

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
FREDERICO MILANEZI BORTOLON

**COMPARAÇÃO DE CUSTO DE UMA OBRA RESIDENCIAL COM MATERIAIS
DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL E ECOLÓGICO**

CASCADEL - PR

2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
FREDERICO MILANEZI BORTOLON

**COMPARAÇÃO DE CUSTO DE UMA OBRA RESIDENCIAL COM MATERIAIS
DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL E ECOLÓGICO**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Orientador: Mestre Economista Eduardo Miguel Prata Madureira

CASCADEL - PR
2018

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
FREDERICO MILANEZI BORTOLON**

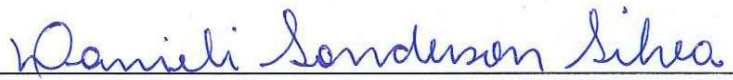
**COMPARAÇÃO DE CUSTO DE UMA OBRA RESIDENCIAL COM
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL E ECOLÓGICO**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG,
como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob
orientação do **Professor Mestre Eduardo Miguel Prata Madureira**.

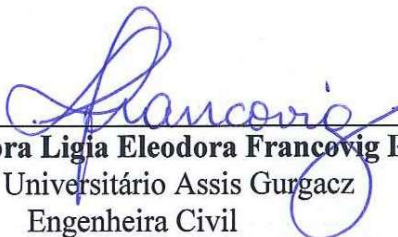
BANCA EXAMINADORA



Orientador Mestre Eduardo Miguel Prata Madureira
Centro Universitário Assis Gurgacz
Economista



Professora Mestre Danieli Sanderson Silva
Centro Universitário Assis Gurgacz
Economista



Professora Doutora Ligia Eleodora Francovig Rachid
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheira Civil

Cascavel, 28 de novembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter-me dado forças em todo este caminho e por tudo que tem proporcionado em minha vida.

Agradeço imensamente também aos meus pais que sempre estiveram comigo e nunca mediram esforços para me ajudar a não desanimar com os problemas que a vida nos proporciona.

Aos professores que tiveram paciência em ensinar e mostrar o mundo que vejo hoje.

Ao professor Eduardo Miguel Prata Madureira, pelos ensinamentos e orientações que passou durante todo o período de aulas, que levarei para a vida profissional e pessoal com muito respeito.

Por fim, a minha namorada Victoria Mitsue que esteve comigo durante uma boa parte desta fase e sempre me motivou a melhorar e nunca desistir dos meus sonhos.

RESUMO

A construção civil quando analisada sob a ótica da sustentabilidade, deve ser pensada e elaborada, com o intuito de diminuir o impacto no meio ambiente, trazendo alternativas e edificações ‘sustentáveis’ ou ‘verde’, utilizando matéria-prima ecologicamente correta para execução de edificações, como por exemplo ‘casa ecológica’, que tem como intuito preservar o meio ambiente. Considerando essa análise, as habitações voltadas para população de baixa renda, desenvolvida por meio de programas habitacionais, podem ser objeto de análise no processo de composição e execução, sob a ótica da sustentabilidade. Frente a essa consideração, a presente pesquisa foi motivada pela possibilidade de utilização e especificação de materiais sustentáveis em habitação popular, como alternativa de substituição de materiais convencionais, promovendo uma redução da intervenção no meio ambiente no processo de retirada e beneficiamento dos materiais utilizados na construção civil. Desta maneira, utilizou-se uma edificação habitacional com 32,35m² como objeto de estudo, na qual foram analisados os projetos e realizado o quantitativo dos materiais de construção. Após este levantamento, e com base na revisão de literatura, foram propostos os materiais sustentáveis passíveis de substituição, porém mantendo as características dimensionais e rendimento dos materiais descritos no projeto. Por meio da tabela SINAPI e do quantitativo de materiais elaborou-se uma composição dos custos dos materiais em fases distintas de execução, o que possibilitou, além da comparação entre os custos totais entre as duas possibilidades, material convencional e material sustentável, determinar em qual fase ocorreu acréscimo ou redução do custo. Ao final da pesquisa, pôde-se verificar que as substituições foram pontuais, ocorrendo nas fases de Alvenaria; Revestimento; Cobertura; Pintura; Aparelhos e metais; e Instalações elétricas o que representou um aumento em 8,64% no custo da execução de habitação para população de baixa renda, a qual executada com materiais convencionais totalizou R\$ 30.872,14 e o valor total dos materiais sustentáveis foi de R\$ 33.538,79.

Palavras-chave: Sustentabilidade na construção civil; Custos de materiais sustentáveis; Habitação popular;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tripé da Sustentabilidade.....	17
Figura 2: Construção em Steel Frame	19
Figura 3: Separação de material para reutilização em construção	20
Figura 4: Construção com reutilização de garrafa PET	20
Figura 5: Construção com estrutura em bambu e solo	21
Figura 6: Visão integrada de um projeto sustentável	22
Figura 7: Sistema de captação da água de chuva	24
Figura 8: Posição do Pannel Solar para melhor aproveitamento da radiação	25
Figura 9: Tijolo Ecológico	30
Figura 10: Planta baixa base de estudo	38
Figura 11: Cinta em concreto	42
Figura 12: Trama cobertura em madeira	43
Figura 13: Esquema fossa e sumidouro.....	47
Figura 14: Fundação tipo radier	49
Figura 15: Fundação tipo baldrame.....	49
Figura 16: Esquema da fundação direta do tipo baldrame	50
Figura 17: Sistema Construtivo bloco ecológico ou solo-cimento.....	51
Figura 18: Modulação e execução da vedação em bloco de solo-cimento	51
Figura 19: Areia reciclada, obtida diretamente da britagem de resíduos de concreto da construção civil e demolição	53
Figura 20: Telha ecológica ou reciclada.....	54
Figura 21: Telha ecológica ou reciclada.....	55
Figura 22: Tinta mineral natural.....	56
Figura 23: Bacia sanitária com controle de fluxo.....	57
Figura 24: Torneira hidromecânica	58
Figura 25: Comparativo lâmpada comum, fluorescente e LED	59
Figura 26: Custo da fundação.....	64
Figura 27: Custo da alvenaria.....	65
Figura 28: Custo do revestimento	67
Figura 29: Custo da cobertura	68
Figura 30: Custo da esquadria	70

Figura 31: Custo da pintura	71
Figura 32: Custo dos aparelhos e metais	72
Figura 33: Custo da instalação elétrica.....	75
Figura 34: Custo da instalação hidráulica	76
Figura 35: Custo da instalação hidráulica	78
Figura 36: Custo dos materiais nas fases de execução	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição e quantitativo de materiais.....	60
Tabela 2: Quantitativo de materiais e custos fundação	63
Tabela 3: Quantitativo de materiais e custos alvenaria	65
Tabela 4: Quantitativo de materiais e custos revestimento	66
Tabela 5: Quantitativo de materiais e custos cobertura.....	68
Tabela 6: Quantitativo de materiais e custos esquadrias	69
Tabela 7: Quantitativo de materiais e custos pintura.....	70
Tabela 8: Quantitativo de materiais e custos aparelhos e metais	72
Tabela 9: Quantitativo de materiais e custos instalações elétricas	73
Tabela 10: Quantitativo de materiais e custos instalações hidráulicas	76
Tabela 11: Quantitativo de materiais e custos instalações sanitárias	77
Tabela 12: Custos das fases e custo total dos materiais	80

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	12
1.1 INTRODUÇÃO	12
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	14
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE	14
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	15
CAPÍTULO 2	16
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1.1 Sustentabilidade	16
2.1.2 Dimensões da sustentabilidade	17
2.1.3 Construção sustentável	17
2.1.4 Tipos de construção sustentável	18
2.2 CASA SUSTENTÁVEL	21
2.2.1 O Sistema de captação de água de chuva na casa sustentável	23
2.2.2 Uso da Energia Solar	24
2.3 USO DE MATERIAIS E MATÉRIAS-PRIMAS SUSTENTÁVEIS	25
2.3.1 Areia reciclada	27
2.3.2 Cimento CPIII	27
2.3.3 Formas de madeira certificada, plástico reciclado ou aço	28
2.3.4 Pavimentação permeável	28
2.3.5 Instalações elétricas sustentáveis	28
2.3.6 Lâmpadas eficientes	29
2.3.7 Alvenaria de bloco de solo cimento	29
2.3.8 Instalações hidrossanitárias e de tratamento individuais utilizando PEAD, PP e PVC	31
2.3.9 Cerâmicas de baixo impacto	31
2.3.10 Pisos emborrachados de pneus	31
2.3.11 Paredes construídas a seco	32
2.3.12 Madeira reflorestada ou sintética	32
2.3.13 Telhas de materiais reciclados	32
2.3.14 Vernizes e tintas à base de água	33

2.3.15	Telhados e fachadas com cobertura vegetal	33
2.3.16	Coletores de águas pluviais	33
2.3.17	Estação de tratamento de esgoto compacta.....	34
2.4	CUSTOS.....	34
2.4.1	Custo contábil	35
2.4.2	Custo de oportunidade	35
CAPÍTULO 3		37
3.1	METODOLOGIA.....	37
3.1.1	Tipo de pesquisa	37
3.1.2	Caracterização da amostra	37
3.1.3	Instrumentos e procedimentos para coleta de dados.....	39
3.1.4	Análise de dados	39
CAPÍTULO 4		40
4.1	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
4.1.1	Memorial descritivo de materiais e execução: residência convencional	40
4.1.1.1	Fundação.....	40
4.1.1.2	Alvenaria.....	41
4.1.1.3	Revestimento	42
4.1.1.4	Cobertura	43
4.1.1.5	Esquadrias.....	44
4.1.1.6	Pintura.....	44
4.1.1.7	Aparelhos e metais.....	45
4.1.1.8	Instalações elétricas	46
4.1.1.9	Instalações hidráulicas	46
4.1.1.10	Instalações sanitárias	47
4.1.2	Descritivo de materiais ecológicos: alternativas de substituição.....	48
4.1.2.2	Alvenaria.....	50
4.1.2.3	Revestimento	52
4.1.2.4	Cobertura	53
4.1.2.5	Esquadrias.....	54
4.1.2.6	Pintura.....	56
4.1.2.7	Aparelhos e metais.....	57
4.1.2.8	Instalações elétricas	58
4.1.2.9	Instalações hidráulicas	59
4.1.2.10	Instalações sanitárias	60
4.1.3	Quantitativo de materiais.....	60
4.1.4	Levantamento de custos.....	63

4.1.4.1 Fundação.....	63
4.1.4.2 Alvenaria.....	64
4.1.4.3 Revestimento	66
4.1.4.4 Cobertura	67
4.1.4.5 Esquadrias.....	69
4.1.4.6 Pintura.....	70
4.1.4.7 Aparelhos e metais.....	71
4.1.4.8 Instalações elétricas	73
4.1.4.9 Instalações hidráulicas	75
4.1.4.10 Instalações sanitárias	77
4.1.5 Análise do custo total dos materiais	79
CAPÍTULO 5	82
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
CAPÍTULO 6	84
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	84
REFERÊNCIAS	85
ANEXOS	

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Por muito tempo o ser humano vem explorando e utilizando materiais que o planeta proporciona, usando todo tipo de recurso disponível sem pensar na preservação do mesmo. Com esta visão, o mundo começou a entrar em colapso ambiental, por isso se faz necessário tomar algumas medidas para mudar o conceito de desenvolvimento sustentável e praticar o mesmo na construção civil com técnicas e aperfeiçoamento dos estudos nessa área (LIRA; CÂNDIDO, 2013).

Segundo Stephanou (2013), na construção civil o termo sustentabilidade está sendo cada dia mais utilizado, tratando diferentes abordagens que têm como intuito tentar diminuir o impacto no meio ambiente, trazendo itens conhecidos como ‘sustentáveis’ ou ‘verde’, utilizando matéria-prima ecologicamente correta para execução de edificações, como por exemplo ‘casa ecológica’, que tem como intuito a preservação do meio ambiente. Todo ser humano deve levar em conta que é responsabilidade dele preservar o maior patrimônio do planeta, o “meio ambiente”, entendendo a importância das leis de preservação ambiental e fiscalização dos órgãos públicos para que exista consciência ambiental no planeta.

Para Troyano *et al* (2018) pode-se dizer que uma casa é sustentável quando os recursos naturais recebidos como água, energia elétrica, entre outros não estão sendo desperdiçados, utilizando-os de maneira correta, sendo executado todo potencial fornecido sem excesso, contudo, atendendo a todas as necessidades do morador, dando algumas vantagens como redução do custo de energia elétrica e água, além de contribuir e respeitar o meio ambiente.

Os autores sustentam que a redução dos resíduos nas cidades é um dos benefícios da arquitetura sustentável, devendo ser realizada a separação para que ocorra a reciclagem completa, priorizando os materiais regionais que refletirá no desenvolvimento do comércio regional. Assim, o percurso de transporte e emissão de gás carbônico da queima do combustível será reduzido, preservando o meio ambiente e surtindo economia financeira em longo prazo, qualidade de vida, valorização imobiliária, desenvolvimento da consciência ambiental, salubridade e bem estar. (TROYANO *et.al.* 2018)

Dentro da arquitetura sustentável os materiais ecológicos são aqueles que em sua produção causam menor impacto ambiental. Produtos ecologicamente corretos são sempre os

mais garantidos e beneficiários, mesmo em longo prazo. Assim, a arquitetura sustentável mostra a possibilidade de conviver de uma maneira responsável, eficiente e adequada (TROYANO *et al*, 2018).

