala de Informática)
9			1950	1950	2,5	10		x	x	Ar Condicionado 16.000BTUs (Biblioteca)
10			1400	1400	2,5	10	x		x	Ar Condicionado 12.000BTUs (Secretaria)
11			4400	4400	6,0	25	x	x		Chuveiro Elétrico (Banheiro)
12			2400	2400	2,5	15		x	x	Ar Condicionado 21.000BTUs (Auditório.)
28	162			162	1,5	10			x	Iluminação (Circulação Externa e Área de Convívio)
29	144			144	1,5	10			x	Iluminação (Área Externa Frontal)
R1				1200		10			x	Reserva

Tabela 3 - Distribuição das cargas nos alimentadores do quadro QG

QG								
Circ.	P (V.A)	Seção (mm ²)			Disjuntor (A)	Fases		
		Fase	Neutro	Terra		A	B	C
QD-Prédio1	17916	3x(16,0)	16,0	16,0	60	x	x	x
QD-Prédio2	19238	3x(16,0)	16,0	16,0	60	x	x	x

Quadros do Prédio 2

Através do quadro para distribuição QD-Prédio2 ramificam-se para mais 4 quadros de distribuição, QD-Sala1, QD-Sala2, QD-Sala3 e QD-Sala4, e o QG como quadro geral (o mesmo alimentador do QD-prédio1).

Tabela 4 - Distribuição das cargas nos circuitos do quadro QD-Prédio2

QD - Prédio 2										
Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (V.A)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
13	90			90	1,5	10		x		Iluminação (Área de Serviço, Cozinha, Banheiro Feminino e Masculino)
15		1500		1500	2,5	15	x			Tomadas de uso comum 120V (Área de Serviço)
16		2200		2200	6,0	25			x	Tomadas de uso comum 120V (Cozinha)
17		2100		2100	4,0	20		x		Tomadas de uso comum 120V (Banheiro Masculino)
19		1900		1900	4,0	20	x			Tomadas de uso comum 120V (Banheiro Feminino)
B. Cisterna			368	368	2,5	10	x	x	x	Bomba de Pressurização 1/2cv trifásica 220/380v
QD-Sala1				3204	4,0	20	x	x	x	Quadro de distribuição da sala 1
QD-Sala2				3004	4,0	20	x	x	x	Quadro de distribuição da sala 2
QD-Sala3				3004	4,0	20	x	x	x	Quadro de distribuição da sala 3
QD-Sala4				2236	2,5	15	x	x	x	Quadro de distribuição da sala 4
R2				1200		10		x		Reserva

Tabela 5 - Distribuição das cargas nos circuitos do quadro QD-Sala1

QD - Sala 1										
Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (V.A)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
14	54			54	1,5	10		x		Iluminação
18		1000		1000	2,5	10		x		Tomadas de uso comum 120V
23		200		200	2,5	10	x		x	Tomadas de uso comum 220V
24			1950	1950	2,5	10	x		x	Ar Condicionado 16.000BTUs

Tabela 6 - Distribuição das cargas nos circuitos do quadro QD-Sala2

QD - Sala 2										
Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (V.A)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
30	54			54	1,5	10		x		Iluminação
20		800		800	2,5	10		x		Tomadas de uso comum 120V
25			1950	1950	2,5	10	x		x	Ar Condicionado 16.000BTUs
33		200		200	2,5	10	x		x	Tomadas de uso comum 220V

Tabela 7 - Distribuição das cargas nos circuitos do quadro QD-Sala3

QD - Sala 3										
Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (V.A)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
31	54			54	1,5	10		x		Iluminação
21		800		800	2,5	10		x		Tomadas de uso comum 120V
26			1950	1950	2,5	10	x		x	Ar Condicionado 16.000BTUs
34		200		200	2,5	10	x		x	Tomadas de uso comum 220V

Tabela 8- Distribuição das cargas nos circuitos do quadro QD-Sala4

QD - Sala 4										
Circuito	Ilumin.	TUG	TUE	P (V.A)	Seção (mm ²)	Disj. (A)	Fases			Obs
							A	B	C	
32	36			36	1,5	10		x		Iluminação
22		600		600	2,5	10		x		Tomadas de uso comum 120V
27			1400	1400	2,5	10	x		x	Ar Condicionado 12.000BTUs
35		200		200	2,5	10	x		x	Tomadas de uso comum 220V

Tabela 9 - Distribuição das cargas nos alimentadores do quadro QG

QG								
Circ.	P (V.A)	Seção (mm ²)			Disjuntor (A)	Fases		
		Fase	Neutro	Terra		A	B	C
QD-Prédio1	17916	3x(16,0)	16,0	16,0	60	x	x	x
QD-Prédio2	19238	3x(16,0)	16,0	16,0	60	x	x	x

1.8. DETERMINAÇÃO DAS DEMANDAS PARCIAIS E TOTAIS

Os cálculos das demandas foram efetuados a partir das normas da concessionária local ENEL. As demandas foram determinadas para orientar o dimensionamento dos alimentadores auxiliares dos quadros dos circuitos terminais e para o alimentador principal do quadro geral.

QD-Prédio1:

ENTRADA INDIVIDUAL - MEDIÇÃO DIRETA - DIMENSIONAMENTO DE MATERIAIS							
TENSÃO NOMINAL (V)	CATEGORIA DE ATENDIMENTO	DEMANDA DE ATENDIMENTO "D" (kVA)	ELETRODUTO DO RAMAL DE LIGAÇÃO e/ou do RAMAL DE ENTRADA (PVC rígido ou POLIÉTERO corrugado) (em polegadas)	PROTEÇÃO GERAL (Ampéres - Nº de pólos) (2) (3)	Condutor do ramal de entrada (fases + neutro) (mm ² - Cu - PVC 70°C) (4)	P = CONDUTOR DE PROTEÇÃO (mm ² - Cu - PVC 70°C) (5)	Condutor de interligação do neutro à malha de aterramento (mm ² - Cu - nu)
220 3φ	T1	D ≤ 10	1 ½"	30 - 3φ	4 (1 x 6)	1 x 6	1 x 6
	T2	10 < D ≤ 13,3		40 - 3φ	4 (1 x 10)	1 x 10	1 x 10
	T3	13,3 < D ≤ 19,9	2"	60 - 3φ	4 (1 x 16)	1 x 16	1 x 16
	T4	19,9 < D ≤ 23,2		70 - 3φ	4 (1 x 25)		
	T5	23,2 < D ≤ 33,1		100 - 3φ	4 (1 x 35)		
	T6	33,1 < D ≤ 41,4	3"	125 - 3φ	4 (1 x 50)	1 x 25	1 x 25
	T7	41,4 < D ≤ 49,7		150 - 3φ	4 (1 x 70)	1 x 35	1 x 35
	T8	49,7 < D ≤ 58,0	4"	175 - 3φ	4 (1 x 95)	1 x 50	1 x 50
	T9	58,0 < D ≤ 66,3		200 - 3φ	4 (1 x 95)	1 x 50	1 x 50

Resultando para o alimentador: 3 fases, 1 neutro, mais 1 cabo de proteção, todos com bitola #16mm², conexão com a malha de aterramento em cabo de cobre nu também de #16mm² e disjuntor tripolar de 60A.

QG-Prédio2:

ENTRADA INDIVIDUAL - MEDIÇÃO DIRETA - DIMENSIONAMENTO DE MATERIAIS							
TENSÃO NOMINAL (V)	CATEGORIA DE ATENDIMENTO	DEMANDA DE ATENDIMENTO "D" (kVA)	ELETRODUTO DO RAMAL DE LIGAÇÃO e/ou do RAMAL DE ENTRADA (PVC rígido ou POLIETILENO corrugado) (em poligotas)	PROTEÇÃO GERAL (Ampéres - nº de pólos) (2) (3)	Condutor do ramal de entrada (fases + neutro) (mm ² - Cu - PVC 70°C) (1) (4)	P = CONDUTOR DE PROTEÇÃO (mm ² - Cu - PVC 70°C) (5)	Condutor de interligação do neutro à malha de aterramento (mm ² - Cu - Al)
220 3φ	T1	D ≤ 10	1 ½"	30 - 3φ	4 (1 x 6)	1 x 6	1 x 6
	T2	10 < D ≤ 13,3		40 - 3φ	4 (1 x 10)	1 x 10	1 x 10
	T3	13,3 < D ≤ 19,9	2"	60 - 3φ	4 (1 x 16)	1 x 16	1 x 16
	T4	19,9 < D ≤ 23,2		70 - 3φ	4 (1 x 25)		
	T5	23,2 < D ≤ 33,1	3"	100 - 3φ	4 (1 x 35)	1 x 25	1 x 25
	T6	33,1 < D ≤ 41,4		125 - 3φ	4 (1 x 50)		
	T7	41,4 < D ≤ 49,7	4"	150 - 3φ	4 (1 x 70)	1 x 35	1 x 35
	T8	49,7 < D ≤ 58,0		175 - 3φ	4 (1 x 95)	1 x 50	1 x 50
	T9	58,0 < D ≤ 66,3		200 - 3φ	4 (1 x 95)	1 x 50	1 x 50

Resultando para o alimentador: 3 fases, 1 neutro, mais 1 cabo de proteção, todos com bitola #16mm², conexão com a malha de aterramento em cabo de cobre nu também de #16mm² e disjuntor tripolar de 60A.

QG:

ENTRADA INDIVIDUAL - MEDIÇÃO DIRETA - DIMENSIONAMENTO DE MATERIAIS							
TENSÃO NOMINAL (V)	CATEGORIA DE ATENDIMENTO	DEMANDA DE ATENDIMENTO "D" (kVA)	ELETRODUTO DO RAMAL DE LIGAÇÃO e/ou do RAMAL DE ENTRADA (PVC rígido ou POLIETILENO corrugado) (em poligotas)	PROTEÇÃO GERAL (Ampéres - nº de pólos) (2) (3)	Condutor do ramal de entrada (fases + neutro) (mm ² - Cu - PVC 70°C) (1) (4)	P = CONDUTOR DE PROTEÇÃO (mm ² - Cu - PVC 70°C) (5)	Condutor de interligação do neutro à malha de aterramento (mm ² - Cu - Al)
220 3φ	T1	D ≤ 10	1 ½"	30 - 3φ	4 (1 x 6)	1 x 6	1 x 6
	T2	10 < D ≤ 13,3		40 - 3φ	4 (1 x 10)	1 x 10	1 x 10
	T3	13,3 < D ≤ 19,9	2"	60 - 3φ	4 (1 x 16)	1 x 16	1 x 16
	T4	19,9 < D ≤ 23,2		70 - 3φ	4 (1 x 25)		
	T5	23,2 < D ≤ 33,1	3"	100 - 3φ	4 (1 x 35)	1 x 25	1 x 25
	T6	33,1 < D ≤ 41,4		125 - 3φ	4 (1 x 50)		
	T7	41,4 < D ≤ 49,7	4"	150 - 3φ	4 (1 x 70)	1 x 35	1 x 35
	T8	49,7 < D ≤ 58,0		175 - 3φ	4 (1 x 95)	1 x 50	1 x 50
	T9	58,0 < D ≤ 66,3		200 - 3φ	4 (1 x 95)	1 x 50	1 x 50

Resultando para o alimentador: 3 fases com #35mm², 1 neutro #35mm², mais 1 cabo de proteção com bitola #16mm², conexão com a malha de aterramento em cabo de cobre nu também de #16mm² e disjuntor tripolar de 100A.