Nesse contexto, a arquitetura sustentável é um tema novo e sua aplicação necessária para a melhoria das condições das cidades e das habitações, reduzindo os impactos da construção civil no meio ambiente e no ecossistema natural. Assim, o trabalho tem como objetivo um caráter de sustentabilidade, a aplicação de materiais ecológicos na construção de uma residência, na qual será verificada a viabilidade financeira em comparação com a utilização de materiais convencionais na construção.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a viabilidade financeira da aplicação de materiais ecológicos em comparação com materiais convencionais em uma edificação residencial de baixa renda.

1.2.2 Objetivos específicos

- Quantificar os materiais ecológicos e convencionais que serão utilizados;
- Analisar as possibilidades de substituição de material convencional por ecológicos;
- Estimar os custos dos materiais;
- Comparar custos entre os dois sistemas delimitados.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo o Conselho Internacional da Construção (CIB 2018), a construção civil é o setor que mais consome recursos naturais e utiliza a energia, representando um dos maiores responsáveis pelos impactos ambientais.

De acordo com Troyano *et al* (2018) , mais de 50% dos resíduos sólidos gerados nas áreas urbanas vêm da construção. Frente a este cenário a construção sustentável surge de forma a minimizar estes impactos.

Na Agenda 21 – conjunto de resoluções tomadas na conferência internacional Eco-92 realizada no Rio de Janeiro em 1992 – a construção sustentável é definida como: “um processo holístico que aspira à restauração e à manutenção da harmonia entre os ambientes naturais e construídos” (Eco-92, 1992).

Assim, todo profissional da construção civil deve assumir o compromisso de minimizar os danos causados pelas novas edificações, reformas e ampliações. Levar em consideração e ampliando os desafios propostos pela Agenda 21, devendo implantar em todas as construções e execuções normas que previnam o impacto ambiental, ajudando a preservar o meio ambiente, da mesma maneira que deve existir uma evolução constante das construções, técnicas e materiais.

A realização dessa pesquisa justifica-se pelo fato de o acadêmico estar cursando a faculdade de engenharia civil e uma das suas motivações é que a sustentabilidade, além de extrema importância para a sociedade e conservação do meio ambiente, é uma temática que ainda tem muito a ser explorada no mercado e o devido conhecimento das técnicas construtivas sustentáveis ampliam o leque e a possibilidade de utilização enquanto engenheiro civil.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Uma casa construída com materiais ecológicos, de acordo com critérios e requisitos de sustentabilidade, é viável financeiramente em comparação com uma casa que utiliza materiais convencionais em sua execução?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

A importância de um ecossistema equilibrado, a saúde e preservação do planeta e a vontade de fazer diferente, pensando em um futuro melhor, motiva o desenvolvimento de novas

alternativas na construção. A oferta de materiais de construção sustentáveis no mercado faz com que os profissionais da área e as construtoras invistam esforços em conjuntos para adotar construções mais verdes e sustentáveis, assim a pesquisa sobre a viabilidade pode demonstrar o quanto viável é uma obra que utilize materiais ecológicos.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa limita-se ao estudo dos conceitos de sustentabilidade com foco nos materiais ecológicos, os quais serão propostos e aplicados em uma unidade habitacional. O projeto da edificação residencial utilizado possui 32,35 m² de área total contendo os seguintes cômodos: sala de estar, um dormitório, cozinha, banheiro e varanda.

Enfatiza-se que a pesquisa limita-se em propor materiais ecológicos a serem substituídos pelos convencionais na construção e na comparação de custos para a determinação da viabilidade financeira entre os dois sistemas: ecológico e convencional.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são abordados conceitos de sustentabilidade e materiais ecológicos, apresentando por meio de referencial bibliográfico, artigos científicos, dissertações, teses e demais estudos, o embasamento para a utilização e justificativa da escolha dos materiais ecológicos e substituição dos convencionais.

2.1.1 Sustentabilidade

Sustentabilidade é um conceito criado pela WCED (*World Commission on Environment and Development*), em 1987. A WCED foi uma comissão criada por membros da ONU (Organizações das Nações Unidas) com o objetivo de preservar o meio ambiente para a população atual e também para as gerações do futuro (BRASIL, 2012).

Cunha e Augustin (2014) citam que o assunto sobre preservação do meio ambiente começou a crescer e ter mais visibilidade nos últimos anos, pois o crescente impacto ambiental, aquecimento solar, entre outros, tornou-se preocupante frente às alterações e condições do planeta.

Se colocar o termo sustentabilidade numa perspectiva global Ortega (2014) afirma que o mesmo será muito amplo, pois não existe apenas sustentabilidade em construção civil, fábricas ou indústrias, é possível encontrar este termo dentro de questões econômicas, culturais, sociais, etc. Entretanto a sustentabilidade tem sido mais utilizada na área ambiental, na qual se visa a preservação das riquezas naturais existentes.

O autor traz que, para resumir o conceito de sustentabilidade, pode-se dizer que o conceito é uma visão mais ampla, na qual o mundo passa a ter relações mais equilibradas entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, desde relações político-sociais até econômicas, ecológicas, etc., devendo assim, reavaliar os métodos usuais, os costumes, buscar a renovação dos padrões de consumo, encontrando uma maneira de implantar essa idéia e assim diminuir o impacto na natureza.

2.1.2 Dimensões da sustentabilidade

Por muito tempo, as pessoas acreditavam que o uso da palavra sustentabilidade era apenas uma ligação direta com o meio ambiente. Porém, com o passar dos tempos e com o aumento das informações sobre o tema, as pessoas começaram a visar e compreender que este assunto é muito mais amplo que elas imaginavam. O desenvolvimento sustentável também está ligado à qualidade de vida, às necessidades presentes sem comprometer as gerações que ainda verão que este assunto enquadra-se na área social e econômica (DIAS, 2010). Para Boff (2012), este termo foi chamado de tripé da sustentabilidade, que envolve aspectos econômicos, ambientais e sociais, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1- Tripé da Sustentabilidade



Fonte: Ecosfera Empreendimentos (2017)

2.1.3 Construção sustentável

A ideia de construção sustentável começou a ter crescimento na década de 70 e o primeiro grande evento organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU) teve como objetivo discutir os problemas ambientais. A partir deste evento o assunto começou a ampliar-

se em grande escala e outras conferências de grande porte foram realizadas, como a Eco-92 ou Rio-92 (BRASIL, 2012).

A ideia de construção sustentável surgiu a partir de um conceito sistêmico chamado de Desenvolvimento Sustentável e sua primeira definição apareceu em 1987, dado por *Brundtland Report* ou Relatório Brundtland, o qual afirmou que o “desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade de gerações futuras em suprir suas próprias necessidades”. A partir deste conceito surgiu a ideia de começar a criar construções sustentáveis, visando a construção civil (BRASIL, 2012).

Para Silva, *et al* (2017) a construção sustentável pode ser chamada de várias formas, como construção verde, construção ecológica, arquitetura sustentável, etc. Qualquer termo destes refere-se à Construção Sustentável que optou por usar materiais diferentes dos convencionais, como materiais recicláveis, biodegradáveis, ou seja, qualquer fonte renovável. Qualquer construção que utilize os materiais sustentáveis, ou energias renováveis pode ser chamada de construção sustentável.

Para fazer um projeto sustentável, Palma e Nascimento (2013) indicam que é necessário focar nos objetivos que são: melhorar a qualidade de vida, redução de custos, redução de desperdício de materiais ou energia. Este tipo de projeto proporciona vários pontos positivos, como:

- 1- Reciclagem do material e sua reutilização;
- 2- Aproveitamento de fontes renováveis, como a energia solar, geotérmica ou eólica;
- 3- Captação e reaproveitamento da água de chuva;
- 4- Projetos da construção civil mais integrado com o meio ambiente;
- 5- Uso de tecnologias que diminuam o impacto ambiental.

2.1.4 Tipos de construção sustentável

De acordo com Simas (2012) os principais exemplos de construção sustentável resumem-se a dois modelos, o modelo (a) que trata dos sistemas de autoconstrução, e o modelo (b) que aborda as questões das Construções coordenadas:

- a) Sistema de Autoconstrução

Este tipo de sistema inclui diversas linhas e diretrizes, isto significa que ela pode ser construída por profissionais ou não. Inclui uma dose de criatividade, vontade do proprietário para o levantamento dela e o uso de soluções ecologicamente sustentáveis (SIMAS, 2012).

b) Construção Coordenada por Profissionais:

Este tipo de sistema, conforme apresentado por Simas (2012), é executado por profissionais com o uso de materiais ecológicos e tecnologias sustentáveis (com foco na redução do impacto ambiental), devendo necessariamente seguir as normas e os padrões do mercado, podendo ser:

- I. Construídas com materiais sustentáveis industriais: sistema mais viável em áreas de grande porte de concentração urbana, sendo executada com produtos fabricados industrialmente (Figura 02) e que respeitam o meio ambiente, atendendo às normas e à demanda do comércio;

Figura 2: Construção em Steel Frame



Fonte: Total Construção (2018)

- II. Construídas com materiais de reuso (demolição ou segunda mão): sistema construtivo que utiliza materiais convencionais em desuso no mercado (Figura 3), podendo também ser denominado como sistema híbrido associando o sistema de autoconstrução e de construção com materiais sustentáveis industriais. Este sistema de construção absorve produtos convencionais e prolonga a sua vida útil;

Figura 3: Separação de material para reutilização em construção



Fonte: Escola Hermann Muller (2018)

- III. Construídas com reuso de materiais de origem urbana: conhecido como modelo criativo da autoconstrução (Figura 4) ocorre muito em periferias dos centros urbanos. O sistema reutiliza materiais como garrafas PET (Polietileno tereftalato), latas, pneus, cones de papel acartonado, etc. comum nas áreas urbanas ou em locais com despejo descontrolado de resíduos sólidos, principalmente onde a comunidade precisa improvisar soluções de moradia e construções;

Figura 4: Construção com reutilização de garrafa PET



Fonte: Nextnow (2018)

- IV. Construções naturais: método adequado para áreas rurais ou áreas com influência do meio ambiente, com pouca dependência das habitações vizinhas e de fornecimentos básicos como, luz, água, etc. Fazem uso de materiais naturais (terra, bambu, madeira), utilizando tecnologias sustentáveis de baixo custo e de baixo impacto ambiental.

Figura 5: Construção com estrutura em bambu e solo



Fonte: Guia Sustentável (2018)

2.2 CASA SUSTENTÁVEL

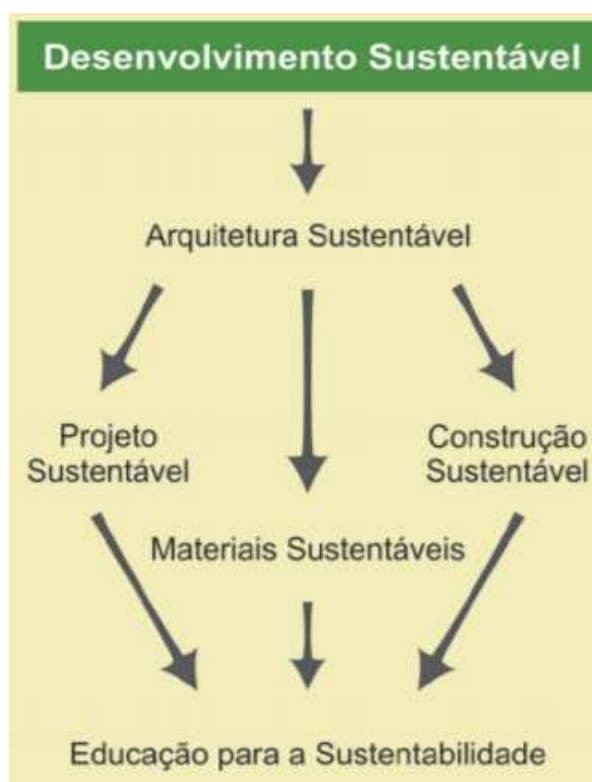
Uma casa sustentável deve ser autossuficiente ou ser superavitária em termos de energia, utilizando sistemas de águas pluviais, reutilizando as águas servidas e tratando os resíduos líquidos e sólidos produzidos. Deve também possuir sistemas bioclimáticos eficientes para atender às condições de conforto térmico e de melhor qualidade de ar, respondendo às condicionantes ambientais, mas também deve proporcionar uma melhor qualidade de vida para seus moradores (MEDEIROS, 2012).

Conforme Medeiros (2012) um bom projeto contempla uma visão holística da obra (Figura 6), sendo motivo para a integração das atividades, contribuindo para:

- a) ser executado em tempo menor do que o convencional;
- b) ter acabamentos mais uniformes e perfeitos;
- c) diminuir os impactos ambientais;

- d) utilizar materiais naturais, reciclados ou recicláveis, de procedência local para fomentar o desenvolvimento regional e evitar custos de transporte;
- e) ter custos de construção menores;
- f) possuir menor risco laboral;
- g) reduzir o preço final para o consumidor

Figura 6: Visão integrada de um projeto sustentável



Fonte: Medeiros (2012)

O projeto de uma casa sustentável conforme apresentado por Bolson (2014) deve alinhar as seguintes estratégias:

- a) posicionar a edificação de maneira útil e eficiente de acordo com a localização e entorno;
- b) distribuir os espaços internos e seus elementos de modo a permitir seu conforto ambiental e usabilidade consciente, sem deixar de contemplar a acessibilidade universal;
- c) usar, de forma sustentável, recursos externos como elementos complementares ao conforto ambiental, priorizando a vegetação nativa tanto para sombreamento quanto para a produção de alimentos;

d) aproveitar recursos naturais disponíveis para redirecionamento e economia de energia, como coleta e reutilização de água da chuva no sistema sanitário e irrigação e coleta solar de baixo custo para aquecimento da água;

e) priorizar a especificação de materiais locais, analisando seu ciclo de vida e impactos preservativos não tóxicos. Incluir a reutilização ou reciclagem de materiais de demolição quando possível;

f) integrar de forma funcional os subsistemas sustentáveis, alinhando-os a escolhas de eficiência e economia de recursos energéticos.