2. MEMÓRIA DE CÁLCULO

2.1 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICO:

Foi determinado o número de luminárias necessárias para produzir determinado iluminamento pela carga mínima exigida por normas (NBR-5413 da ABNT). Abaixo estão os cálculos do dimensionamento de luminárias por compartimento:

PRÉDIO 1

Sala de Recepção

- 1) Tipo de atividade : Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinário, escritório. (Iluminância = 200 lux – tabela)
- 2) Área = 9,37 m²; Fluxo luminoso = Área*Iluminância = 9,37*200 = 1874 lm.
- 3) 1 Lâmpada LED PHILIPS 18W = 2100 lm (tabela).
- 4) usará 1 (uma) LED PHILIPS 18W para a sala de recepção.

Auditório

- 1) Tipo de recinto escolar : Auditório. (Iluminância = 300 lux – tabela)
- 2) Área = 20,75 m²; Fluxo luminoso = Área*Iluminância = 20,75*300 = 7809 lm.
- 3) 4 Lâmpadas LED PHILIPS 18W = 8400 lm (tabela).
- 4) usará 4 (quatro) lâmpadas LED PHILIPS 18W para o Auditório.

PRÉDIO 2

Sala de Aula 1

- 1) Tipo de recinto escolar : Salas de aulas. (Iluminância = 300 lux – tabela)
- 2) Área = 17,88 m²; Fluxo luminoso = Área*Iluminância = 17,88*300 = 5364 lm.
- 3) 3 Lâmpada LED PHILIPS 18W = 6300 lm (tabela).
- 4) usará 3 (três) lâmpadas LED PHILIPS 18W para a sala de aula 1.

2.2 CÁLCULOS DAS CORRENTES E DISJUNTORES

Foi determinada a corrente nominal de cada circuito através da fórmula ($I=P/V$). E a corrente foi multiplicada por 1,20, ou seja, o disjuntor com 20% de folga. Abaixo estão alguns exemplos dos cálculos das correntes:

Circuito 1: Iluminação – Biblioteca, Sala de informática e Sala de recepção;

Potência (V.A) = 126;

Voltagem (v) = 120;

$I = 126/120 * 1,20 = 1,26 \text{ A};$

I = 10 A (Disjuntor)

Circuito 9: TUE Ar Condicionado 16.000BTUs – Biblioteca;

Potência (V.A) = 1950;

Voltagem (v) = 220;

$I = 1950/220 * 1,20 = 10,64 \text{ A};$

I = 10 A (Disjuntor)

Circuito 15: TUG monofásica – Área de Serviço;

Potência (V.A) = 1500;

Voltagem (v) = 120;

$I = 1500/120 * 1,2 = 15,00 \text{ A};$

I = 15 A (Disjuntor)

2.3 ESPECIFICAÇÕES DE CONDUTORES PELA CAPACIDADE DE CORRENTE

Após o cálculo da intensidade da corrente de projeto de um circuito, procede-se ao dimensionamento do condutor capaz de permitir, sem excessivo aquecimento e com uma queda de tensão predeterminada, a passagem da corrente elétrica. Além disso, os condutores devem ser compatíveis com a capacidade dos dispositivos de proteção contra sobrecarga e curto-circuito.

Uma vez determinadas as seções possíveis de acordo com os critérios referidos, escolhe-se na tabela da norma NBR 5410 de capacidade de condutores (ver tabela 11), padronizados e comercializados, o fio ou cabo cuja seção, por excesso, mais se aproxime da seção calculada.

A norma NBR-5410 prevê a seção mínima dos condutores conforme o tipo de instalação (ver tabela 10).

Tabela 10 – Seção mínima dos condutores

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força ²⁾	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu ⁴⁾
		Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

¹⁾ Seções mínimas ditadas por razões mecânicas
²⁾ Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.
³⁾ Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².
⁴⁾ Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².

Tabela 11 – Capacidade de condução de corrente, em ampères

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652

Tabela 12 – Bitola dos circuitos (segundo a capacidade de corrente)

Bitola (mm ²)	Circuitos
PRÉDIO 1	
1,5	1, 2, 28 e 29
2,5	3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 e 12
4,0	7
6,0	11
PRÉDIO 2	
1,5	13
2,5	15, B. Cisterna e QD-Sala4
4,0	17, 19, QD-Sala1, QD-Sala2 e QD-Sala3
6,0	16

2.4 VERIFICAÇÕES DAS QUEDAS DE TENSÃO

Os aparelhos de utilização de energia elétrica são projetados para trabalharem a determinadas tensões, com uma tolerância pequena.

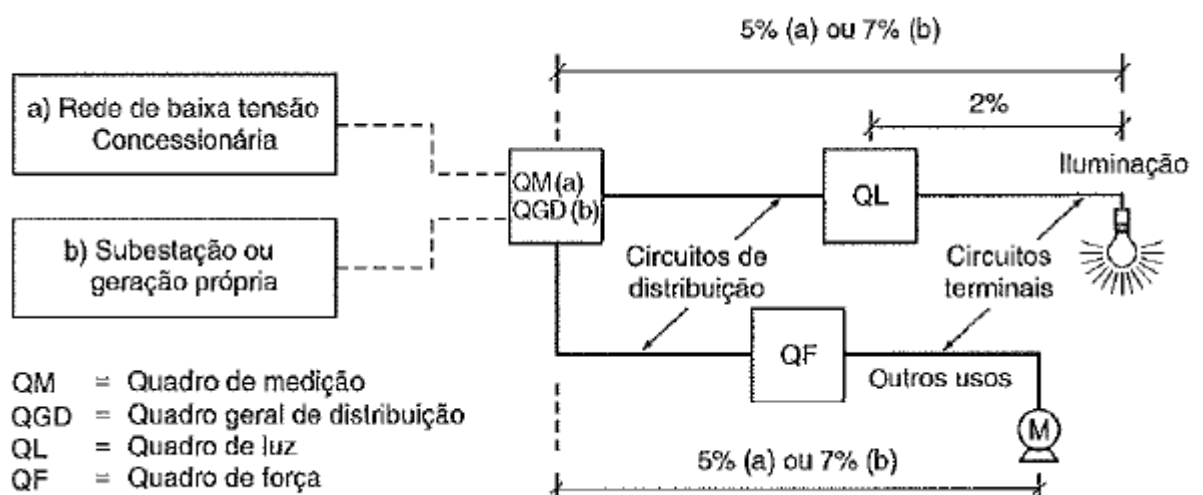
Estas quedas são função da distância entre a carga e o medidor e a potência da carga. As quedas de tensão admissíveis são dadas em percentagem da tensão nominal ou de entrada:

$$\text{Queda de tensão percentual (e\%)} = \frac{\text{tensão de entrada} - \text{tensão na carga}}{\text{tensão de entrada}} \times 100$$

Pela norma NBR-5410 admitem-se as seguintes quedas de tensão (Fig. 1):

- Para instalações alimentadas diretamente por um ramal de baixa tensão, a partir da rede de distribuição pública de baixa tensão: 5%;
- Instalações alimentadas diretamente por uma subestação de transformação a partir de uma instalação de alta tensão ou que possuam fonte própria: 7%.

Figura 1



As Tabelas 13 e 14 fornecem as quedas de tensão percentuais para os alimentadores e ramais em função das distâncias e potências utilizadas medidas em watts ou VA, para circuitos monofásicos e bifásicos, com fator de potência unitário.

As Tabelas 13 e 14 foram obtidas da seguinte fórmula:

$$S = 2\rho \frac{1}{e(\%) V^2} \times (p_1 l_1 + p_2 l_2 + \dots)$$

onde:

S = seção do condutor em mm²;

p = potência consumida em watts;

ρ = resistividade do cobre = $\frac{1 \text{ ohms} \times \text{mm}^2}{58 \text{ m}}$;

l = comprimento em metros;

$e\%$ = queda de tensão percentual 100;

V = 127 ou 220 volts.

Tabela 13 – Soma das Potências em Watts x Distância em Metros. V = 127 Volts

mm ²	Queda de tensão (%)				
	1	2	3	4	5
1,5	7016	14032	21048	28064	35081
2,5	11694	23387	35081	46774	58468
4,0	18710	37419	56129	74839	93548
6,0	28064	56129	84193	112258	140322

Tabela 14 – Soma das Potências em Watts x Distância em Metros. V = 220 Volts (2 Condutores)

mm ²	Queda de tensão (%)				
	1	2	3	4	5
1,5	21054	42108	63162	84216	105270
2,5	35090	70180	105270	140360	175450
4,0	56144	112288	168432	224576	280720
6,0	84216	168432	252648	336864	421080

1) Dimensionamento do Circuito 29 (Iluminação 127 volts):

Soma das potências x distância:

$$18 \times 12,31 = 132$$

$$18 \times 14,16 = 440$$

$$18 \times 15,47 = 319$$

$$18 \times 17,44 = 440$$

$$18 \times 18,23 = 189$$

$$18 \times 20,08 = 214$$

$$18 \times 21,63 = 269$$

$$18 \times 23,48 = 272$$

Total = 2570 (watts x metros)

Então, vemos que o fio de 1,5 mm² (Dimensionado pela capacidade de corrente) é suficiente para 3% de queda de tensão (Tabela 13).

2) Dimensionamento do Circuito 15 (TUG 127 volts):

Soma das potências x distância:

$$1200 \times 14,32 = 17184$$

$$200 \times 14,30 = 2860$$

$$600 \times 13,52 = 8112$$

Total = 28156 (watts x metros)

Então, vemos que o fio de 2,5 mm² (Dimensionado pela capacidade de corrente) é suficiente para 3% de queda de tensão (Tabela 14).

3) Dimensionamento do Circuito B. Cisterna (TUE 220 volts):

Soma das potências x distância:

$$368 \times 12,89 = 4743$$

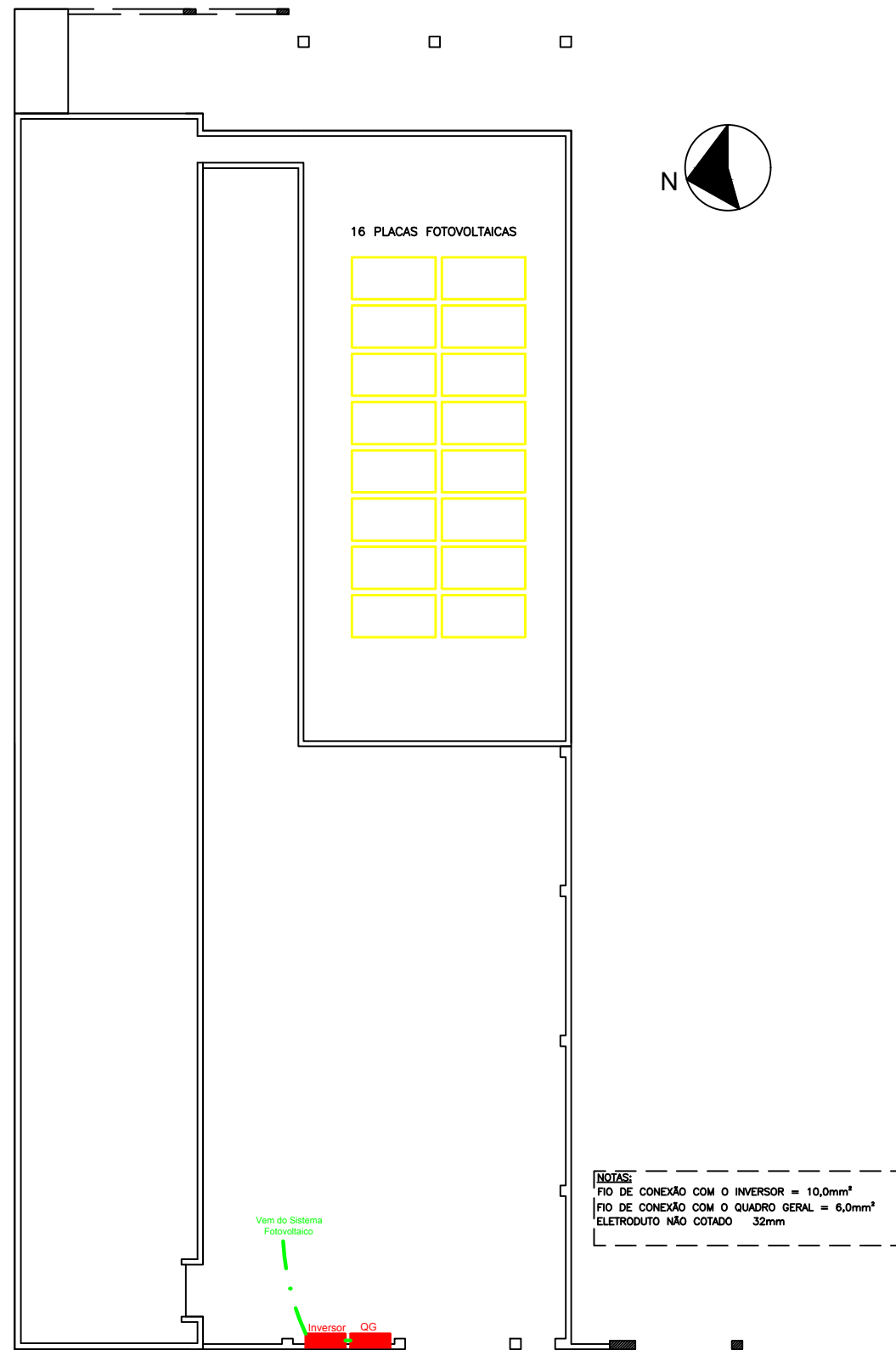
Total = 4743 (watts x metros)

Tabela 15 – Bitola dos circuitos (segundo a queda de tensão)

Circuito	U (V)	Watts x Metros (calculado)	Queda de tensão (%)	Bitola Mínima* (mm ²)	Bitola Utilizada (mm ²)	Obs.
PRÉDIO 1						
29	127	2570	3	1,5	1,5	Iluminação (Área Externa Frontal)
PRÉDIO 2						
15	127	28156	3	2,5	2,5	Tomadas de uso comum 120V (Área de Serviço)
B. Cisterna	220	4743	3	1,5	2,5	Bomba de Pressurização 1/2cv trifásica 220/380v
* Bitola mínima segundo a tabela de soma das potências em Watts x Distância em Metros.						

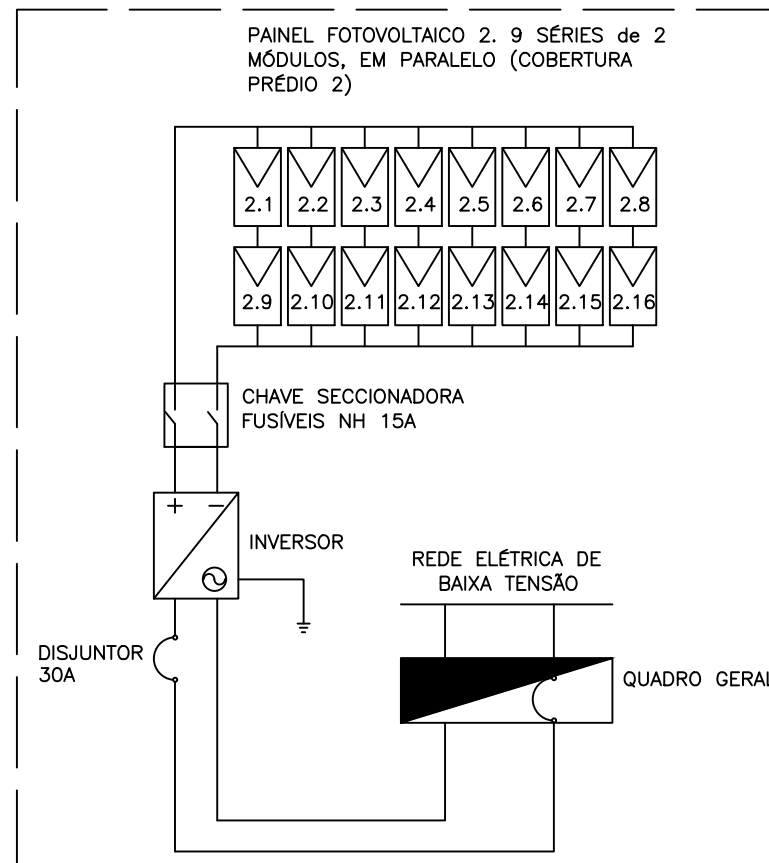
Então, vemos que o fio de 1,5 mm² (Dimensionado pela capacidade de corrente) é suficiente para 3% de queda de tensão (Tabela 14).

APÊNDICE 6 – Projeto de Geração de Energia Fotovoltaica



1 PLANTA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO
 ESCALA 1:150

- OS PRINCIPAIS COMPONENTES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO:
- * 16 MÓDULOS DE SILÍCIO POLICRISTALINO (p-Si), 320 Wp CADA, TOTALIZANDO 5,12 kWp;
 - * 1 CHAVE SECCIONADORA COM FUSÍVEIS DE 15 A;
 - * 1 INVERSOR DE ENERGIA MONOFÁSICO; E
 - * 1 DISJUNTOR MONOPOLAR DE 30 A



2 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO
 SEM ESCALA

CURSO:	ENGENHARIA CIVIL	ORIENTADOR:	ASSED NAKED HADDAD E ALINE VERÓL
ASSUNTO:	PROJETO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	ESCALA:	INDICADA
ALUNO:		FOLHA:	4
		DISCIPLINA:	DATA:

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA – CESPP

Rio de Janeiro, 24 de janeiro de 2018

SUMÁRIO

1. <u>CONCEPÇÃO DO PROJETO</u>	Erro! Indicador não definido.
2. <u>MEMORIAL DESCRITIVA DO CÁLCULO</u>	4
2.1. <u>LEVANTAMENTO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA</u>	4
2.2. <u>LEVANTAMENTO DO ESPAÇO DISPONÍVEL</u>	4
2.3. <u>LEVANTAMENTO DO RECURSO SOLAR</u>	4
2.4. <u>MÉTODO DE CÁLCULO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA</u>	5
2.4.1. <u>DIMENSIONAMENTO DO GERADOR FOTOVOLTAICO</u>	5
2.4.2. <u>DIMENSIONAMENTO DO INVERSOR</u>	5
2.4.3. <u>CABEAMENTO CC</u>	10
2.4.4. <u>CABEAMENTO CA</u>	11
2.4.5. <u>DISJUNTOR CA</u>	12
2.4.6. <u>FUSÍVEL CC</u>	12
<u>ANEXO I</u>	14
<u>ANEXO II</u>	15

1. CONCEPÇÃO DO PROJETO

Trata-se de um projeto de geração fotovoltaica da instituição CENTRO ESTUDOS DE SAÚDE PROJETO PAPUCAIA, com sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR). Para tanto, foram apresentados: um resumo do conhecimento teórico, um conjunto de informações sobre componentes e sequências de cálculo de acordo com o método CRESESB.

A ideia é aderir às medidas de eficiência energética antecipadamente ao dimensionamento do gerador fotovoltaico de pequeno/médio porte. O projeto levará em consideração a sua localização, o recurso solar disponível e o local onde os painéis podem ser instalados, evitando sombreamento e posicionando-os de preferência inclinados com mesmo ângulo da latitude local (aproximadamente 23° no Estado do Rio de Janeiro) e virados para o Norte já que nossa localização é no hemisfério Sul.

Os Sistemas Fotovoltaicos normalmente seguem a inclinação do telhado da edificação e não há sombreamento entre os módulos. Neste projeto será apresentado um conjunto de duas edificações institucionais na região Sudeste do Brasil.

A instituição está localizada na Av. Governador Roberto Silveira 472 – N.S. Conceição, Cachoeiras de Macacu – RJ. As características do telhado e do local são favoráveis a aplicação de geração fotovoltaica, já que possui uma leve inclinação e estão direcionados para o Norte, como pode ser visto na Figura 1.