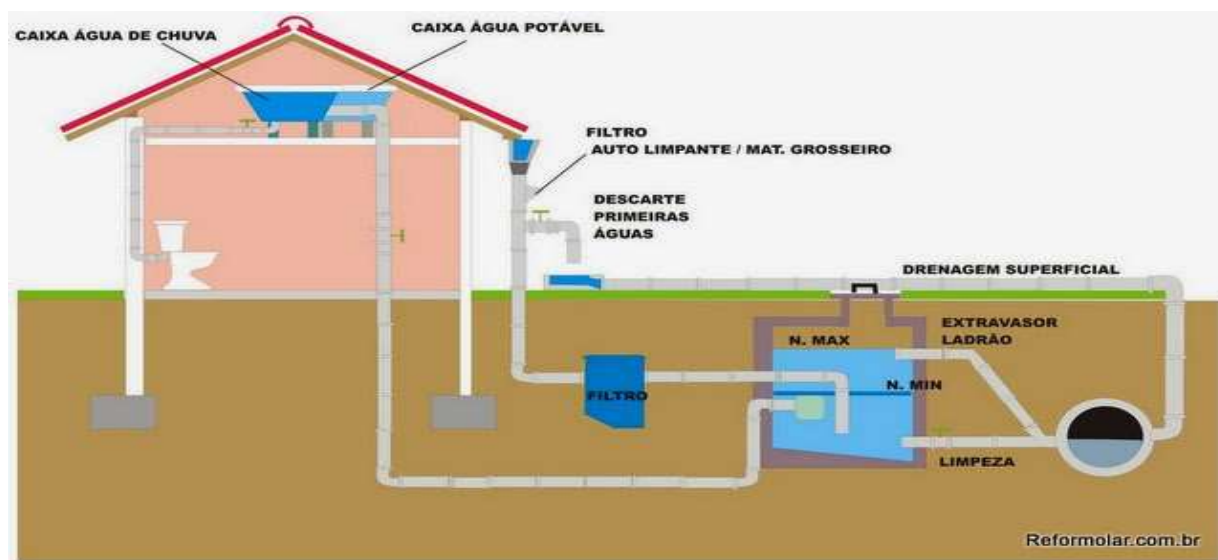
2.2.1 O Sistema de captação de água de chuva na casa sustentável

O sistema de captação de água de chuva tem evoluído bastante em muitos países, segundo Sickermann (2000), já existe mais de 20% de casas na Alemanha construídas com este tipo de técnica e muitas empresas utilizam esta água para lavagem de carros e pisos, descargas de banheiros, irrigação da jardinagem, lavagem de roupas e panos. Além disso, existem estudos que apontam que este sistema seria uma grande ajuda em lugares onde ocorre a escassez de água potável.

Ao referir-se aos materiais e técnicas empregadas para a captação, as cisternas podem ser feitas a partir de placas de cimento, alvenaria de tijolos e plásticos. O sistema mais encontrado em todo o Brasil é o de placa de cimento, que tem uma estrutura em formato circular, é enterrado no solo até em média de dois terços da sua altura e o seu raio é dado a partir da necessidade da capacidade prevista (CAMPELLO NETTO, 2007).

Xavier (2010) esclarece que o sistema consiste em fazer o desvio das águas iniciais com um equipamento simples e barato, que compreende um pré-tanque onde as águas que escorrem no telhado são descartadas e, após o seu enchimento, a água captada abastece a cisterna, conforme apresentado na Figura 07.

Figura 7: Sistema de captação da água de chuva



Fonte: Reformolar (2017)

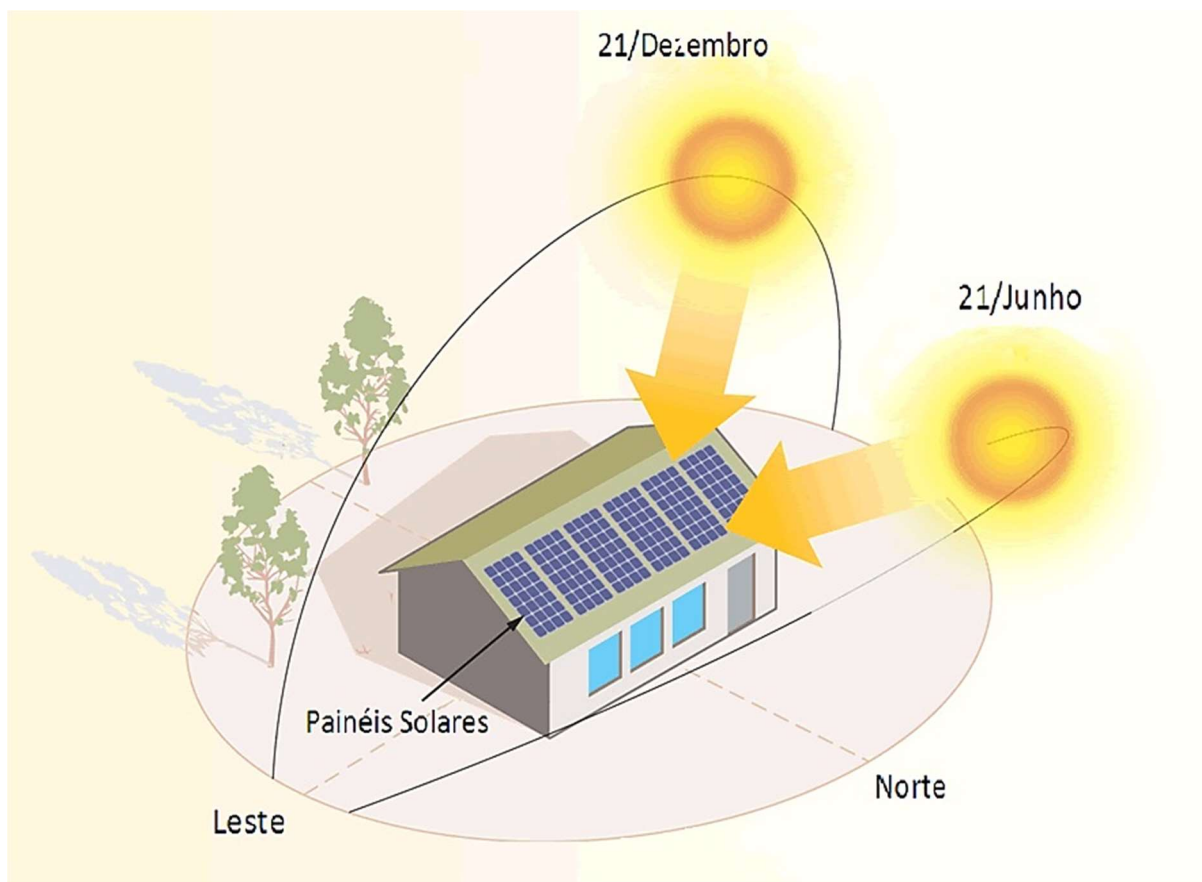
2.2.2 Uso da Energia Solar

A energia solar de acordo com Lavezzo (2016) é apenas um aproveitamento do uso da luz e da energia emitida constantemente pelo sol. Além de ser uma fonte inesgotável, o sol permite-nos a obtenção de energia após as instalações necessárias. Para fazer a conversão da energia solar em calor, utiliza-se o painel fotovoltaico.

Este aproveitamento da iluminação natural e o calor que ele produz decorrem da absorção da radiação solar na estrutura, o que promove uma redução da necessidade de consumo de energia da concessionária local (LAVEZZO, 2016).

A disponibilidade de radiação solar, conforme apresentado por Machado (2017) gera muitas opções, uma delas é a condição atmosférica do lugar, isso se dá pelo movimento de rotação da terra que gira diariamente, ou seja, os painéis solares e os coletores (Figura 4) devem estar posicionados corretamente para a captação e melhor aproveitamento da energia solar.

Figura 8: Posição do Painel Solar para melhor aproveitamento da radiação



Fonte: SunEnergy (2018)

2.3 USO DE MATERIAIS E MATÉRIAS-PRIMAS SUSTENTÁVEIS

Os chamados Eco produtos deverão fazer parte das próximas gerações e inovações no setor da construção civil, seja em edificações habitacionais ou não habitacionais. Estes materiais, normalmente certificados, não poluem, não são tóxicos, apresentando benefícios para o meio ambiente e ainda ajudam a desenvolver o modelo sustentável de edificações (MEDEIROS, 2012).

Cada material ou matéria-prima utilizada no setor da construção civil possui vida própria, sendo que essa consideração deve ser desde a sua extração da natureza (berço), na sua transformação, posteriormente na utilização ou aplicação propriamente dita, até a sua destinação final, para ser descartado ou ser reciclado em uma nova obra (CAMPOS, 2012).

Teske (2014) acrescenta que os produtos como o aço, concreto, telhas cerâmicas e tintas devem ser analisados individualmente considerando o seu impacto ecológico ao longo do tempo. A análise do ciclo de vida (ACV) identifica o fluxo de materiais, energia e resíduos

gerados pelas edificações ao longo de toda sua vida útil, de forma que os impactos ambientais possam ser determinados antecipadamente.

Medeiros (2012) acrescenta que quando considerada a qualidade interna do ar, esta pode manter-se intacta com materiais de tratamento de superfície (resinas), que não liberem gases tóxicos durante e após a sua aplicação. Também as tintas naturais possuem o uso de recursos locais que promovem a economia de materiais e combustíveis, mantendo a saúde do usuário e tecnologia simples, pois o componente principal é a terra crua.

No momento de selecionar os materiais, Gritti e Landini (2010) ressaltam que é necessário verificar se a matéria-prima é virgem ou reciclada, como é o processo de extração, se é um recurso renovável, se é poluente, qual o processo produtivo, se apresenta baixo consumo de energia e de água, se a instalação e manutenção geram resíduos, como é a logística de distribuição do produto, se ela consome muita energia e finalmente, se possui algum tipo de certificação ou selo.

Assim, para os autores, é preferível o reuso a reciclagem, devido ao gasto de energia. E é preferível reciclar a descartar, pois este é o último recurso que deve ser utilizado para diminuir a carga dos aterros sanitários (GRITTI; LANDINI, 2010).

Os eco produtos disponíveis no mercado, de acordo com Medeiros (2012) são:

1. Areia reciclada: produzida a partir de entulho, pode ser utilizada em argamassa, revestimento ou reboco;
2. Cimento CPIII: tem menor impacto ambiental, substituindo o clínquer por escórias de altos-fornos, com o mesmo desempenho do cimento convencional;
3. Formas: para moldagem de estrutura de concreto armado utilizando madeira certificada, plástico reciclado ou aço;
4. Pavimentação permeável: favorece a infiltração de água onde aplicado, podendo permitir o cultivo de grama para fins estéticos;
5. Instalações elétricas: são beneficiadas com cabos elétricos fabricados sem metais pesados, conduítes de material reciclado e dispositivos eletroeletrônicos de controle de iluminação;
6. Lâmpadas eficientes compactas ou com tecnologia LED;
7. Tijolos de solo-cimento com utilização da terra do local da obra;
8. Instalações hidrossanitárias e de tratamento individuais utilizando PEAD, PP e PVC;
9. Cerâmicas de baixo impacto, azulejos hidráulicos de material reciclado e pastilhas de fibras naturais (coco e bambu);

10. Pisos emborrachados produzidos a partir de pneus usados.
11. Paredes construídas a seco (Dry Wall e Steel Frame);
12. Madeira reflorestada ou sintética (plástico + fibras vegetais);
13. Telhas fabricadas a partir de materiais reciclados;
14. Vernizes e tintas à base de água;
15. Telhados e fachadas com cobertura vegetal;
16. Coletores de águas pluviais, caixas verticais e cisternas em PVC;
17. Estações de tratamento de esgoto residenciais compactas.

2.3.1 Areia reciclada

Miranda e Selmo (2003) definem a areia reciclada como a areia artificial produzida a partir da reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição - RCD. Na NBR 13529 (ABNT, 1995) é designada por "agregado de entulho reciclado" e conceituada como "material proveniente da moagem de argamassas endurecidas, blocos cerâmicos, blocos de concreto ou tijolos com dimensão máxima característica de 2,4 mm".

Os autores acrescentam que este conceito já presume uma pré-seleção do entulho na sua geração ou reciclagem, o que é uma necessidade já defendida por especialistas em gestão de entulho urbano. Prática considerada a mais adequada, ainda que oposta aos hábitos de quem constrói ou trabalha com demolições.

2.3.2 Cimento CPIII

Cimento CP-III ou Cimento Portland de Alto-forno tem em sua composição de 35% a 70% de escória de alto-forno. Apresenta maior impermeabilidade e durabilidade, além de baixo calor de hidratação, assim como alta resistência à expansão devido à reação álcali-agregado, além de ser resistente a sulfatos. É menos poroso e mais durável, apresentando classe de resistência: 25, 32 e 40 MPa (ABNT NBR 5735, 1991)

2.3.3 Formas de madeira certificada, plástico reciclado ou aço

Nakamura (2014) traz que a escolha de fôrmas para paredes de concreto deve considerar critérios técnicos e econômicos. As construtoras devem pesar vantagens e desvantagens de painéis de alumínio, fôrmas metálicas e fôrmas plásticas. Além disso, a montagem e desmontagem das peças, assim como os cuidados com a manutenção também demandam atenção rigorosa.

A mão de obra também deve ser considerada como elemento fundamental, devendo receber treinamento específico e durante a execução, é importante tomar cuidado com alinhamentos, prumos e esquadro. Erros nestas etapas podem comprometer o acabamento final da obra (NAKAMURA, 2014).