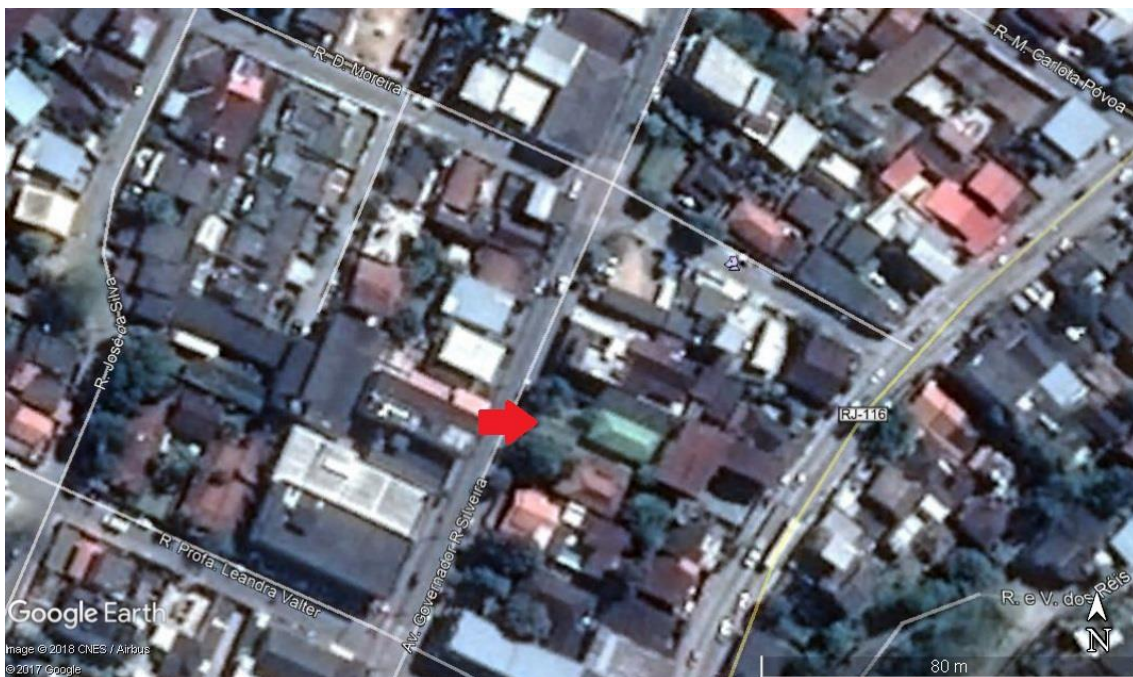


Figura 1 - Local do projeto fotovoltaico. Fonte [Google Maps]

O entorno da instituição em análise apresenta edificações baixas, sendo a parte mais crítica, o colégio que encontra-se atrás do CESPP (Leste), tendo dois andares e sendo muito próximo ao limite do terreno. O que proporciona áreas com baixo sombreamento, somente no verão onde temos dias mais longos, nos levando a desprezar a condição de sombreamento neste estudo de caso. Ademais, analisou-se empiricamente que sobre o telho do prédio 1 o efeito de sombreamento pode ser desprezado.

2. Memória Descritiva do Cálculo

2.1. Levantamento de Consumo de Energia Elétrica

Foi apuro a conta de Luz dos últimos 12 meses que se tinha o registro, avaliando o consumo médio mensal ao longo daquele ano. Conforme a tabela 1.

DATA	CONSUMO (kWh)	MÉDIA (kWh)
Dez. 2015	399	307
Jan. 2016	363	
Fev. 2016	317	
Mar. 2016	262	
Abr. 2016	319	
Mai. 2016	283	
Jun. 2016	296	
Jul. 2016	286	
Ago. 2016	266	
Set. 2016	281	
Out. 2016	298	
Nov. 2016	311	

Tabela 1 - Local do projeto fotovoltaico. Fonte [Próprio Autor]

Tendo em vista o projeto que reabilitará as edificações, acrescentando espaços de uso, tomadas e iluminação – apesar da troca total de lâmpadas fluorescentes por LEDs; e, também, uma quantidade maior de usuários, o consumo médio de energia elétrica será dobrado. Portanto:

$$\text{Consumo Médio} = 614kWh$$

2.2. Levantamento do Espaço Disponível

Será aplicado um sistema fotovoltaico, na cobertura do prédio 1, que alimentará as duas edificações. Este sistema será feito sobre suporte para fixação das placas em aço inoxidável. Essas placas estarão a 23° voltadas para o Norte. Observou-se, no local, posições sobre a laje que não são prejudicadas pelo sombreamento.

2.3. Levantamento do Recurso Solar

O levantamento do recurso solar para o local do projeto foi obtido através do software SunData do CRESESB. Este programa fornece os dados de três pontos mais próximos onde ocorrem medição, obtivemos o valor médio neste caso.

Localidades próximas

Latitude: 22,46° S
Longitude: 42,652778° O

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m ² .dia]												Média	Delta			
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set			Out	Nov	Dez
✓	Cachoeiras de Macacu	Cachoeiras de Macacu	RJ	BRASIL	22,5° S	42,649° O	4,5	5,67	6,00	4,83	4,33	3,58	3,47	3,45	4,26	4,44	4,78	4,64	5,38	4,57	2,56
✓	Cachoeiras de Macacu	Cachoeiras de Macacu	RJ	BRASIL	22,401° S	42,649° O	6,6	5,43	5,76	4,61	4,10	3,50	3,36	3,44	4,21	4,41	4,67	4,46	5,20	4,43	2,40
✓	Cachoeiras de Macacu	Cachoeiras de Macacu	RJ	BRASIL	22,5° S	42,749° O	10,9	5,70	6,04	4,87	4,35	3,59	3,46	3,43	4,25	4,42	4,80	4,69	5,40	4,58	2,62

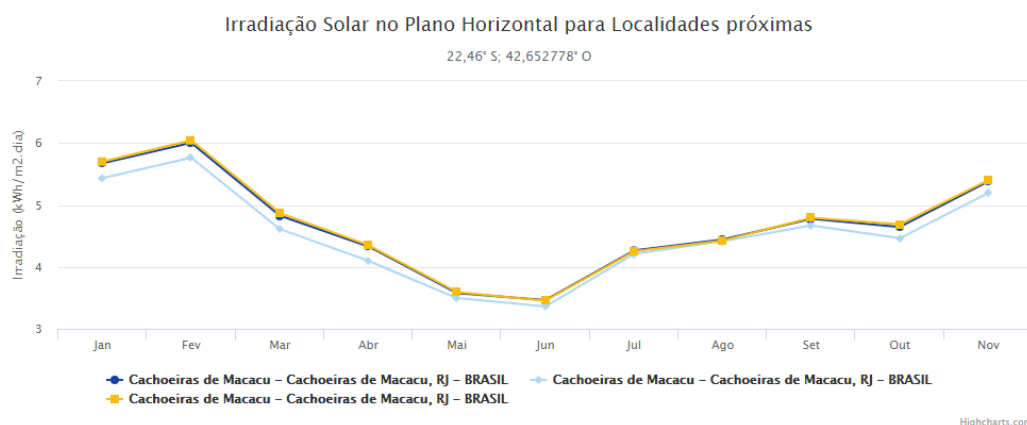


Figura 2 - Dados obtidos pelo SunData.

Os dados fornecidos são da irradiação global captada na horizontal, mas como já foi dito, a inclinação dos módulos igual a latitude otimiza a extração de potência e há um pequeno acréscimo nas HSP.

$$HSP_{\text{médio}} = \frac{4,57 + 4,43 + 4,58}{3} = \frac{4,53kWh}{m^2} \text{ por dia}$$

2.4. Método de Cálculo de Geração Fotovoltaica (Método CRESESB)

2.4.1. Dimensionamento do Gerador Fotovoltaico

A seguir será executado o passo a passo proposto no Método CRESESB. Para iniciar o desenvolvimento alguns dados preliminares foram levantados, como apresentado abaixo. Os dados de temperatura foram obtidos no INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) afim de aumentar a confiabilidade do sistema, dimensionando o gerador fotovoltaico com as temperaturas extremas já registradas no Rio de Janeiro.

Temperatura mínima registrada no RJ (Friburgo) = 1,5°C
Temperatura máxima registrada no RJ (Santa Cruz) = 43,2°C

Para podermos dimensionar a potência do arranjo e consequentemente o número de painéis necessários de acordo com a potência do painel escolhido. A taxa de desempenho (TD) de referência escolhida foi 0,8 de acordo com indicação do CRESESB (0,7 e 0,8 no Brasil).

O método de cálculo de dimensionamento de um sistema fotovoltaico proposto pelo Manual de Engenharia para Sistema Fotovoltaicos do CRESESB é apresentado a seguir. Recomenda-se o dimensionamento da geração sobre 90% do consumo da residência.

$$\text{Consumo diário médio} = \frac{614000}{30} = 20466,67 \frac{Wh}{dia}$$

$$90\% \text{ do Consumo diário médio} = 0,9 \times 20466,67 \frac{Wh}{dia} = 18420 \frac{Wh}{dia}$$

$$P_{FV}(W_p) = \frac{(E/TD)}{HSP}$$

Onde,

$P_{FV}(W_p)$ – Potência de pico do painel fotovoltaico

$E(Wh/dia)$ – Consumo diário médio anual da edificação

$HSP (h)$ – Média diária anual das HSP incidente no plano do painel

TD – Taxa de Desempenho do sistema (0,7 – 0.8) [IEA 2007]

$$P_{FV}(W_p) = \frac{\frac{18420}{0,8}}{4,53} = 5082,78 W_p$$

O painel Canadian solar CS6X-320P foi escolhido para o estudo de caso, as características do fabricante estão na Tabela 2. Vamos apresentar alguns dados para executar este método: os dados foram obtidos no software PSCAD 4.5 através da simulação da temperatura.

Potência máxima nominal	320 W
Tensão de MPPT	36,8 V
Corrente de MPPT	8,69 A
Tensão de circuito aberto	45,3 V
Corrente de curto circuito	9,26 A
Eficiência do módulo	16,68 %

Tabela 2 – Dados do painel CS6X-320P Canadian Solar. Fonte [Dados do fabricante]

$$N^{\circ}_{\text{painéis}} = \frac{5082,78}{320} = 15,88$$

$$\text{Potência Corrigida} = 16 \times 320 = 5120 \text{ W}_p$$

Características	Canadian Solar 320W
VmpTmin (1,5°)	39,32 V
VmpTmax (43,2°)	33,12 V
Isc (43,2°)	10,07 A
VocTmin (1,5°)	48,18 V

Tabela 3 – Dados do painel necessários para este método. Fonte [PSCAD 4.5]

2.4.2. Dimensionamento do Inversor

A potência do inversor deve ter uma relação aproximadamente de 1:1 com a potência do arranjo fotovoltaico, porém como dificilmente se atinge a potência máxima do arranjo, nos leva a subdimensionar a potência do inversor. O Fator de Dimensionamento do inversor é a relação entre potência nominal CA do inversor e a potência de pico do gerador.

Inverso escolhido: ABB PVI – 5000 – TL – OUTD

Características	Inversor 5000
S máximo	5560 VA
Potência Nominal AC	5000 W
Vcc máximo	600 V
Varição V mppt	150-530 V
I cc máximo	36 A
Rendimento	97%

Tabela 4 – Características do inversor ABB PVI5000-TL-OUTD. Fonte [Dados do fabricante]

$$FDI = \frac{P_{Nca}(W)}{P_{FV}(W_P)}$$

Onde,

FDI (adimensional) – Fator de dimensionamento do inversor ($0,75 \leq FDI \leq 1,05$)

$P_{Nca}(W)$ – Potência nominal CA do inversor

$P_{FV}(W_p)$ – Potência de pico do painel fotovoltaico

$$FDI = \frac{5000}{5120} = 0,976$$

A tensão CC de entrada do inversor é proveniente da soma dos módulos associados em série, as influências de temperatura e irradiância devem ser considerados nesta parte para não danificarmos o inversor. A máxima tensão ocorre em circuito aberto e em baixas temperaturas (inverno) e o número máximo de painéis em série. Para exemplificar usaremos os valores das Tabelas 3 e 4.

$$N^{\circ} \text{ painéis em série} \times V_{ocTmin} < V_{entradamax}$$

Onde,

$V_{entradamax}(V)$ – Máxima tensão CC de entrada admitida pelo inversor

$V_{ocTmin}(V)$ – Tensão máxima de circuito aberto de um painel,
obtida com a menor temperatura de operação

$$N^{\circ}_{SÉRIE} \leq \frac{600}{48,18} = 12,45$$

A associação em série dos módulos deve levar em consideração a faixa de tensão operação do rastreador de máxima potência do inversor, para que sua eficiência não fique comprometida. O número de módulos em série também deve respeitar a Equação abaixo.

$$\frac{V_{iminMPPT}}{V_{mpTmax}} < N^{\circ} \text{ painéis em série} < \frac{V_{imaxMPPT}}{V_{mpTmin}}$$

Onde,

$V_{iminMPPT}(V)$ – Mínima tensão CC de operação do MPPT

$V_{imaxMPPT}(V)$ – Máxima tensão CC de operação do MPPT

$V_{mpTmin}(V)$ – Tensão de potência máxima de um módulo fotovoltaico,
com mínima temperatura de operação

$V_{mpTmax}(V)$ – Tensão de potência máxima de um módulo fotovoltaico,
com máxima temperatura de operação

$$\frac{150}{33,12} = 4,52 \leq N^{\circ}_{SÉRIE} \leq \frac{530}{39,32} = 13,48$$

A corrente CC máxima do inversor é obtida através da quantidade de módulos ou strings conectados em paralelo. Podemos obter através da Equação a seguir.

$$N^{\circ} \text{ módulos em paralelo} < \frac{I_{imax}}{I_{sc}}$$

Onde,

$I_{imax}(A)$ – Corrente CC máxima admitida pelo inversor

$I_{sc}(A)$ – Corrente de curto circuito do módulo nas STC

$$N^{\circ}_{PARALELO} \leq \frac{36}{10,07} = 3,57$$

Configuração do arranjo de 16 painéis fotovoltaicos de acordo com as restrições.

$$N^{\circ}_{SÉRIE} \leq 12,45$$

$$4,52 \leq N^{\circ}_{SÉRIE} \leq 13,48$$

$$N^{\circ}_{PARALELO} \leq 3,57$$

Escolha:

$$N^{\circ}_{SÉRIE} = 8$$

$$N^{\circ}_{PARALELO} = 2$$

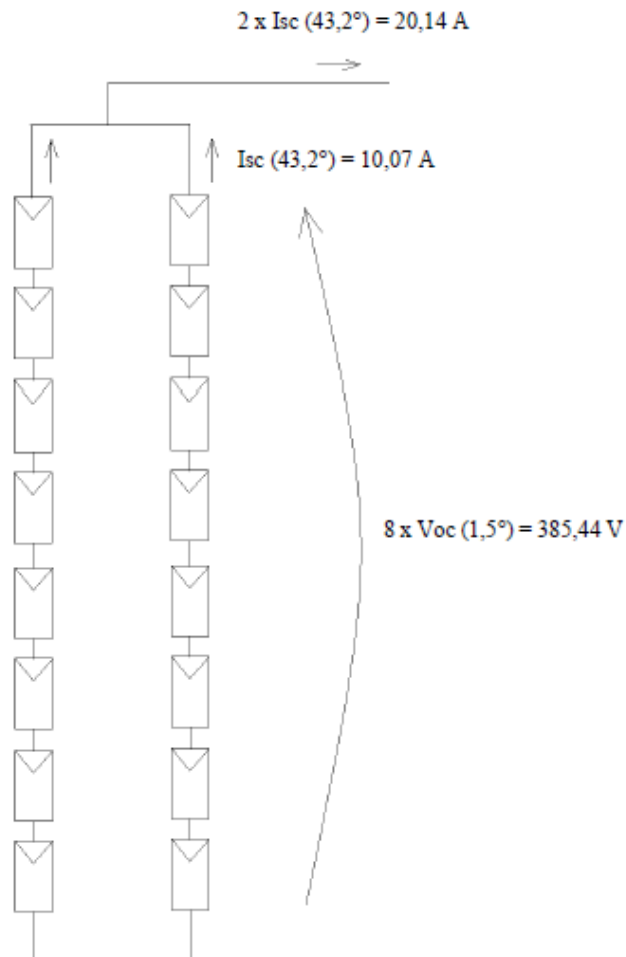


Figura 3 – Configuração do arranjo de acordo com as restrições de projeto.

Verificação se o arranjo escolhido pode ser usado devido às restrições do inversor.

$$8 \times V_{oc}(1,5^{\circ}C) = 385,44 \text{ V} \leq 600\text{V}$$

$$2 \times I_{sc}(43,2^{\circ}C) = 20,14 \text{ A} \leq 36 \text{ A}$$

$$8 \times V_{mpTmin}(1,5^{\circ}C) = 314,56 \text{ V} \leq 530\text{V}$$

$$8 \times V_{mpTmax}(43,2^{\circ}C) = 264,96 \text{ V} \geq 150\text{V}$$

$$FDI = 0,976 (0,75 - 1,05)$$

2.4.3. Cabeamento CC

O dimensionamento dos cabos CC pode ser feito pelo auxílio de tabelas, porém podemos obter a seção mínima através da Equação abaixo. Este método será utilizado em todos os cálculos do estudo de caso. Para exemplificar o cálculo do comprimento do cabo CC considera-se a quantidade, o maior comprimento do painel, mais uma folga de 30% e uma queda de tensão máxima de 1%.

$$A_{DC} = \frac{2 \times L_{DC} \times 1,25 \times I_{sc}}{\Delta V(\%) \times V_{MPPT\text{arranjo}} \times (1/\rho)}$$

Onde,

$L_{DC}(m)$ – *techo de cabeamento CC sem considerar o condutor de retorno*

$I_{sc}(A)$ – *corrente de curto circuito do trecho analisado*

$\Delta V(\%)$ – *queda de tensão desejada*

$\rho \left(\Omega \cdot \frac{mm^2}{m} \right)$ – *Resistividade do material condutor*

$V_{MPPT\text{arranjo}}(V)$ – *tensão de máxima potência do arranjo*

$$L_{DC} = (8 \times 2) + 30\% = 20,8 \text{ m}$$

$$A_{DC} \text{ da fileira} = \frac{2 \times 20,8 \times 1,25 \times 10,07}{0,01 \times (8 \times 33,12) \times 56} \geq 3,53 \text{ mm}^2 \rightarrow 4 \text{ mm}^2$$

$$A_{DC} \text{ de conexão com inversor} = \frac{2 \times 20 \times 1,25 \times 20,14}{0,01 \times (8 \times 33,12) \times 56} \geq 6,78 \text{ mm}^2 \rightarrow 10 \text{ mm}^2$$

2.4.4. Cabeamento CA

O dimensionamento dos cabos CA pode ser feitos com auxílio de tabelas, porém podemos determinar a seção mínima dos cabos através da Equação abaixo. Para isso vamos relacionar a potência de saída do inversor (VA), um fator de potência unitário e a tensão da rede para obter a corrente nominal CA. Da mesma forma que no dimensionamento dos cabos CC foi considerada uma queda de tensão máxima de 1% e a distância de conexão com o quadro de distribuição de 10 metros.

$$I_{NAC} = \frac{P_{CAinv}}{V_{Nrede} \times \cos\theta}$$

$$A_{AC} = \frac{2 \times L_{AC} \times I_{NCA} \times \cos\theta}{\Delta V(\%) \times V_{Nrede} \times (1/\rho)}$$

Onde,

P_{CAinv} (VA) – Potência de saída em VA do inversor

V_{Nrede} (V) – Tensão da rede elétrica

$\cos\theta$ – fator de potência

L_{CA} (m) – trecho de cabeamento CA

$\Delta V(\%)$ – queda de tensão desejada

$\rho \left(\Omega \cdot \frac{mm^2}{m} \right)$ – Resistividade do material condutor

$$I_{NCA} = \frac{5560}{220 \times 1} = 25,27 A$$

$$A_{AC} \text{ de conexão com quadro de distribuição} = \frac{2 \times 10 \times 25,27 \times 1}{0,01 \times 220 \times 56} \geq 4,1 mm^2 \rightarrow 6 mm^2$$

2.4.5. Disjuntores CA

De acordo com a Norma 5410 podemos dimensionar os disjuntores do circuito CA de acordo com a equação abaixo, onde o disjuntor deve estar compreendido entre a corrente máxima que a seção do condutor escolhido suporta e a corrente nominal CA do sistema.

$$I_{Ncircuito} < I_{disjuntor} < I_{m\acute{a}x\text{se}\acute{c}\tilde{a}o}$$

$$25,27 A \leq I_{disjuntor} \leq 34 A$$

2.4.6. Fusível CC

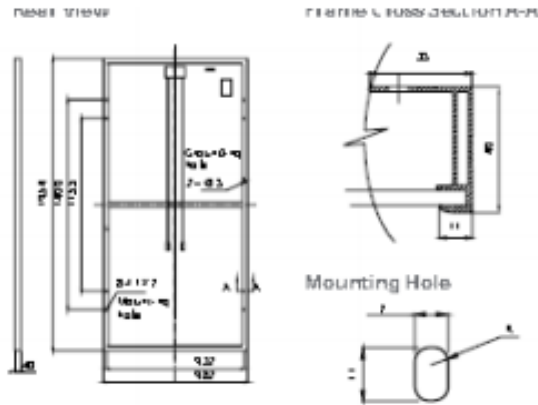
Os fusíveis de fileiras devem ser instalados tanto no polo positivo quanto no polo negativo do sistema fotovoltaico e pode ser dimensionado de acordo com a equação abaixo.

$$I_{fusível} = 1,25 \times I_{sc\text{ramo}}$$

$$I_{fusível} = 1,25 \times 10,07 = 12,58 \text{ A}$$

ANEXO I

DATASHEET DO PAINEL CANADIAN SOLAR



ELECTRICAL DATA / STC*

Electrical Data CS6X	310P	315P	320P
Nominal Max. Power (Pmax)	310 W	315 W	320 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	36.4 V	36.6 V	36.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.52 A	8.61 A	8.69 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.9 V	45.1 V	45.3 V
Short Circuit Current (Isc)	9.08 A	9.18 A	9.26 A
Module Efficiency	16.16%	16.42%	16.68%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000V (UL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)		
Max. Series Fuse Rating	15 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 ~ + 5 W		