2.3.4 Pavimentação permeável

Pavimentos permeáveis são definidos segundo Ferguson (2005) como aqueles que possuem espaços livres em sua estrutura por onde a água pode escoar, podendo infiltrar no solo ou ser transportada através de sistema auxiliar de drenagem. Este tipo de pavimento busca reduzir o volume de água referente ao escoamento superficial e consequentemente, reduzir a solicitação do sistema de drenagem urbana e a probabilidade de enchentes. Como efeitos complementares, tem-se a melhora da qualidade de água infiltrada por carrear menor quantidade de poluição difusa e a contribuição para a recarga.

2.3.5 Instalações elétricas sustentáveis

Para Sustentarqui (2017) o comum é definir que a única forma de deixar as instalações elétricas mais sustentáveis é realizar a aplicação de placas solares nas edificações. Essa é uma das possibilidades, mas pelo alto custo, nem sempre é viável, e os usuários das edificações acabam restringindo a sustentabilidade ao uso consciente de energia elétrica. Mas existem outras possibilidades no mercado que podem fazer a diferença.

Algumas considerações no projeto ou na instalação do sistema podem colaborar para uma instalação elétrica mais sustentável, como os fios elétricos devem ser envoltos em um

material isolante, já que a maioria dos materiais disponíveis no mercado pode ter um período de decomposição de até 200 anos. Porém, hoje já estão disponíveis no mercado fios revestidos de “polietileno verde”, um material biodegradável proveniente da cana-de-açúcar e que, segundo especialistas, o material é tão seguro que resiste 20% mais que os revestimentos comuns (SUSTENTARQUI, 2017).

2.3.6 Lâmpadas eficientes

As lâmpadas solares, de acordo com Sustentarqui (2017), recebem e armazenam energia solar e são acionadas automaticamente à noite, sendo também alternativa para manter os ambientes externos iluminados. O equipamento não possui nenhum tipo de fio e não tem nem a possibilidade de ser conectado à energia elétrica, evitando qualquer desvio de corrente elétrica.

2.3.7 Alvenaria de bloco de solo cimento

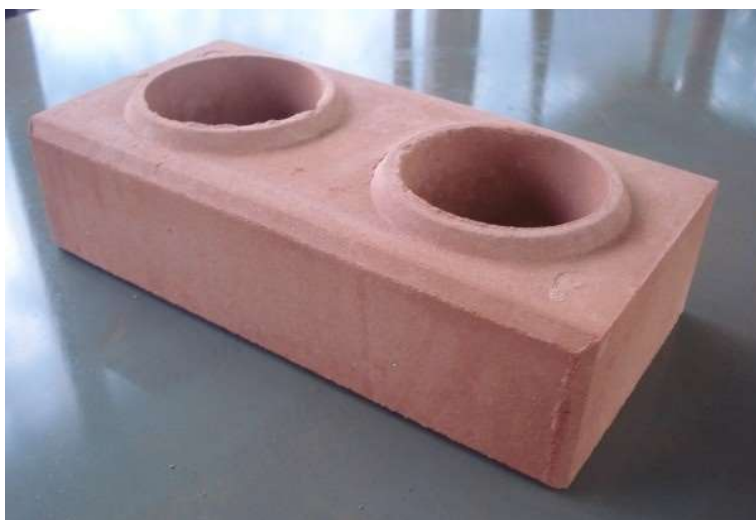
Segundo Myrrha (2003), o solo cimento é um material de baixo custo, que resulta em uma mistura homogênea que será compactada e curada de solo argilo-arenoso, cal, água e cimento, o qual ficará com características de resistência mecânica e durabilidade definida. Porém, deve-se ressaltar que cada solo possui características próprias, o que varia de acordo com composição do solo retirado.

O bloco de solo cimento apresenta características semelhantes aos de tijolos de cerâmicas comuns, porém, levando em conta o custo final da obra, pode apresentar uma redução de em média 30% (PECORIELLO, 2003). De acordo com o autor, esta redução é dada por causa de investimentos na produção da implantação da unidade que irá fornecer. Também leva em conta a questão de as paredes serem alinhadas e prumadas, sem contar com a facilidade de construção, o que torna a execução mais simples, o que representará na redução do número de profissionais.

Souza, *et al* (2007) afirma que tijolos são blocos vazados de solo cimento (Figura 9) prensados mecanicamente, cuja cura é feita em torno de 7 (sete) dias, devendo ser molhado constantemente para ganhar as características finais e o endurecimento necessário. Após o

tempo de cura o tijolo ecológico está pronto para transporte e uso na obra. Na obra, para fazer o assentamento, é realizado um simples encaixe entre as peças e não existe a necessidade de argamassa, apenas é necessário que o construtor esteja atento para que não haja erro no prumo da alvenaria e no alinhamento das fiadas.

Figura 9: Tijolo Ecológico



Fonte: Tijolo (2017)

Santana, *et al* (2013) apresentam as vantagens e desvantagens do uso do tijolo de solo cimento ou também chamado de tijolo ecológico. As vantagens apresentadas são:

- a) Impermeabilização da fundação;
- b) Redução da umidade nas paredes;
- c) Na utilização não existe a necessidade do uso de materiais que consiste no método convencional (pregos, folhas de parede pronta para instalações elétricas, arame, etc.);
- d) Acabamento bem feito no encontro entre paredes e as janelas e portas;
- e) Possui isolamento acústico e térmico.

Já a desvantagem é a necessidade de profissionais adequados e com conhecimento sobre as técnicas de aplicação, sendo que o material também não é indicado em ambientes com climas muito úmidos.

2.3.8 Instalações hidrossanitárias e de tratamento individuais utilizando PEAD, PP e PVC

A construção civil convencional passa por um processo de industrialização gerando assim novas formas de construções e instalações e os materiais de construção para aperfeiçoar-se, simplificando os serviços em campo e dinamizando a produção.

De acordo com Rossi (2018), hoje no mercado existem vários outros tipos de materiais com características específicas para atender os mais diversos tipos de projetos. Este é o fator determinante para a escolha do tipo de material de tubos e conexões a serem utilizados na obra como: a necessidade; as características do projeto; disponibilidade na sua região; o custo-benefício.

O material convencional mais conhecido é o PVC, mas é bom conhecer os outros materiais disponíveis e suas características, assim o melhor é realizar um comparativo e procurar um melhor custo benefício (ROSSI, 2018).

2.3.9 Cerâmicas de baixo impacto

Pensando na redução do impacto do descarte de materiais de construção na natureza, cresce no mercado de revestimentos uma variedade de produtos ecologicamente corretos, já que em uma construção sustentável, é necessário que tais produtos sejam produzidos com o menor consumo de energia e impacto ao meio ambiente (MORAES, 2015).

Moraes (2015) enfatiza que as áreas molhadas são as que precisam de materiais e revestimentos diferentes das áreas secas, pois são mais úmidas, suscetíveis ao mofo, precisam ser antiderrapantes e por isto o tratamento diferenciado. No mercado existe uma variedade de modelos e materiais de revestimentos ecológicos utilizados para estas áreas, com padrões e cores diversas como: ladrilho hidráulico; pastilhas de garrafa PET; pastilhas de coco; madeira de demolição; revestimentos de resina e tintas ecológicas que são algumas opções de revestimentos ecológicos para serem utilizados na construção sustentável.

2.3.10 Pisos emborrachados de pneus

A reciclagem de pneus para confecção de pisos é uma solução sustentável que colabora com o descarte correto da borracha que, quando descartada e inutilizada, demora cerca de 600

anos para decompor-se na natureza. Especialmente indicado para áreas que necessitem de amortecimento de moderado a alto, tanto externo quanto interno. Normalmente é aplicado em ambientes destinados às crianças como *playgrounds* ou salas de escolas infantis e em espaços de alto tráfego, como academias e hospitais. (ARCH DAILY, 2016).

2.3.11 Paredes construídas a seco

Hometeka (2014) define que a construção a seco é uma técnica que pode representar o fim de desperdícios de recursos naturais e de matéria prima. Sistema que ainda está sendo difundido no país traz grande praticidade na execução da obra. O sistema de construção a seco suporta tranquilamente vibrações, chutes, batidas de porta, choques com móveis, etc. Essa técnica construtiva recebe esse nome por não precisar de água na formulação dos materiais da estrutura. Além da água, a areia e o cimento também são dispensados.

2.3.12 Madeira reflorestada ou sintética

As madeiras de reflorestamento tratadas são muito mais apropriadas e até ajudam a diminuir a pressão sobre espécies nativas. A coexistência entre madeiras nativas e reflorestadas é totalmente harmônica e podem ser direcionadas para mercados diferenciados e específicos. Madeiras provenientes de reflorestamentos, como eucalipto e pinus, processadas segundo as mais modernas técnicas de preservação e acabamento, ocupam espaços cada vez maiores na construção civil nos países mais avançados do mundo (GALLO, 2015).

2.3.13 Telhas de materiais reciclados

Aquino (2017) explica que o conhecimento de diversos produtos utilizados nesta área, como a telha fabricada com material reciclado a partir de embalagens longa vida ou Tetra Pak. A embalagem Tetra Pak apresenta inúmeras características, sendo asséptica e composta por camadas de diferentes materiais, que atuam como barreira impedindo a entrada de luz, ar, água e microrganismos e também evita a saída do aroma dos alimentos da embalagem. Para o autor é extremamente importante o conhecimento de diversas características de telhas fabricadas a

partir de embalagens recicladas, sendo o objetivo deste trabalho avaliar o conforto térmico da telha considerada ecológica em comparação com a telha metálica e fibrocimento.

2.3.14 Vernizes e tintas à base de água

De acordo com Cardoso (2012) é possível perceber que mundialmente as indústrias de tintas têm trabalhado no desenvolvimento de produtos que não necessitem de solvente em sua composição, ou seja, livres de poluentes. Atualmente, já é possível notar a preocupação em reduzir os índices de emissão de compostos orgânicos voláteis na atmosfera; as indústrias estão motivadas pela crescente busca em reduzir os impactos ambientais do segmento. Sendo assim, na fabricação de tintas já tem surtido efeito e nota-se uma diversidade de tintas “aliadas” ao meio ambiente. A cada dia mais as indústrias de tintas estão apresentando ao mercado soluções em tintas e tecnologias para uma utilização mais sustentável.

2.3.15 Telhados e fachadas com cobertura vegetal

O telhado verde, conforme Corsini (2011) também chamado de cobertura vegetal ou jardim suspenso é um sistema construtivo caracterizado por uma cobertura vegetal coberta com grama ou plantas. É instalado em lajes ou até mesmo sobre telhados convencionais e consiste em camadas de impermeabilização e de drenagem, que recebe o solo e a vegetação indicada para o projeto. Além do benefício estético, os telhados verdes funcionam como isolantes térmicos nas coberturas das edificações. Para as cidades são uma forma de área vegetada que, em larga escala, contribui para melhorar a qualidade do ar e minimizar o efeito das ilhas de calor.

2.3.16 Coletores de águas pluviais

A gestão sustentável das águas pluviais oferece a chance de baixar custos, economizar água tratada e energia elétrica e restaurar o ciclo hidrológico das cidades, favorecendo, por exemplo, a recarga das águas subterrâneas. A água de chuva captada e armazenada pode ser

filtrada no local de uso, tratada com facilidade e então servir para descargas de banheiro, lavagem de roupas, pisos, carros e calçadas (PINI, 2002).

A gestão integral das águas pluviais, conforme apresentado por Pini (2002), engloba ainda outras medidas importantes, como telhados ajardinados e intervenções paisagísticas, mas aqui se indicará como planejar e instalar um sistema de aproveitamento das águas de chuva para finalidades não-potáveis.

2.3.17 Estação de tratamento de esgoto compacta

De acordo com o conceito apresentado por Tratamento de Água (2016), as estações compactas de tratamento simplificam as operações, visam economizar espaço e mão de obra. As estações compactas podem ser voltadas tanto para o tratamento de esgoto sanitário, quanto para tratamento de efluentes industriais. No sistema, após receber tratamento adequado, é possível que a água tratada siga para um corpo receptor, seguindo todos os parâmetros necessários, ou ainda pode ser encaminhada para reutilização dentro dos processos industriais da empresa, como para irrigação de plantas, uso em descargas, lavagem de pátios entre outras opções.

As estações compactas são modernas e adaptam-se à realidade de cada cliente. Sendo assim, é feito um projeto personalizado, levando em consideração fatores como: espaço disponível para a construção, volume gerado, tipo de efluente a ser tratado, entre outros (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2016).

2.4 CUSTOS

De acordo com Koliver (2009, p. 31) “os custos correspondem ao Valor de mutação patrimonial qualitativa, ocorrida no ciclo operacional interno de uma entidade”. Custo é um gasto relativo ao bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços.

A definição do custo de produção dos bens, ou serviços vendidos, constante no Regulamento do Imposto de Renda (Art. 290 do RIR/99 – Art. 13 - Decreto-Lei nº 1.598, de 1977) é de que o custo de produção dos bens ou serviços vendidos compreenderá, obrigatoriamente:

- I – o custo de aquisição de matérias-primas e quaisquer outros bens ou serviços aplicados ou consumidos na produção, observado o disposto no artigo anterior;
- II – o custo do pessoal aplicado na produção, inclusive de supervisão direta, manutenção e guarda das instalações de produção;
- III – os custos de locação, manutenção e reparo e os encargos de depreciação dos bens aplicados na produção;
- IV – os encargos de amortização diretamente relacionados com a produção;
- V – os encargos de exaustão dos recursos naturais utilizados na produção.

De acordo com a Norma de Procedimentos Contábeis do IBRACON - Instituto dos Auditores Independentes do Brasil (2018), custo é a soma dos gastos incorridos e necessários para a aquisição, conversão e outros procedimentos necessários para trazer os estoques à sua condição e localização atuais, e compreende todos os gastos incorridos na sua aquisição ou produção, de modo a colocá-los em condições de serem vendidos, transformados, utilizados na elaboração de produtos ou na prestação de serviços que façam parte do objeto social da entidade, ou realizados de qualquer outra forma.

2.4.1 Custo contábil

De acordo com Devecchi (2016) o objetivo do custo contábil é apurar os custos das atividades operacionais de uma empresa. Esta informação deve obrigatoriamente ser informada a Escrituração Contábil Fiscal – ECF e na Escrituração Fiscal Digital – EFD, portanto os relatórios de custo contábil são destinados ao público externa a empresa. Para fins de contabilidade e apuração de imposto de renda, a empresa é obrigada a apresentar o Custo Médio Ponderado – CMP, por isso utiliza-se o método de Custeio por Absorção. Este método segundo a autora considera todos os custos da produção – diretos, indiretos, fixos e variáveis – assim todos os custos envolvidos na produção são absorvidos pelo produto final e chega-se a Custo Médio Ponderado.

2.4.2 Custo de oportunidade

Henrique (2010) traz que o custo de oportunidade deve ser entendido como a possibilidade de um ganho ou perda onde exista mais de uma opção, ou seja, é aquilo que você

pode deixar de ganhar em uma transação por escolher uma determinada opção. Pode se dizer que se existe um Recurso R, e duas opções A e B, o custo de oportunidade de usar o R para A é B, e o de usar o R para B é A. O custo de oportunidade está presente nas transações, onde é necessário realizar escolhas a todo o momento, sendo que nos negócios acontece praticamente em todas as transações comerciais. Para o autor, o custo de oportunidade geralmente é expresso em preços relativos, ou seja, é o preço de uma escolha em relação a outra escolha.

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

Nesse capítulo é descrito o tipo de pesquisa, descreve-se o objeto de estudo e os procedimentos para levantamento dos custos e posterior comparação de viabilidade financeira entre uma residência executada com materiais convencionais e outra na qual serão aplicados materiais ecológicos.

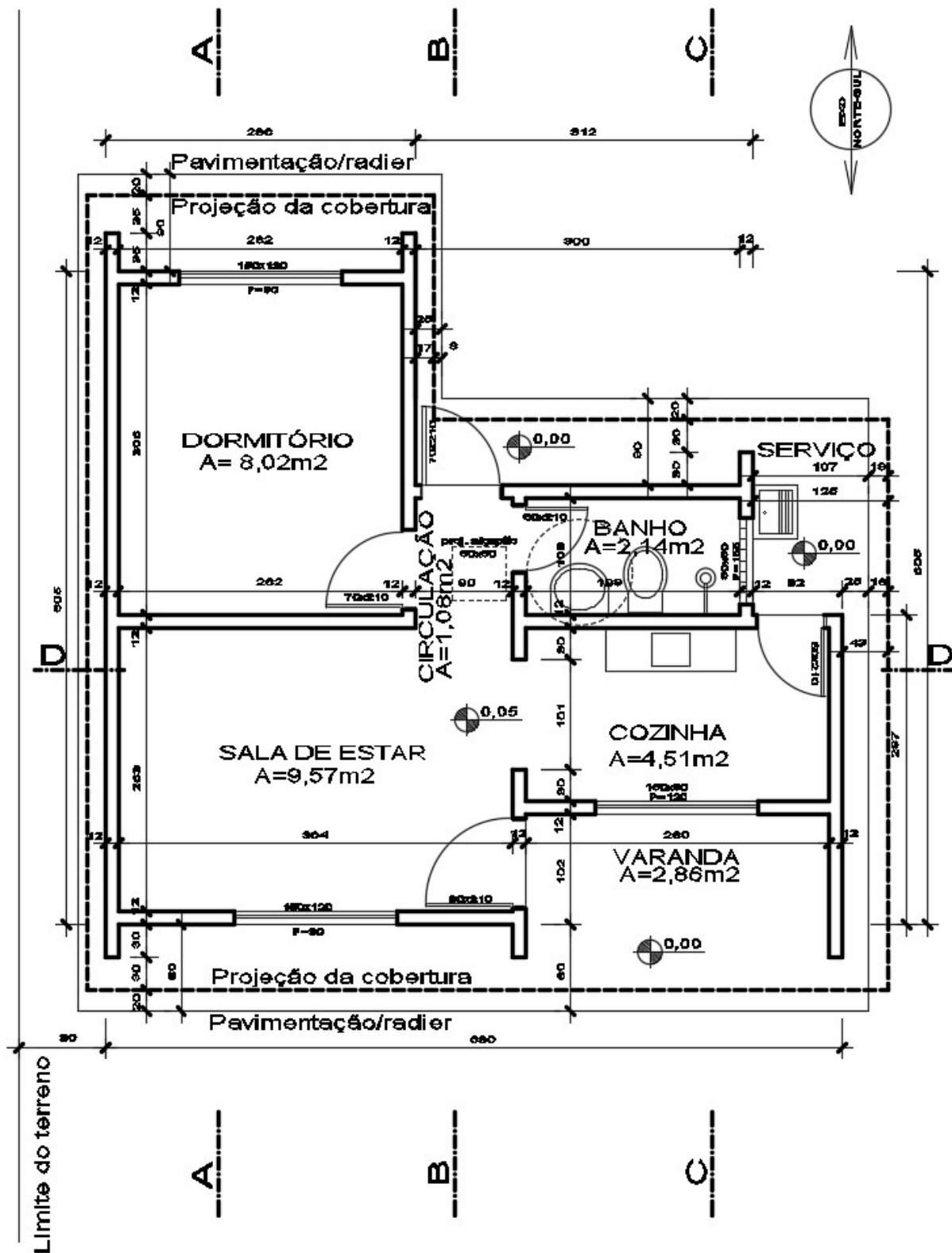
3.1.1 Tipo de pesquisa

Para Fonseca (2012), diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa são possíveis de dimensionar, tendo por natureza um pensamento lógico, com ênfase no raciocínio dedutivo. A pesquisa focaliza uma quantidade pequena de conceitos e analisa os dados numéricos por meio de procedimentos tabulados em planilha.

3.1.2 Caracterização da amostra

A pesquisa utilizou como base de pesquisa o projeto fornecido pela Caixa Econômica Federal para o programa Minha casa, Minha Vida. A análise foi realizada a partir da análise da planta baixa (Figura 10) e demais desenhos do projeto arquitetônico (Anexo A) de uma edificação residencial com 32,35 m² de área total contendo: sala de estar, um dormitório, cozinha, banheiro e varanda.

Figura 10: Planta baixa base de estudo



Fonte: Caixa Econômica Federal (2015)

A especificação dos materiais a serem utilizados no sistema construtivo convencional obedeceu aos padrões estabelecidos pela Caixa Econômica Federal e aos materiais ecológicos conforme o levantamento realizado na revisão bibliográfica.

3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados foi baseada principalmente no projeto arquitetônico da residência, onde se obteve os dados necessários para o levantamento quantitativo dos materiais, utilizando-se os seguintes itens descritivos:

- a) Fundação
- b) Paredes e painéis de vedação
- c) Revestimento
- d) Cobertura
- e) Esquadrias
- f) Pintura
- g) Aparelhos e metais
- h) Instalações elétricas
- i) Instalações hidrossanitárias

O custo dos materiais foi baseado nos valores fornecidos pela tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, setembro de 2018 (CAIXA, 2018) que contém os custos unitários. Os materiais não constantes na tabela SINAPI foram pesquisados em três empresas fornecedoras, adotando-se o menor custo.

3.1.4 Análise de dados

Os quantitativos e custos verificados foram apresentados em tabelas e as análises comparativas ilustradas em gráficos. Os dados foram tabulados no Excel®, possibilitando a elaboração dos gráficos para posterior análise e discussão.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente foi realizado o processo de quantificação e a estimativa do custo foi realizada por meio de levantamento das quantidades dos insumos necessários à execução da obra convencional, e posteriormente foi realizada a composição do custo unitário: baseado na decomposição do projeto em partes, de acordo com o agrupamento dos serviços semelhantes em centros de custo.

4.1.1 Memorial descritivo de materiais e execução: residência convencional

Neste item são descritas a fase e materiais empregados na construção da edificação convencional, elaborado com base no projeto arquitetônico e complementar, disponível nos anexos da pesquisa. As especificações técnicas para a construção da unidade habitacional seguem os parâmetros das normas técnicas, que são especificadas em cada etapa.

4.1.1.1 Fundação

Na análise da planta de locação (Anexo B), projeto arquitetônico (Anexo C ao Anexo H) e planta do radier (Anexo I), e complementado pela NBR 6122 (ABNT, 1996) que trata do projeto e execução de fundações, foi possível identificar o processo de execução da fundação.

Segundo Castro (2005), a escolha da fundação a ser aplicada em uma construção depende dos parâmetros do solo, nível do lençol freático, resistência, topografia, profundidade até a camada resistente, entre outros. Para o caso de construção residencial de baixa renda, com um pavimento, as opções mais utilizadas são radier ou baldrame.

O sistema de radier é segundo Araujo, Freitas e Rodrigues (2006), um tipo de fundação direta aplicada sobre o solo compactado como uma laje contínua de concreto armado ou protendido ocupando toda a superfície da construção e transmitindo as cargas dos pilares para o terreno.

Na execução da fundação do tipo radier as escavações são executadas manualmente com a utilização de ferramentas apropriadas em toda a área de abrangência da edificação, após isto, será executada alvenaria de contenção de 1 vez em todo o perímetro do radier para contenção do aterro, que deverá ser devidamente apiloado¹. A compactação do terreno deve atingir resistência suficiente para suportar os esforços provenientes das alvenarias da edificação, conforme recomendação da NBR 6122 (ABNT, 1996).

Sobre a alvenaria de contenção e o aterro será executado o radier de concreto 25 MPa, com 10 cm de espessura, conforme recomendação da NBR 6118 (ABNT, 2003), nos projetos de estruturas de concreto armado. E o aço classificado de acordo com a NBR 7480 (ABNT, 2007) com o valor característico da resistência de escoamento nas categorias CA-25, CA-50 e CA-60, foi o aço CA 60 de Ø 5,0 mm com trama e espaçamento de 15x15cm. Serão utilizadas fôrmas de madeira como contenções laterais, devidamente alinhadas, aprumadas e niveladas, definindo assim a sua forma.

4.1.1.2 Alvenaria

Conforme recomendação da NBR 8545 (ABNT, 1984) que trata sobre a execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos, todas as paredes serão em alvenaria cerâmica empregando tijolos de 6 furos nas dimensões 20x15x10cm. A argamassa de assentamento dos tijolos será em cimento e arenoso no traço 1:6 e a junta entre os tijolos terá espessura média de 12 mm. As alvenarias deverão ser executadas com obediência à planicidade, prumo e alinhamento.

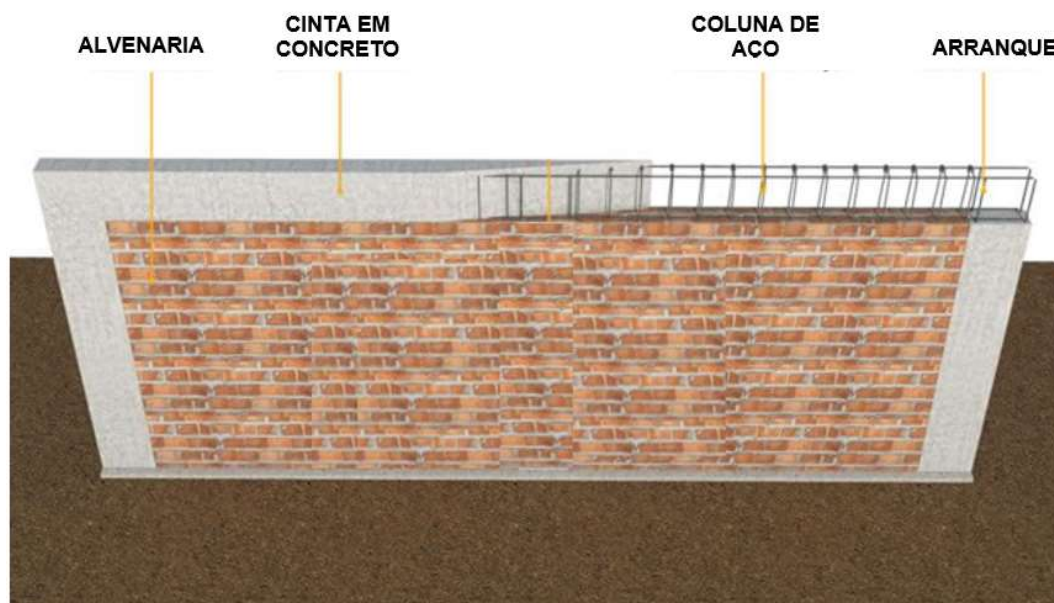
As paredes internas que não recebem chapisco e rebocos deverão ser executadas com tijolo aparente, isto é, simultaneamente à execução elas devem ser limpas com espuma, para que o acabamento final seja liso (ABNT NBR 8545, 1984).

Ao longo das paredes, a uma altura de 2,14 m será executada uma cinta de concreto armado nas dimensões 10 cm x 15 cm (largura x altura), com ferragem longitudinal de Ø 5,0mm e estribos de Ø 3,4mm, espaçados a cada 15 cm, conforme recomenda a NBR 6118 (ABNT, 2003). A norma recomenda que deva ser mantido durante a concretagem, o recobrimento mínimo de 2,0 cm ao redor de toda a armadura. O concreto das cintas será no traço 1:2,5:4,

¹Apiloamento é a compactação de um determinado terreno de forma manual ou mecânica. Confira aqui o que é apiloar e como fazer apiloamento para a regularização de uma superfície (ESCOLAENGENHARIA, 2018).

devendo atingir resistência característica mínima de 15 MPa aos 28 dias da concretagem, conforme ilustrado na Figura 11 (ABNT NBR 6118, 2003).