* Under Standard Test Conditions (STC) at irradiance of 1000W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C

ELECTRICAL DATA / NOCT*

Electrical Data CS6X	310P	315P	320P
Nominal Max. Power (Pmax)	225 W	228 W	232 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	33.2 V	33.4 V	33.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.77 A	6.84 A	6.91 A
Open Circuit Voltage (Voc)	41.3 V	41.5 V	41.6 V
Short Circuit Current (Isc)	7.36 A	7.44 A	7.50 A

MODULE / MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	72 (6x12)
Dimensions	1954x982x40mm (76.9x38.7x1.57 in)
Weight	22 kg (48.5 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	4 mm ² (IEC) or 4 mm ² & 12 AWG 1000V (UL), 1150 mm (45.3 in)
Connectors	Friends PV2a (IEC), Friends PV2b (IEC / UL)
Standard	26 pieces, 620 kg (1366.9 lbs)
Packaging	(quantity & weight per pallet)
Module Pieces per Container	624 pieces (40' HQ)

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41% / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31% / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053% / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45 ± 2 °C

ANEXO II

ABB – 5,0 kW

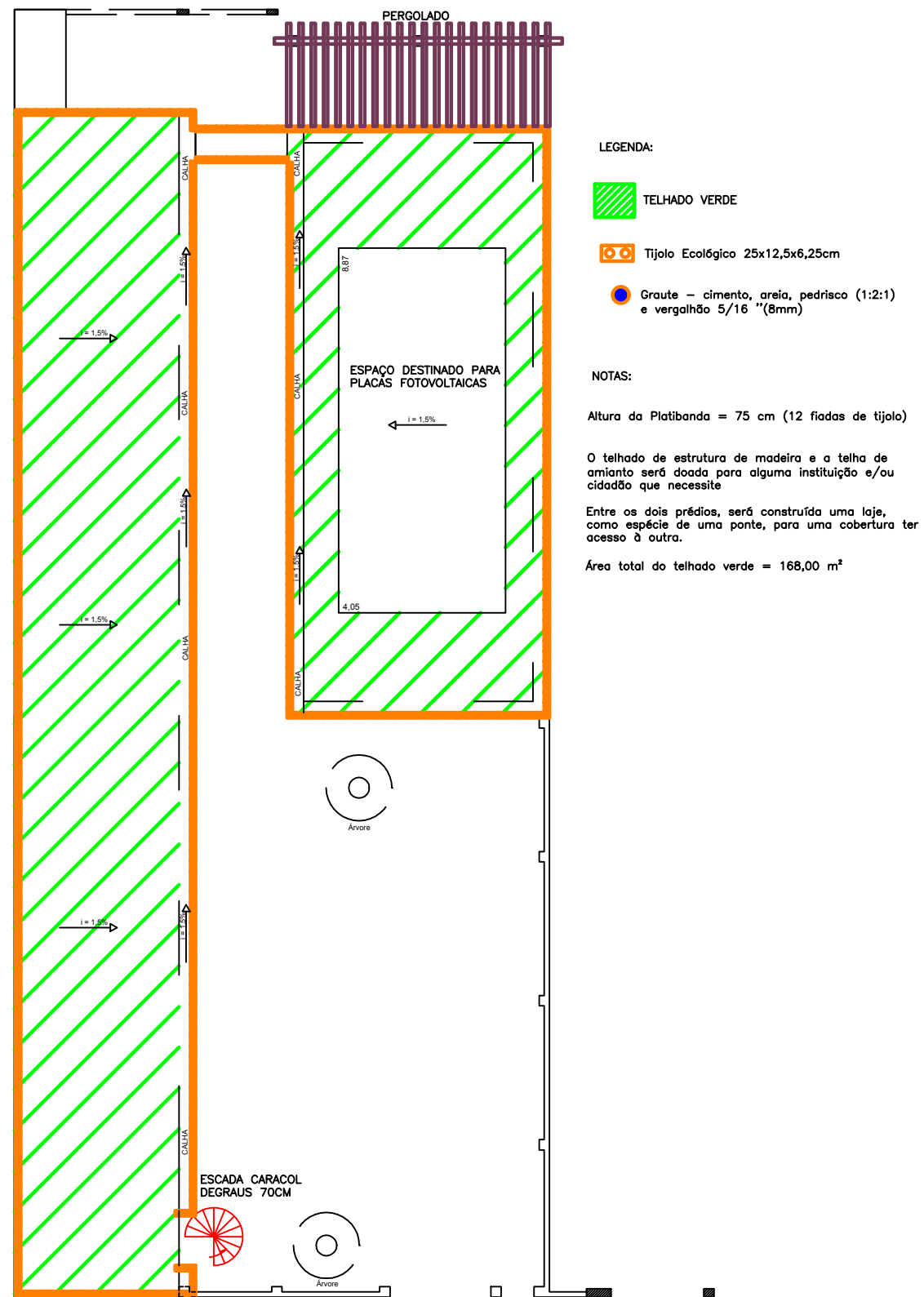
Technical data and types

Type code	PVI-5000-TL-OUTD	PVI-6000-TL-OUTD
Input side		
Absolute maximum DC input voltage (V_{DCmax})	600 V	
Start-up DC input voltage (V_{DCst})	200 V (adj. 120...360 V)	
Operating DC input voltage range ($V_{DCmin}...V_{DCmax}$)	$0.7 \times V_{DCmax}$...580 V (min 90 V)	
Rated DC input voltage (V_{DC})	360 V	
Rated DC input power (P_{DC})	5150 W	6200 W
Number of independent MPPT	2	
Maximum DC input power for each MPPT (P_{DCmax})	4000 W	
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{DC}	150...530 V	180...530 V
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	Linear derating from max to null @30 V V_{DCmax} 580 V	
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{DC} , max unbalance example	4000 W @30 V V_{DCmax} 530 V	4000 W @30 V V_{DCmax} 530 V
Maximum DC input current (I_{DCmax}) / for each MPPT (I_{DCmax})	the other channel: P_{DC} 4000 W @30 V V_{DCmax} 530 V	the other channel: P_{DC} 4000 W @30 V V_{DCmax} 530 V
Maximum input short circuit current for each MPPT	35.0 A / 18.0 A	
Number of DC inputs pairs for each MPPT	2	
DC connection type	Tool Free PV connector WM / MG4	
Input protection		
Reverse polarity protection	Yes, from limited current source	
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	Yes	
Photovoltaic array isolation control	According to local standard	
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	25 A / 600 V	
Output side		
AC grid connection type	Single-phase	
Rated AC power (P_{AC} @cos ϕ =1)	5000 W ^{*)}	6000 W
Maximum AC output power (P_{ACmax} @cos ϕ =1)	5000 W ^{*)}	6000 W
Maximum apparent power (S_{ACmax})	5660 VA	6670 VA
Rated AC grid voltage (V_{AC})	230 V	
AC voltage range	180...254 V ^{*)}	
Maximum AC output current (I_{ACmax})	25.0 A	30.0 A
Contributory fault current	32.0 A	40.0 A
Rated output frequency (f)	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...63 Hz / 57...63 Hz ^{*)}	
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, adj. \pm 0.9 with P_{AC} =6.0 kW	
Total current harmonic distortion	< 3.5%	
AC connection type	Terminal block, cable gland H62	

Technical data and types

Type code	PVI-5000-TL-OUTD	PVI-6000-TL-OUTD
Output protection		
Anti-islanding protection	According to local standard	
Maximum external AC overcurrent protection	32.0 A	40.0 A
Output overvoltage protection - varistor	2 (L - N / L - PE)	
Operating performance		
Maximum efficiency (η_{max})	97.0%	
Weighted efficiency (EUROCEC)	96.4% / -	
Feed in power threshold	10.0 W	
Night consumption	< 0.4 W	

APÊNDICE 7 – Projeto de Cobertura Verde



1 PLANTA DE COBERTURA - TELHADO VERDE
ESCALA 1:150

TELHADO VERDE

1 – Estrutura de Suporte: Lajes pré-moldada de concreto armada com uma inclinação de mais ou menos 1,5% para escoar bem a água da chuva pelo os ralos

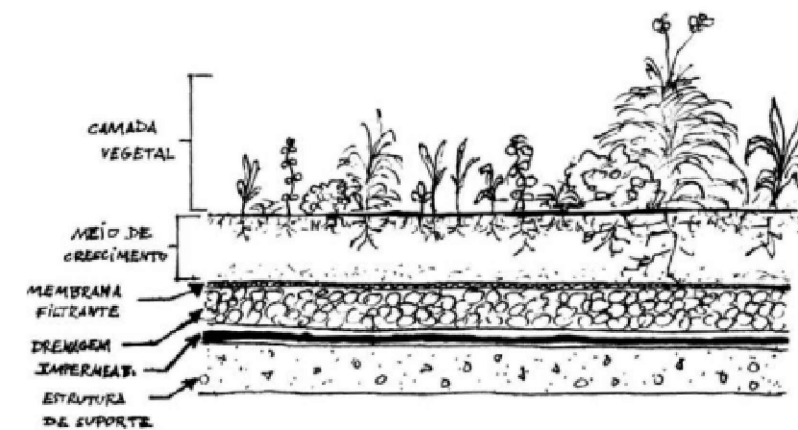
2 – impermeabilização: será aplicado nas lajes uma manta asfáltica que vira e sobe nas bordas até 40 cm de altura. Depois o local será coberto com concreto

3 – Camada de drenagem: Será espalhado argila expandida sobre as lajes, criando uma camada uniforme de mais ou menos 7 cm de espessura

4 – Membrana filtrante: Será colocada uma manta de Bidim, transpassando 10 cm um sobre o outro

5 – Subtrato de suporte de vida vegetal: Em cima do Bidim será espalhada uma camada de terra preta adubada de mais ou menos 7 cm

6 – Camada vegetal: sobre o substrato serão dispostas placas de grama esmeralda, de forma que não enconstem nas paredes, preenchendo esse espaço com argila expandida para facilitar o escoamento e evitar a infiltração



REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TELHADO VERDE

CURSO:	ENGENHARIA CIVIL	ORIENTADOR:	ASSED NAKED HADDAD E ALINE VERÓL
ASSUNTO:	PROJETO DE TELHADO VERDE	ESCALA:	INDICADA
ALUNO:		FOLHA:	4
		DISCIPLINA:	DATA:

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO DE TELHADO VERDE – CESPP

Rio de Janeiro, 01 de fevereiro de 2018

1. CONCEPÇÃO DO PROJETO	3
1.1. PROJETO	3
1.2. DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO	3
2. MEMORIAL DESCRITIVO.....	3
2.1. SISTEMA COMPLETO.....	3
2.2.1. CAMADA DE SUPORTE DE CARGA DE NATURAÇÃO.....	3
2.2.2. CAMADA DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	4
2.2.3. CAMADA DE DRENAGEM	4
2.2.4. CAMADA DE SEPARADORA FILTRANTE DE PROTEÇÃO.....	4
2.2.5. SUBSTRATO DE SUPORTE DE VIDA VEGETAL	4
2.2.6. CAMADA DE VEGETAÇÃO	5
3. MANUTENÇÃO.....	5

1. CONCEPÇÃO DO PROJETO

1.1. PROJETO

Trata-se do projeto para instalação de cobertura verde na instituição CENTRO DE ESTUDOS PROJETO PAPUCAIA. O presente memorial fixa as condições mínimas para a execução da instalação da cobertura verde nas edificações em questão.