Figura 11:Cinta em concreto



Fonte: Pra Construir (2018)

4.1.1.3 Revestimento

O revestimento em argamassa segue as recomendações da norma de argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos, determinada pela NBR 13281 (ABNT, 2001). A primeira camada de revestimento denominado chapisco será executada com argamassa de cimento e areia lavada (granulometria média ou grossa) no traço volumétrico 1:3, com espessura média de 5mm. Todas as paredes externas da edificação e as paredes internas da cozinha e banheiro receberão a argamassa que deverá ser lançada energeticamente sobre a superfície a ser chapiscada. A norma recomenda que as superfícies a serem chapiscadas deverão ser previamente molhadas, de forma a evitar a absorção da água necessária à cura da argamassa.

O emboço único somente poderá ser iniciado após a completa cura do chapisco, também denominado pega. O revestimento será executado nas mesmas paredes do chapisco utilizando argamassa de cimento arenoso no traço 1:6, atingindo espessura final de 1,5 cm e a sua aplicação deverá ser feita sobre a superfície chapiscada previamente umedecida (ABNT NBR 13281, 2001). Conforme a norma serão utilizadas balizas nas superfícies a serem rebocadas, visando manter a espessura uniforme e o prumo perfeito. Após o lançamento da

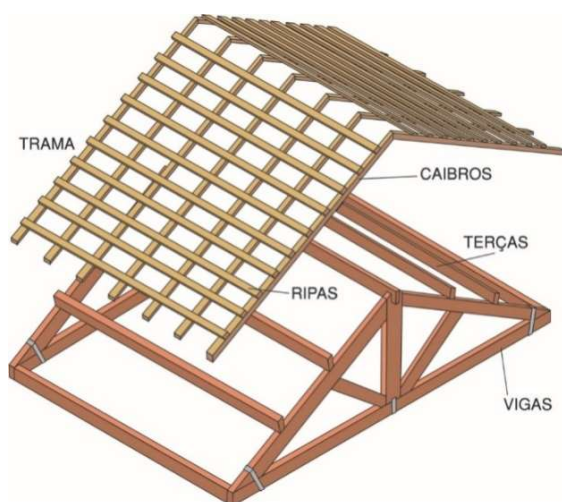
argamassa, a superfície será desempenada com régua de madeira ou alumínio e alisada com desempenadeira e espuma para que o acabamento final fique liso.

O reboco das paredes internas do banheiro, cozinha e junto ao tanque de lavar será impermeável, do tipo barra lisa, que consiste no mesmo processo descrito acima, sendo que sobre a superfície será lançado o cimento (pó) no momento em que se obtiver o alisamento com a desempenadeira conforme recomenda a NBR 7200(ABNT 1998) sobre execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento.

4.1.1.4 Cobertura

Segundo parâmetros da NBR 7190 (ABNT, 1997) sobre projeto de estruturas de madeira que foi utilizado para definir as condições de execução e dimensão da estrutura do telhado (Anexo D), a estrutura deverá ser executada com madeira de lei, isenta de brancos, nós, rachaduras, brocas, falhas e desbitolamentos². A cobertura será fixada nas extremidades em peças engastadas nas paredes, conforme planta de estrutura da cobertura e cortes. As peças da cobertura seguirão as bitolas e dimensões dos caibros de 3” x 3”, conforme indicações em projeto e ilustrado na Figura 12.

Figura 12: Trama cobertura em madeira



Fonte: Edificações e Sustentabilidade (2015)

²O desbitolamento é a variação na espessura ou na largura de uma mesma peça, ocasionada por serragem mal executada (DA GATTO, 2003)

Com relação à cobertura que será em fibrocimento, as recomendações da NBR7196 (ABNT, 2014) sobre telhas de fibrocimento - execução de coberturas e fechamentos laterais - recomenda a utilização de telhas com 5mm, fixadas sobre a estrutura de madeira descrita acima, conforme detalhamentos do projeto de estrutura do telhado (Anexo J). Ao longo da cumeeira³ da cobertura, serão colocadas as telhas cumeeiras de 15° e durante a execução será observado o transpasse longitudinal e transversal, de forma a evitar surgimento de goteiras.

Quanto ao forro, será executado em PVC ou de madeira em todos os cômodos, com exceção da varanda, conforme NBR14285 (ABNT, 1999) sobre perfil de PVC rígido para forros. Será realizado um alçapão na circulação, com dimensões de 50x50cm, para fins de manutenção do reservatório.

4.1.1.5 Esquadrias

Referente às esquadrias da residência, utilizou-se a NBR10821 (ABNT, 2017), que determinou as especificações para as portas e janelas. As portas externas serão em madeira de lei (tatajuba, maçaranduba ou jatobá) ou metálicas e as internas do tipo prancheta, lisa, conforme dimensões de projeto. As portas serão dotadas de caixilhos, batentes, alisares, três dobradiças de latão cromado 3x3” e fechadura cromada de sobrepor.

As janelas serão: duas em madeira de lei ou metálicas, com venezianas, nas dimensões 150x120cm, sendo uma na sala e uma no dormitório; uma na cozinha, que será do tipo basculante de madeira de lei ou metálica, com vidros, nas dimensões 150x90cm, conforme indicado no projeto; e uma no banheiro do tipo basculante de madeira de lei ou metálica, com vidros, nas dimensões 80x80cm.

4.1.1.6 Pintura

Nas paredes serão executadas duas demãos de tinta P.V.A.⁴ nas paredes da edificação externa e internamente, segundo os procedimentos a seguir, recomendados pela

³ Parte superior de um madeiramento sobre o qual se apoiam os caibros, ou seja, a parte mais alta de um telhado (DICIO, 2018).

⁴ O PVA vem do nome da substância usada atualmente para fabricar a tinta látex, o Acetato de Polivinila. O látex tem uma base solúvel em água e, por isso, facilita a aplicação (FORTE; FERRAZ, 2009).

NBR13245(ABNT, 2011) que trata das tintas para construção civil - execução de pinturas em edificações não industriais - Preparação de superfície:

- Correção de pequenas imperfeições do reboco com lixa;
- Limpeza das superfícies das paredes;
- Aplicação de duas demãos de tinta como indicado pelo fabricante. O intervalo de tempo de espera entre as demãos deverá ser de 48 horas.

Nas aberturas de madeira ou de aço será aplicada tinta esmalte sintético em três demãos, conforme os procedimentos da normativa descritos a seguir:

- Lixamento e limpeza da superfície com remoção de poeira, manchas, gordura, serragem ou mofo;
- Aplicação da tinta esmalte sintético em três demãos com pincel em intervalos de 18 a 24 horas entre demãos;
- Utilizar para diluição aguarrás mineral na proporção indicada pelo fabricante;

4.1.1.7 Aparelhos e metais

Conforme especificações e análise da representação do projeto arquitetônico (Anexo B), as louças e metais a serem instaladas na edificação são:

- 01 reservatório de fibra de vidro (250 litros);
- 01 bacia sifonada de louça branca com caixa de descarga de sobrepor;
- 01 lavatório de louça branca;
- 01 pia de cozinha de fibra com torneira plástica;
- 01 tanque de lavar com torneira plástica;
- 01 chuveiro em PVC com registro de pressão;
- 02 cabides de louça branca;
- 01 porta papel de louça branca;
- 01 saboneteira de louça branca;

Com relação aos aparelhos sanitários, as recomendações e procedimentos de instalação são discriminados de acordo com a NBR 15097 (ABNT, 2011) - Aparelhos Sanitários de Material Cerâmico Parte 1: Requisitos e Métodos de Ensaio; e Parte 2: Procedimento para Instalação.

4.1.1.8 Instalações elétricas

A execução dos serviços deverá atender às prescrições contidas na NBR 5410 (ABNT, 2004) e as especificações do projeto de instalações elétricas (Anexo K e L), além das recomendações e prescrições dos fabricantes para os diversos materiais. A unidade habitacional será dotada de instalações elétricas executadas com materiais de qualidade e por profissional tecnicamente habilitado.

Conforme especificado em projeto, as instalações elétricas contemplarão os seguintes itens conforme recomendação normativa:

- Quadro de medição: na unidade habitacional será instalado um quadro de medição monofásico, com um disjuntor cuja derivação alimentará o quadro de distribuição interno da casa.
- Eletrodutos: instalados conforme projeto elétrico.
- Enfição: executada com fio rígido conforme projeto, contida em eletrodutos embutidos na parede ou piso. Nos trechos aéreos (cobertura) os fios serão fixados em *cleats*⁵ de PVC fixos diretamente no madeiramento.
- Tomadas, interruptores e pontos de luz: embutidos e instalados conforme posição e quantidades previstas no projeto elétrico

4.1.1.9 Instalações hidráulicas

Na execução das instalações sanitárias as recomendações de instalação e projeto foram observadas conforme a NBR 5626 (ABNT, 1998) sobre instalação predial de água fria, onde serão utilizados materiais que ofereçam garantia de bom funcionamento, além de mão de obra capacitada. Os tubos e conexões serão em PVC soldável linha predial e o abastecimento de água será feito através da rede pública e ligação domiciliar ligada ao reservatório (250 litros). A rede de distribuição da unidade domiciliar deverá ser executada conforme projeto hidráulico específico (Anexo M).

⁵ Isolantes em PVC com fixação através de prego ou parafuso, com capacidade de passagem para dois fios (GERMER, 2018)

4.1.1.10 Instalações sanitárias

Nas instalações hidrosanitárias foram verificados os parâmetros estabelecidos pela NBR 8160 (ABNT, 1999) que trata dos sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução, além das recomendações e prescrições dos fabricantes para os diversos materiais.

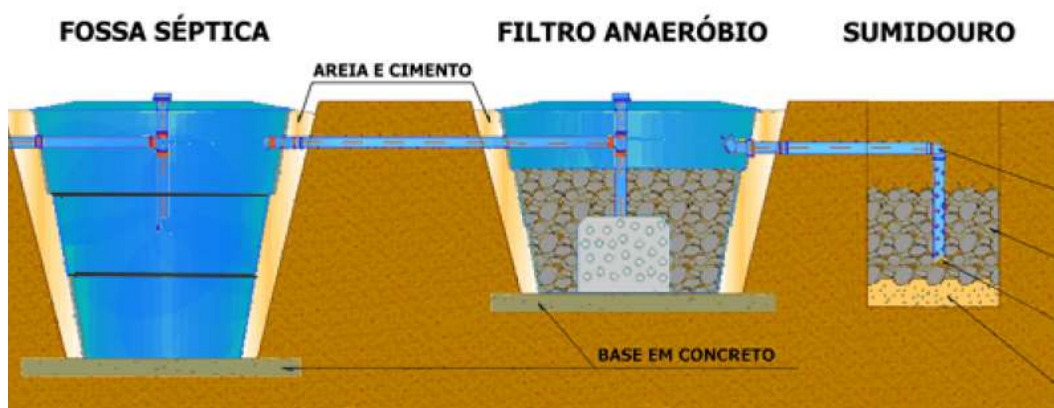
Na execução dos serviços serão utilizados materiais que ofereçam garantia de bom funcionamento, além de mão de obra capacitada e as instalações de esgoto deverão obedecer às seguintes prescrições:

- a) Facilidade de inspeção;
- b) Declividade contínua e alinhamentos perfeitos;
- c) As ligações entre segmentos de tubulação deverão ocorrer nas caixas ou através de peças especiais;

Com relação as tubulações e conexões serão em PVC para esgoto, soldável, obedecendo aos diâmetros especificados no projeto e a unidade habitacional terá uma caixa de sabão, uma caixa de gordura e uma caixa de inspeção construída em alvenaria com tampa de concreto removível, conforme NBR 8160 (ABNT, 1999).

Com relação à destinação final dos esgotos, esta será do tipo individual, com a construção de uma fossa e um sumidouro (Figura 13) na unidade habitacional, cujas dimensões estão definidas no projeto específico (Anexo N).

Figura 13:Esquema fossa e sumidouro



Fonte: Eco Casa (2016)

A fossa será construída com tijolos cerâmicos assentados sobre lastro de seixo, utilizando argamassa de cimento e areia no traço 1:4, sendo que as paredes e o fundo serão revestidos com argamassa de cimento e areia traço 1:4, espessura 2 cm. A fossa será fechada

com tampa de concreto armado, conforme dimensões de projeto. O sumidouro poderá ser executado em alvenaria de tijolo 1 vez, tipo colmeia ou em tubos de concreto perfurados, com diâmetro definido em projeto.

4.1.2 Descritivo de materiais ecológicos: alternativas de substituição

Os materiais aplicados na construção ecológica devem segundo Fernandes (2009) seguir os critérios de preservação, recuperação e responsabilidade ambiental. Ao iniciar uma construção é fundamental considerar os tipos de materiais, se estão de acordo com o local e se podem contribuir para conservar e melhorar o meio ambiente. Complementado por Poujo (2012) como todo material de origem artesanal ou industrializada, que não sejam poluentes, nem tóxicos, benéficos ao meio ambiente e a saúde dos seres vivos.

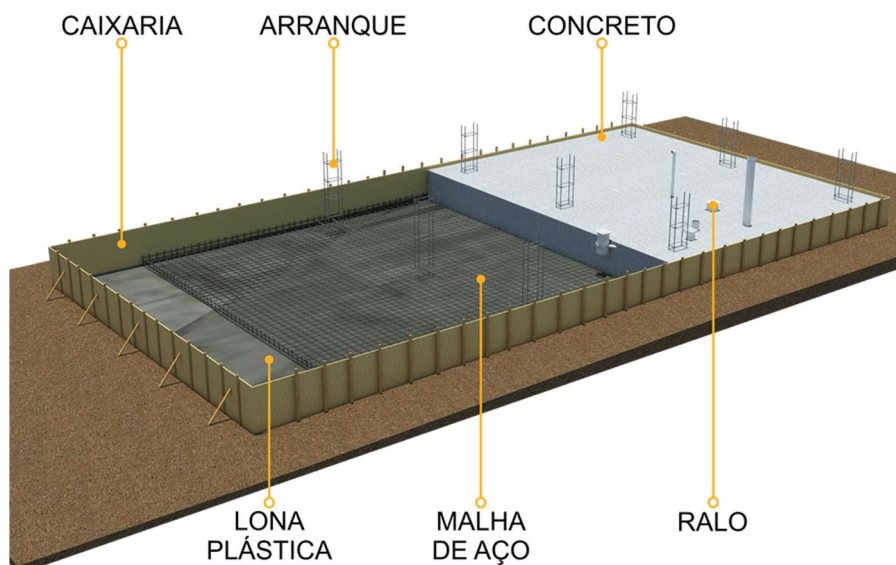
Wieczynski (2014) acrescenta que os materiais ecológicos possuem como principal característica o menor impacto ambiental. Neste sentido deve ser analisado o ciclo de vida completo do produto, ou seja, a extração e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição, a utilização, a manutenção, a reciclagem, a reutilização e a deposição final.

4.1.2.1 Fundação

Em fundações do tipo radier é recomendável o uso de vigas que ficam sob as paredes, em todo seu perímetro, para que a fundação apresente mais rigidez. A concretagem é feita inteiramente sob manta de impermeabilização com o objetivo de evitar passagem de umidade para dentro da edificação (CASTRO, 2005).

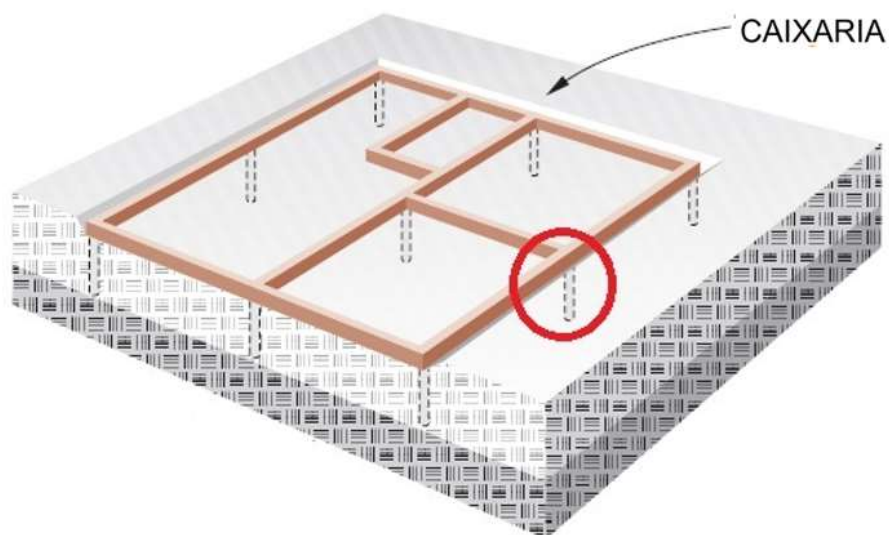
Para Araujo, Freitas e Rodrigues (2006) a fundação do tipo radier (Figura 14) tem menor geração de resíduos sólidos e menor impacto ecológico, em função da menor utilização de fôrmas quando comparado com a fundação baldrame (Figura 15). E por ser uma fundação direta, a carga é aplicada diretamente sobre o nível do solo, não precisando de perfuração, o que afeta o ecossistema seja pela retirada de solo, ou pela interferência em nível de água dependendo da profundidade.

Figura 14: Fundação tipo radier



Fonte: Pra Construir (2018)

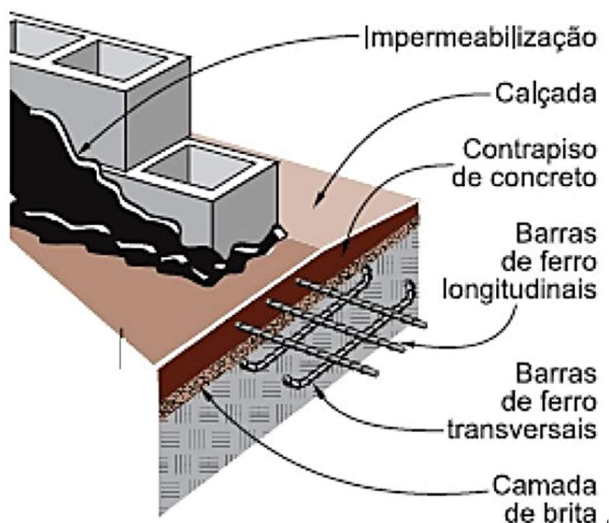
Figura 15: Fundação tipo baldrame



Fonte: Pra Construir (2018)

Assim, optou-se por manter o tipo de fundação proposto no projeto convencional com base nos autores que embasam o baixo impacto ambiental causado por uma fundação direta do tipo radier, ilustrada na Figura 16.

Figura 16: Esquema da fundação direta do tipo baldrame



Fonte: Borges (2017)

É possível observar na figura que a fundação direta radier não implica na retirada de um grande volume de solo e na perfuração, o que contribui para manter as características do meio natural, reduzindo o impacto da obra no sistema.

4.1.2.2 Alvenaria

Como alternativa de substituição do bloco cerâmico especificado no projeto da edificação residencial, verificou-se a possibilidade de aplicação do bloco de solo-cimento.

O bloco ecológico ou de solo-cimento (Figura 17) é constituído de uma mistura de solo e cimento e no seu processo de produção são utilizados prensas hidráulicas para a moldagem dos tijolos, sendo um processo relativamente simples. Após a mistura e compactação com a prensa o tijolo está pronto não requerendo processos de queima que impactam o meio ambiente tanto no consumo de combustíveis como na emissão pela queima destes combustíveis, não lançando resíduos tóxicos no meio ambiente (SCHMIDT, 2009).

O bloco possui dois furos internos que possibilitam a passagem das instalações hidrosanitárias e elétricas sem que sejam necessárias as convencionais quebras e aberturas de rasgos nas paredes para passagem das tubulações e dutos (Figura 17) e assim consequentemente, reduzir o desperdício e geração de resíduos (SALA, 2006).

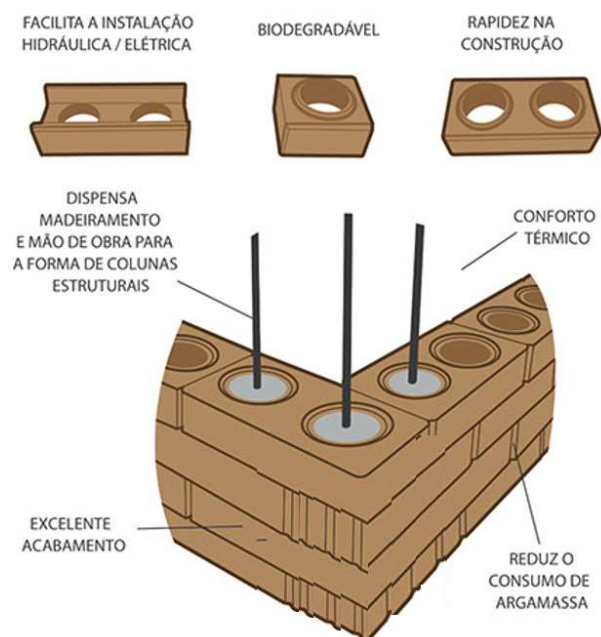
Figura 17: Sistema Construtivo bloco ecológico ou solo-cimento



Fonte: Construvan (2017)

Conforme descreve Schmidt (2009), a execução do bloco de solo-cimento consiste na execução de vedação com finalidade estrutural, pois esse sistema reduz o prazo de execução em virtude da facilidade de encaixe dos tijolos (Figura 18) aumentando a agilidade e precisão na construção da habitação.

Figura 18: Modulação e execução da vedação em bloco de solo-cimento



Fonte: Eco Tijolo (2018)

De acordo com Eco Tijolo (2018) as vantagens do tijolo solo-cimento são:

- Custo final da obra pode ser reduzindo em cerca de 20%.
- Economia de até 50% no custo final da parede.
- Redução de cerca de 50% no tempo da construção.
- Redução substancial no desperdício de material, especialmente concreto e massa de assentamento.
- Durabilidade muito maior que qualquer outro tipo de alvenaria.
- Não requer massa no assentamento dos tijolos.
- Menor peso: economia na fundação.
- Usa apenas impermeabilizante no acabamento.
- Assentamento de azulejos diretamente sobre os tijolos.
- Aceita aplicação de reboco, pintura, gesso, etc. diretamente sobre o tijolo.

4.1.2.3 Revestimento

No uso da argamassa para revestimento das paredes, propõem-se a substituição da areia extraída de fragmento mineral ou rocha por areia reciclada. Sendo uma alternativa viável nas aplicações não estão sujeitas a exigências estruturais como o revestimento de superfícies (MIRANDA, 2003).

De acordo com o autor as propriedades de argamassas produzidas com areia obtida da RCD (reciclagem de resíduos de construção e demolição), além dos ganhos econômicos que pode propiciar àqueles que se dispõem a empregá-la e àqueles que a produzem oferece ainda ganhos inquestionáveis ao meio ambiente e à sociedade.

A areia reciclada (Figura 19) ou proveniente de RCD é designada pela NBR 13529 (ABNT, 1995) como “agregado de entulho reciclado” e conceituada como "material proveniente da moagem de argamassas endurecidas, blocos cerâmicos, blocos de concreto ou tijolos, com dimensão máxima característica de 2,4 mm".

Figura 19: Areia reciclada, obtida diretamente da britagem de resíduos de concreto da construção civil e demolição



Fonte: John (2003)

John (2003) acrescenta que o beneficiamento tradicional visando à reciclagem compreende uma ou mais etapas de classificação dos resíduos, separando as fases indesejáveis em agregados para posterior beneficiamento por maquinário e peneiramento. Neste processo a separação pode ser manual ou magnética e permitem, inclusive, a separação dos agregados indesejáveis.

Na produção de materiais e elementos construtivos com incorporação do RCD é possível verificar, significativamente, a redução do consumo de energia e de agregados naturais, o que permite a redução do custo final das edificações (MALTA; SILVA; GONÇALVES, 2013).

4.1.2.4 Cobertura

Como alternativa para a cobertura propõe-se a utilização da telha ecológica proveniente da reciclagem de embalagens. Segundo Carvalho (2018) a telha ecológica (Figura 20) é composta por 25% alumínio e 75% plástico PEBD (polietileno de baixa densidade) originários de tubos de creme dental, embalagens e resíduos pós-industrial, sendo totalmente reciclado e reutilizado inúmeras vezes.

Figura 20: Telha ecológica ou reciclada



Fonte: Eco Eficientes (2015)

Schmidt (2009) acrescenta que alguns dos materiais utilizados na fabricação da telha ecológica são considerados problemáticos para o meio ambiente, pois dificilmente observa-se o interesse na reutilização e acabam nos aterros sanitários e lixões das cidades.

Por meio de estudos Damale (2018) acrescenta que foi possível a utilização desses materiais no processo de fabricação de telhas, sendo um material 100% reciclado e sem adição de produto químico para aglutiná-lo, o que representa um ganho ambiental. O resultado é um produto semelhante às telhas de fibrocimento, mas com qualidades técnicas superiores.

Com relação ao desempenho ambiental Damale (2018) afirma que é possível uma redução de até 25% do ganho térmico, sendo um material mais leve e que permite economia no transporte das telhas e na estrutura da cobertura.

Os benefícios da telha ecológica de acordo com Engeplas (2018) são:

- 100% reciclada, e em seu processo de transformação, não gera nenhum tipo de efluente ou poluente o, pois não ocorre queima;
- Resistente podendo ser reciclado inúmeras vezes.
- Custo acessível e substitui com vantagem o amianto;
- Menor custo que as telhas metálicas;
- Melhor desempenho como isolante térmico quando comparado com a telha de fibrocimento;
- Autoextinguível, pois não propaga chamas

4.1.2.5 Esquadrias

Araújo (2007) destaca que na especificação das esquadrias é importante evitar materiais que reconhecidamente acarretam problemas ambientais, como o PVC, que gera impactos em sua produção, uso e descarte e o alumínio, que requer imensos gastos energéticos para sua produção e reciclagem.

No projeto convencional, conforme o memorial descritivo, foram especificadas esquadrias de madeira de lei e metálica. As esquadrias de madeira estão de acordo com os princípios de sustentabilidade descritos na revisão bibliográfica, devendo ser proveniente de um fornecedor registrado e com origem legal e certificada. As esquadrias de madeira, conforme destaca Schimidt(2009) são ideais pois se adaptam às condições do clima e são um bom isolador térmico, sendo necessário a manutenção periódica para evitar a substituição da esquadria.

As esquadrias de metálicas, conforme apontado por Araújo (2007) gera um maior gasto energético para sua produção e reciclagem, porém quando analisado o quadro ilustrado na Figura 21 é possível observar que a esquadria de alumínio possui uma vantagem com relação à madeira quanto à menor manutenção, o que implica em menor custo e maior durabilidade; melhor isolamento térmico e acústico, dispensando a necessidade de condicionamento artificial; possibilidade de esquadrias com maiores dimensões, o que permite uma maior utilização da iluminação natural e condicionamento passivo e aquecimento; facilidade de limpeza, reduzindo os danos ambientais com o uso de produtos químicos.