É um projeto de maturação, que é uma tecnologia de aplicação de vegetação sobre superfícies construídas que, resgatando os princípios de enverdecimento de áreas edificadas, busca amenizar os impactos do desenvolvimento urbano, explorando cientificamente as respostas às demandas ambientais, e redirecionando as cidades para o desenvolvimento sustentável, obtendo assim uma maior integração entre espaço urbano – cidadão – natureza.

1.2. DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Duas edificações Institucionais: Edificações com 1 pavimento. Prédio 1: auditório, banheiro, biblioteca, secretaria, sala de informática e sala de recepção; prédio 2: cozinha, banheiro masculino e feminino, 4 (quatro) salas de aula.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

2.1. SISTEMA COMPLETO

O Sistema completo é o sistema mais comum em uso no mundo e é aplicado diretamente na superfície da estrutura de suporte, obedecendo à ordem das principais camadas, de baixo para cima: impermeabilizante, drenagem, substrato e vegetação.

2.1.1. Camada de suporte de carga da natureza

Considerada a última “camada”, a camada de suporte é toda aquela que suporta o peso do sistema adotado, que chega ao seu máximo quando hidratado.

Será adotado laje pré-moldada de concreto armado, propriamente impermeabilizada e resistente às cargas solicitantes, com uma inclinação de mais ou menos 1,5% para escoar bem a água da chuva pelos ralos.

2.1.2. Camada de impermeabilização

Tem por função proteger a camada de suporte contra toda e qualquer umidade proveniente do meio externo, passando pelo sistema, assegurando a estanqueidade do mesmo.

Será aplicado nas lajes uma manta asfáltica que vira e sobe nas bordas até 40 cm de altura. Depois o local será coberto com concreto.

2.1.3. Camada de drenagem

Esta camada tem por função recolher as precipitações e regas excedentes em toda a superfície, conduzindo-as aos deságues. A camada de drenagem pode ter funções adicionais, como armazenamento de água para uso na estiagem. Aumento da área de raízes e espaço para aeração do sistema.

Será espalhado argila expandida sobre as lajes, criando uma camada uniforme de mais ou menos 7 cm de espessura.

2.1.4. Camada separadora filtrante de proteção

O próprio nome já indica a função, cujo material, o GEOTEXTIL, é composto de fibra sintética que se assemelha a um feltro, e que tem a capacidade de impedir a passagem de partículas finas do substrato e a consequente obstrução da camada de drenagem. Deve obedecer aos seguintes critérios: resistência à ruptura e à compressão, ser imputrescível, ser compatível com materiais que estão em contato, não proporcionando reações químicas, permeabilidade hídrica de até 10 (dez) vezes superior à do substrato, permitir o crescimento de raízes, de estrutura duradoura e estável, e ser resistente à ação de micro-organismos.

Será colocada uma manta Bidim, transpassando 10 cm uma sobre a outra.

2.1.5. Substrato de suporte de vida vegetal

O substrato é uma mistura de elementos orgânicos e inorgânicos capazes de manter: o nível de nutrientes, umidade e oxigenação durante um período de tempo economicamente viável. Em cima do Bidim será espalhada uma camada de substrato de mais ou menos 7 cm. Essa camada será de terra preta adubada.

2.1.6. Camada de vegetação

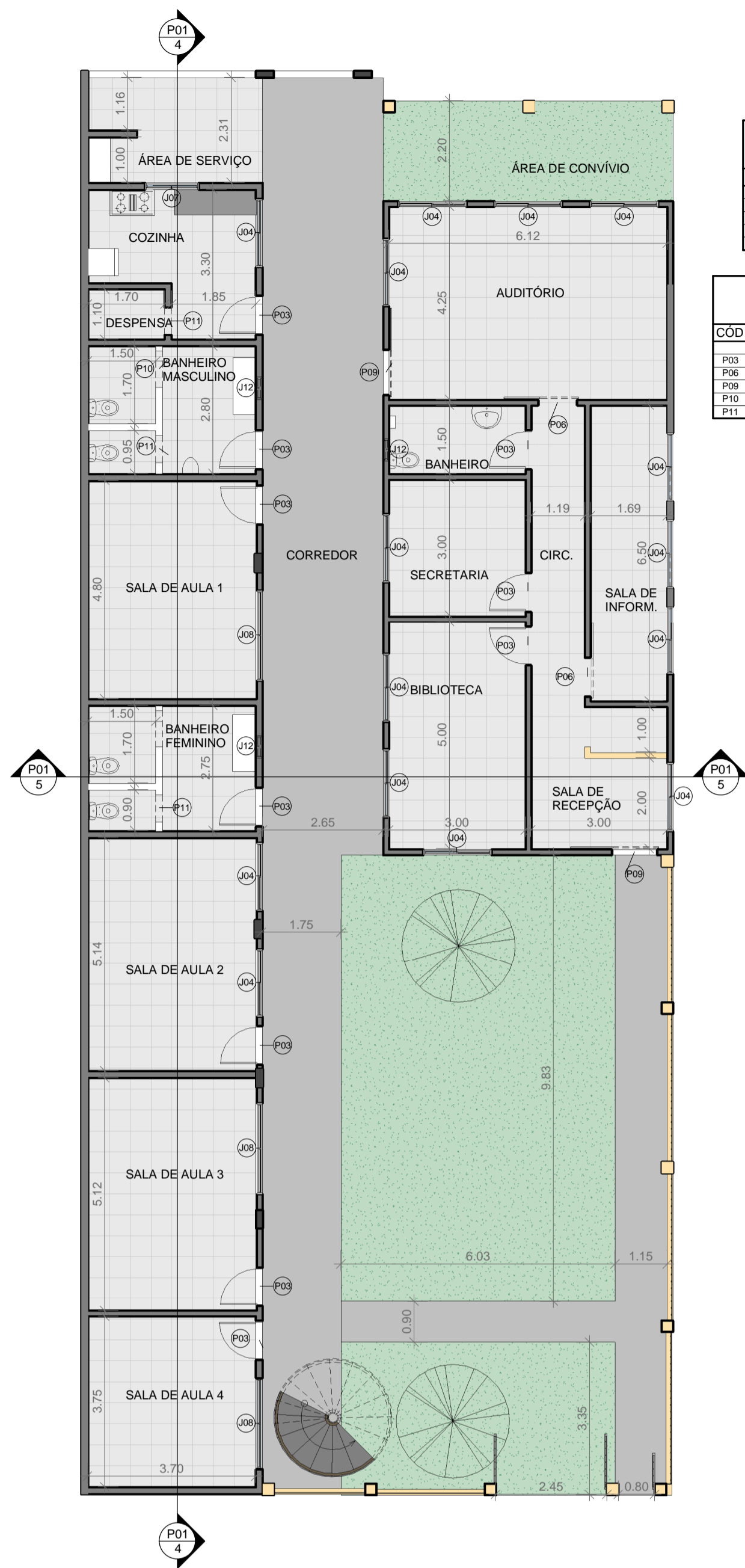
Dependendo da localização da superfície a ser naturalizada, algumas peculiaridades devem ser observadas, tais como o microclima e regime de chuvas para que a seleção da vegetação seja a mais adequada possível, no caso, vegetação autóctone. As espécies adotadas vão das crassuláceas às famílias das agaváceas, bromeliáceas e cactáceas, entre outras, vulgarmente conhecidas por "suculentas".

Serão dispostas placas de grama esmeralda, de forma que não encostem nas paredes, preenchendo esse espaço com argila expandida para facilitar o escoamento e evitar a infiltração.

3. MANUTENÇÃO

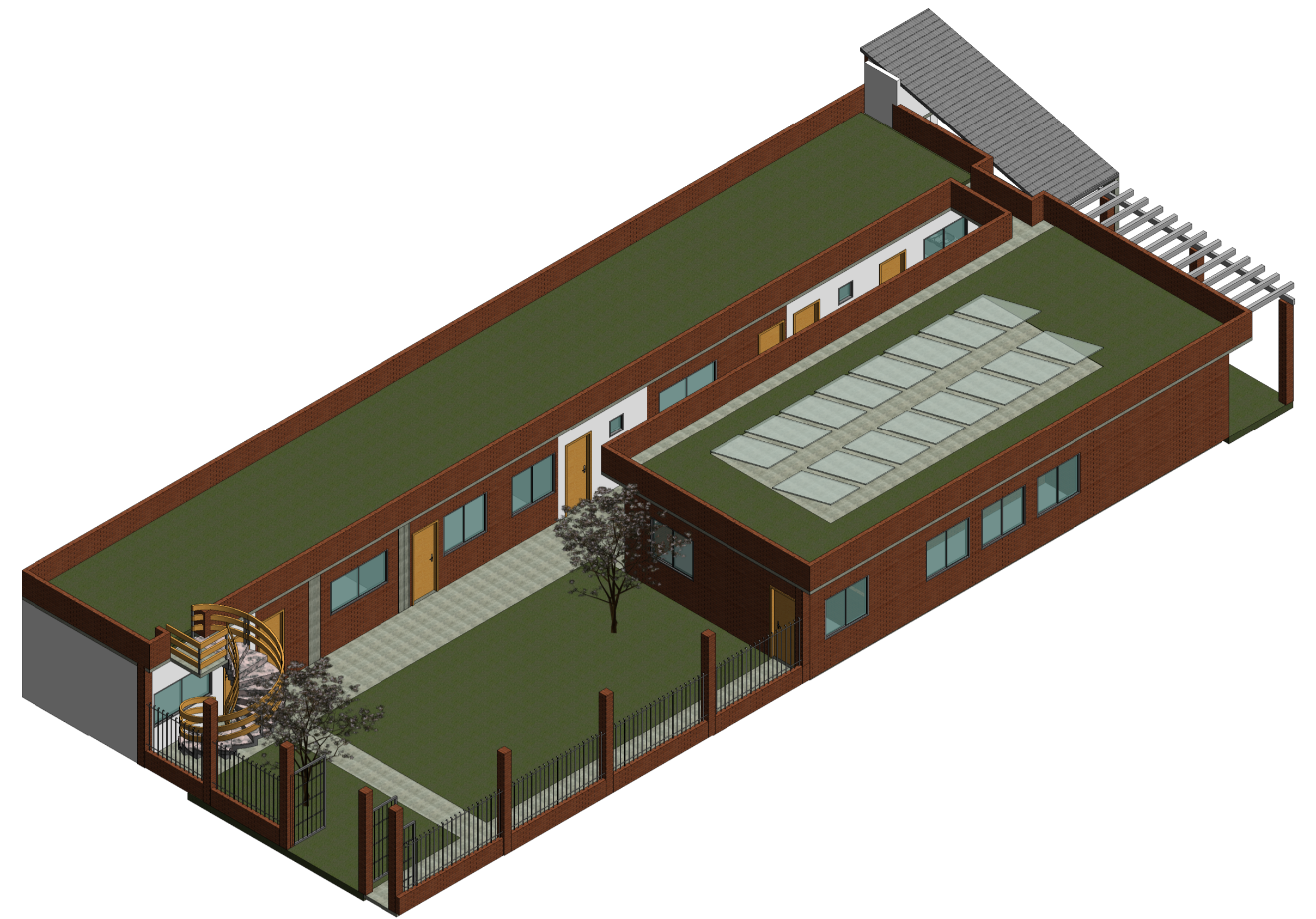
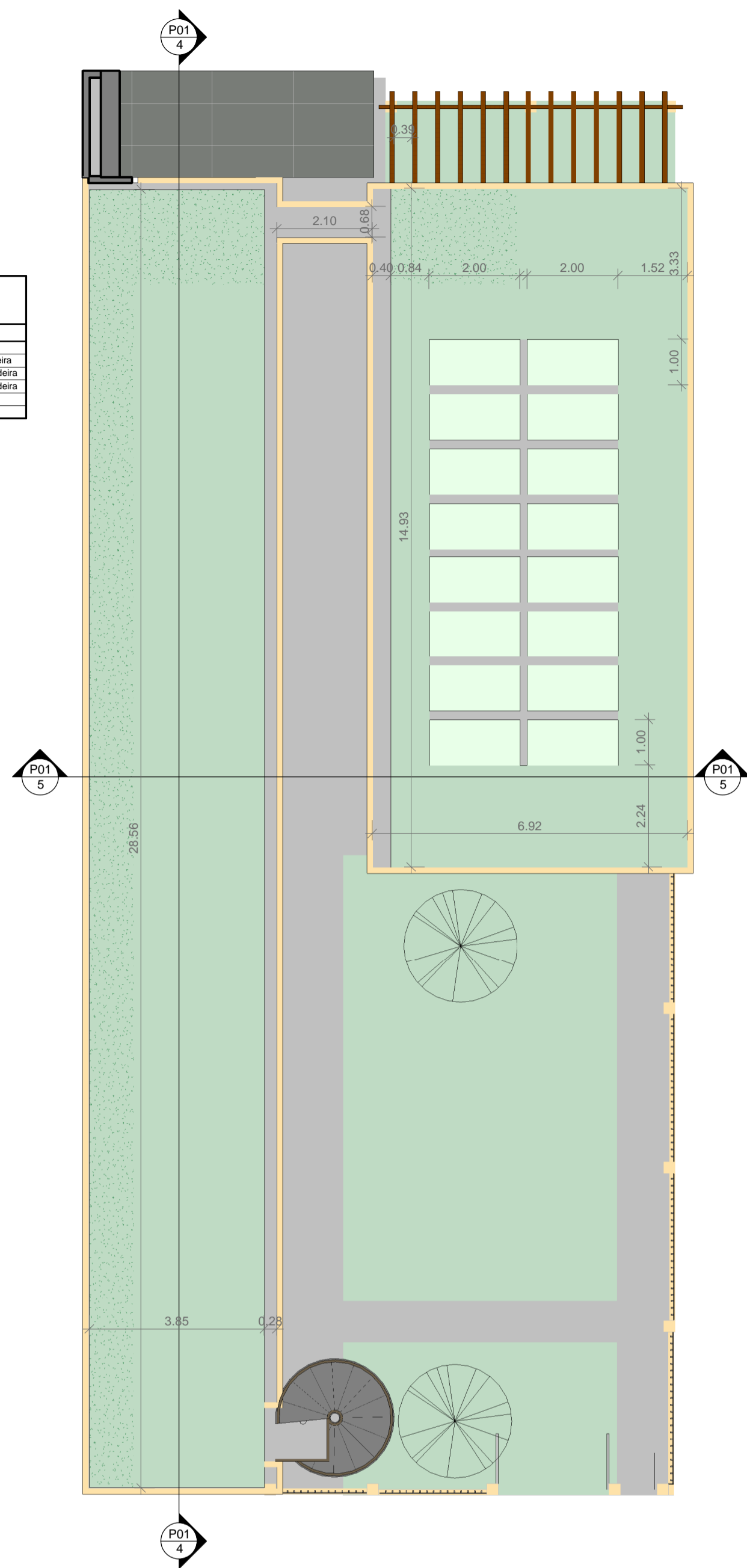
As manutenções realizadas estão relacionadas à eventuais reparos e substituição de algumas espécies vegetais e, também, à necessidade de irrigação em meses quentes. A respeito do corte da grama, é recomendado que seja evitado ao máximo, pois pode causar, além do ressecamento da cobertura, de forma rápida, a perda de matéria orgânica.

APÊNDICE 8 – Planta Arquitetônica Após Reabilitação



QUANTITATIVO DE JANELAS				
CÓD	QT	COMPRIMENTO	ALTURA	DESCRIÇÃO
J04	15	1.50	1.20	Janela simples de alumínio e vidro
J07	1	1.20	1.00	Janela simples de alumínio e vidro
J08	3	2.00	1.00	Janela simples de alumínio e vidro
J12	3	0.50	0.50	Janela simples de alumínio e vidro

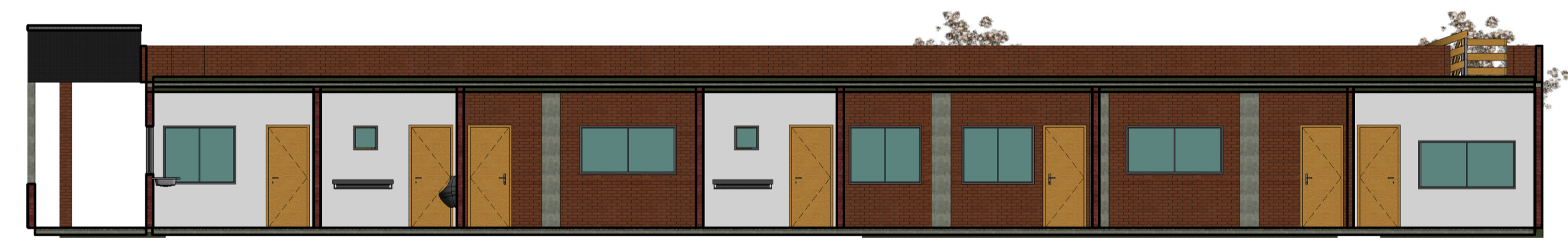
QUANTITATIVO DE PORTAS				
CÓD	QT	COMPRIMENTO	ALTURA	DESCRIÇÃO
P03	10	0.86	2.10	Porta de abrir de madeira, semico com forras de madeira
P08	2	0.86	2.10	Porta de correr de madeira, semico com forras de madeira
P09	2	1.00	2.10	Porta de correr de madeira, semico com forras de madeira
P10	2			Abertura vão em parede
P11	3			Abertura vão em parede



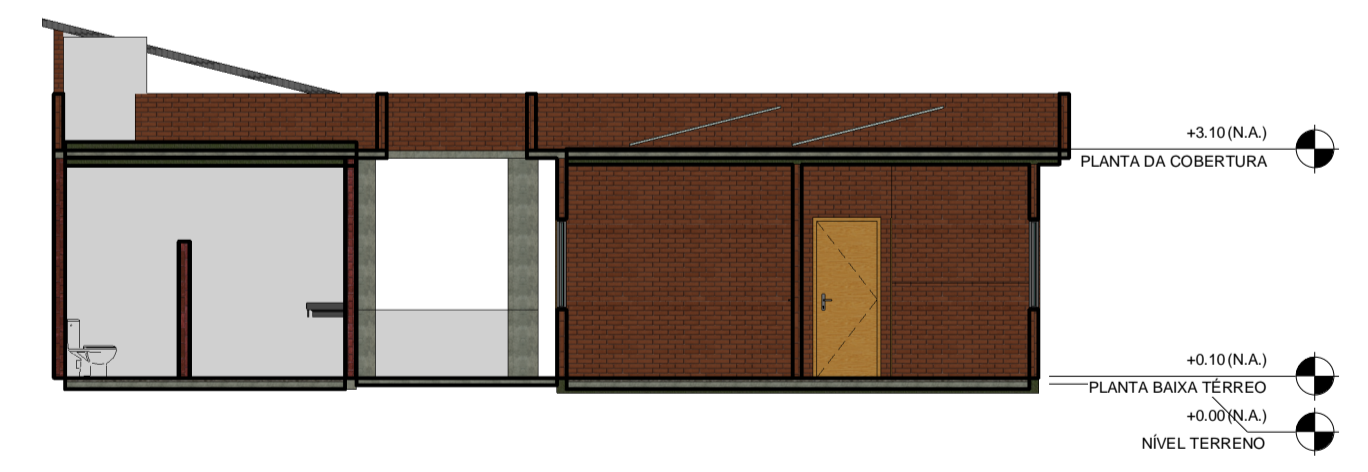
3 PERSPECTIVA ESCALA

1 PLANTA BAIXA TÉRREO ESCALA 1:100

2 PLANTA DA COBERTURA ESCALA 1:100



4 CORTE A ESCALA 1:100



5 CORTE B ESCALA 1:100



6 FACHADA LESTE ESCALA 1:100



7 FACHADA SUL ESCALA 1:100

ST	QD	LT	VL	SLT
12A	32B	1456		

PROPRIETÁRIO: CENTRO DE ESTUDOS PROJETO PAPUCAIA
 PROJETO: LUIZ FILIPE HERMES CALVI
 CONSTRUÇÃO: A DEFINIR

FOLHA P01 /02	PROJETO: PROJETO ARQUITETÔNICO FUTURO LOCAL: CACHOEIRAS DE MACACU/RJ PROPRIETÁRIO: CENTRO DE ESTUDOS PROJETO PAPUCAIA		
	RESPONSÁVEL	INSC NA PAL/J.P.	RUBRICA
DESENHO	Author		LUIZ FILIPE HERMES CALVI ART
CÓPIA	Author		
VISTO	Author		
ESCALAS	DESENHO(S) PLANTA BAIXA TÉRREO CORTES COBERTURA FACHADAS		INSC NA P.M.J.P. ÁREA DO TERRENO: 397,80 m² ÁREA DA CONST.: 207,43 m² TX DE OCUPAÇÃO: 52% ÍNDICE DE APROV.: 0,52
			INSC NA P.M.J.P. ART