Figura 21: Telha ecológica ou reciclada

	MADEIRA	ALUMÍNIO
durabilidade	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
manutenção	● ●	● ● ● ● ●
isolamento térmico	● ● ●	● ● ● ● ●
isolamento acústico	● ● ●	● ● ● ● ●
esquadrias de grande dimensão	● ● ●	● ● ● ● ●
facilidade de limpeza	● ● ●	● ● ● ● ●
custo	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
resistência/segurança	● ● ● ● ●	● ● ●

Fonte: Bolum (2018)

Com relação às esquadrias, optou-se pela esquadria de alumínio como material a ser aplicado na edificação sustentável, pois em comparação com a madeira mostrou-se vantajoso

devido a características como leveza, função estrutural, baixa manutenção e fabricação de esquadrias em diferentes dimensões e tipologias.

4.1.2.6 Pintura

Como alternativa a ser aplicada no acabamento de pintura, propõe-se a utilização da tinta mineral natural. Segundo Eco Casa (2017), a tinta mineral é uma alternativa sustentável que evita a contaminação através de compostos voláteis, que possuem um alto potencial cancerígeno e está presente em tintas e vernizes.

A tinta mineral natural é produzida a partir de terra e emulsão aquosa, isento de compostos agressivos e possuindo vantagens, como:

- Cores intensas e únicas, originadas diretamente da natureza;
- Não descasca com a umidade;
- Durável interna e externamente;
- Não agride o meio ambiente;
- Permite as trocas provenientes da alteração da umidade relativa do ar e troca de calor;
- Aplicada em substratos diversificados como alvenaria, madeira, gesso e outros já tratados com base acrílica;
- Pode ser realizada textura com espessura mais espessa (ECO CASA, 2017).

Segundo Solum (2015) as opções ecológicas não tóxicas como a tinta mineral natural, utiliza como base a água e tem como matéria prima e pigmento o mineral, extraído de jazidas certificadas, conforme paleta ilustrada na Figura 22. A tinta mineral natural não possui compostos orgânicos voláteis, fundamental quando descartada, pois a terra completa o seu ciclo, retornando ao seu estágio inicial e natural. O pigmento é composto naturalmente por tons terrosos ou pigmentos provenientes dos minerais, são vendidas em baldes de 18 litros, cada litro rede 1 m² de pintura com 2 demãos e superfície acabada (SOLUM, 2015).

Figura 22: Tinta mineral natural



Fonte: Kroten (2018)

4.1.2.7 Aparelhos e metais

Com relação ao controle no consumo de água, existe uma forte tendência da utilização de equipamentos reguladores de consumo, onde a utilização de vasos sanitários e torneiras com regulamento do fluxo são alternativas a serem aplicadas prevendo a diminuição do consumo e desperdício de água.

Com relação à especificação da bacia sanitária propõe-se a utilização de sistemas de descarga, com caixa acoplada e suspensa, o que já é proposto no projeto convencional. Como alternativa para melhorar o desempenho da edificação quanto à sustentabilidade, propõem-se no projeto a especificação de válvula de descarga dupla (Figura 23), com consumo de até 6 litros de água, economizando cerca de 60% se comparado às tradicionais (LOPES, 2018).

Figura 23: Bacia sanitária com controle de fluxo



Fonte: A & C Web (2018)

Com relação à torneira, como opção mais adequada ao menor consumo e fluxo satisfatório de água, a torneira hidromecânica (Figura 24), que garante uma economia de 30% a 70%. Este tipo de torneira possui um botão de acionamento com temporizador ou um sensor que emite um sinal contínuo à espera de um usuário e quando este é identificado inicia-se o ciclo de funcionamento até o sensor não identificar mais a presença de usuário (PREDIGER, 2008).

Figura 24: Torneira hidromecânica



Fonte: Certiva (2018)

4.1.2.8 Instalações elétricas

Como alternativa à redução do consumo e maior durabilidade, propõe-se a substituição da lâmpada fluorescente compacta proposta no projeto convencional, por lâmpadas LED⁶.

De acordo com Medeiros (2012) a utilização de lâmpadas energeticamente eficientes, consomem apenas 20% a 25% da energia elétrica das lâmpadas convencionais (incandescentes) e possui uma vida útil de 10 a 20 vezes maior. Quando utilizada a lâmpada LED o autor reforça que o investimento inicial é quase duas vezes maior, porém o custo final da conta de luz gera uma economia de aproximadamente 40%, como pode ser observado no quadro da Figura 24.

Figura 25: Comparativo lâmpada comum, fluorescente e LED

	Comum	Fluorescente	LED
Tipo			
Durabilidade	1 ano	5 anos	15 anos
Consumo	50 W	10 W	5 W
Economia	x	até 80%	até 95%
Emissão de calor	ALTA	MÉDIA	BAIXA
Ecológica	Não contém mercúrio	Contém mercúrio	Não contém mercúrio
Eficiência	Pouca	Mediana	Muita

Fonte: Arquitetizze. (2018)

4.1.2.9 Instalações hidráulicas

⁶LED é a sigla para Light Emitting Diode, que significa “diodo emissor de luz”. Consiste numa tecnologia de condução de luz, a partir energia elétrica (SIGNIFICADOS, 2018)

Com relação à abordagem da sustentabilidade no sistema hidráulico, não é proposto nenhuma intervenção nas instalações. Na situação das instalações hidráulicas a sustentabilidade é característica do ciclo de vida da edificação, sendo que o projeto hidráulico deve satisfazer a correta manutenção. Com relação ao projeto, este possui uma configuração simples e enxuta, priorizando uma menor utilização de tubos e conexões, levando em conta fatores como a segurança e o conforto dos usuários.

4.1.2.10 Instalações sanitárias

O projeto de instalações sanitárias apresenta uma configuração simples e segue as recomendações especificadas na NBR 8160 (ABNT, 1999) não aplicando qualquer alteração em busca de uma adequação aos conceitos da sustentabilidade.

Com relação ao tratamento de esgoto através do sistema de fossa séptica e sumidouro, Bernhardt (2016) enfatiza que o sistema evita o lançamento dos dejetos humanos diretamente em rios, lagos ou mesmo na superfície do solo. Além do aspecto ecológico, o sistema facilita a proliferação de doenças, pois trata-se de um tanque enterrado que recebe os esgotos (dejetos e águas servidas), retém a parte sólida e inicia o processo biológico de purificação da parte líquida (efluente).

4.1.3 Quantitativo de materiais

O levantamento quantitativo dos materiais foi baseado no projeto arquitetônico e complementares descritos nas etapas de execução, contemplando o material necessário à execução da obra, excluindo materiais e serviços preliminares ou posteriores à obra. Na Tabela 01 são descritas as fases, insumos, materiais a serem substituídos e quantitativos.

Tabela 1: Descrição e quantitativo de materiais.

ITEM	MATERIAL CONVENCIONAL	SUBSTITUIÇÃO MATERIAL	QUANT.	UNID.
------	-----------------------	-----------------------	--------	-------

1	Fundação			
1.1	Escavação manual até 2m	---	1,00	m³
1.2	Alvenaria de contenção de 1 vez	---	9,12	m²
1.3	Aterro apilado	---	7,21	m³
1.4	Concreto fck = 25 MPa e=10cm	---	5,72	m³
1.5	Trama de aço CA-60 - 5,0mm	---	286,00	kg
1.6	Impermeabilização com hidroasfalto	---	29,38	m²
1.7	Forma e desforma (radier)	---	2,90	m²
2	Alvenaria			
2.1	Alvenaria 1/2 vez em bloco cerâmico 20x15x10	Bloco solo-cimento	100,50	m²
2.2	Concreto fck = 25 MPa (cintas)	---	0,60	m³
2.3	Aço CA-50 (cintas)	---	48,00	kg
2.4	Forma e desforma (cintas)	---	7,20	m²
3	Revestimento			
3.1	Chapisco interno e externo	Areia reciclada	92,49	m²
3.2	Reboco paulista interno e externo	Areia reciclada	92,49	m²
3.3	Cimentado liso espessura=2cm c/ impermeabilização	---	25,51	m²
4	Cobertura			
4.1	Estrutura transversal (Caibros 3"x3")	---	37,56	m
4.2	Telha de fibrocimento 5mm - 122x110	Telha ecológica	20,00	un
4.3	Telha de fibrocimento 5mm 153x110	Telha ecológica	14,00	un
4.4	Cumeeira de fibrocimento 5mm - inclinação 15°	Cumeeira ecológica	7,00	un
4.5	Forro de lambri, incluindo alçapão	---	25,32	m²
5	Esquadrias			
5.1	Porta externa completa 80x210	---	1,00	un
5.2	Porta externa completa 60x210 c/ vidro	---	1,00	un
5.3	Porta externa completa 70x210	---	1,00	un
5.4	Porta interna de madeira completa 70x210	---	1,00	un
5.5	Porta interna de madeira completa 60x210	---	1,00	un
5.6	Janela veneziana 1,50 x 1,20	---	2,00	un
5.7	Janela basculante 1,50 x 0,90	---	1,00	un

Continua...

Continuação Tabela 01

ITEM	MATERIAL CONVENCIONAL	SUBSTITUIÇÃO MATERIAL	QUANT.	UNID.
------	-----------------------	-----------------------	--------	-------

6	Pintura			
6.1	Paredes (P.V.A.) 2 demãos	Parede tinta mineral natural	186,00	m ²
6.2	Esquadrias (esmalte)	---	15,00	m ²
6.3	Paredes hidráulicas (esmalte)	---	15,00	m ²
7	Aparelhos e metais			
7.1	Pia de cozinha (1,20x0,50m)	---	1,00	un
7.2	Tanque de lavar roupa (PVC)	---	1,00	un
7.3	Lavatório	---	1,00	un
7.4	Vaso sanitário c/ assento	Vaso sanitário com caixa acoplada	1,00	un
7.5	Caixa de descarga	---	1,00	un
7.6	Engate flexível 30cm	---	2,00	un
7.7	Chuveiro (P.V.C.)	---	1,00	un
7.8	Torneira (P.V.C.)	Torneira hidromecânica	2,00	un
7.9	Porta toalhas	---	1,00	un
7.10	Porta papel	---	1,00	un
7.11	Saboneteira	---	1,00	un
7.12	Reservatório de fibra de vidro 250 litros	---	1,00	un
8	Instalações elétricas			
8.1	Armação com pontalete monofásico	---	1,00	un
8.2	Quadro de distribuição 3 circuitos	---	1,00	un
8.3	Disjuntor monofásico 30A	---	3,00	un
8.4	Caixa de medição monofásica	---	1,00	un
8.5	Luminária dupla p/ lâmpada PL	---	3,00	un
8.6	Luminária simples p/ lâmpada PL	---	1,00	un
8.7	Luminária arandela simples externa	---	2,00	un
8.8	Lâmp. fluoresc. compacta 15W	Lâmpada LED	2,00	un
8.9	Lâmp. fluoresc. compacta 20W	Lâmpada LED	1,00	un
8.10	Lâmp. fluoresc. compacta 23W	Lâmpada LED	6,00	un
8.11	Tomada simples	---	1,00	un
8.12	Interruptor 1 seção	---	3,00	un
8.13	Interruptor 3 seções	---	1,00	un
8.14	Caixa 4x2" para parede	---	11,00	un
8.15	Eletroduto 1/2 - 3m	---	7,00	un
8.16	Eletroduto 3/4 - 3m	---	9,00	un
8.17	Curva p/ eletroduto 1/2"	---	7,00	un
8.18	Curva p/ eletroduto 3/4"	---	9,00	un
8.19	Luva 1/2"	---	7,00	un
8.20	Luva 3/4"	---	9,00	un
8.21	Cabo 1,5mm ²	---	80,00	m
8.22	Cabo 4,0mm ²	---	50,00	m
8.23	Fita isolante	---	1,00	rolo

Continua...

Continuação Tabela 01

ITEM	MATERIAL CONVENCIONAL	SUBSTITUIÇÃO MATERIAL	QUANT.	UNID.
------	-----------------------	-----------------------	--------	-------

9.	Instalações hidráulicas			
9.1	Tubo de PVC 25mm	---	4,00	un
9.2	Tubo de PVC 20mm	---	8,00	un
9.3	Joelho PVC 1/2" 90° LR	---	4,00	un
9.4	Luva PVC 1/2" LR	---	1,00	un
9.5	Joelho PVC 1/2" 90°	---	3,00	un
9.6	Tê PVC 1/2"x25mm 90°	---	1,00	un
9.7	Tê PVC 1/2" 90°	---	3,00	un
9.8	Registro de pressão 1/2"	---	1,00	un
9.9	Registro de gaveta 3/4"	---	1,00	un
10.	Instalações sanitárias			
10.1	Tubo PVC 40mm	---	5,00	m
10.2	Tubo PVC 50mm	---	8,00	m
10.3	Tubo PVC 100mm	---	8,00	m
10.4	Joelho PVC 40mm	---	3,00	un
10.5	Joelho PVC 50mm	---	1,00	un
10.6	Joelho PVC 100mm	---	1,00	un
10.7	Ralo sifonado 100x100x40mm	---	1,00	un
10.8	Sifão PVC 40mm	---	2,00	un
10.9	Sifão PVC 50mm	---	1,00	un
10.10	Caixa de inspeção	---	1,00	un
10.11	Caixa de gordura	---	1,00	un
10.12	Caixa de sabão	---	1,00	un
10.13	Fossa séptica	---	1,00	un

Fonte: Autor (2018)

4.1.4 Levantamento de custos

O custo dos materiais foi baseado nos valores fornecidos pela tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, disponibilizada em setembro de 2018 (CAIXA, 2018) que contém os custos unitários dos insumos descritos conforme as fases de execução da unidade habitacional.

4.1.4.1 Fundação

Na Tabela 02 são descritos os custos de execução da fundação tipo radier, onde não houve alteração das características de execução e materiais utilizados tanto no sistema convencional, quanto na unidade habitacional com materiais sustentáveis.

Tabela 2: Quantitativo de materiais e custos fundação

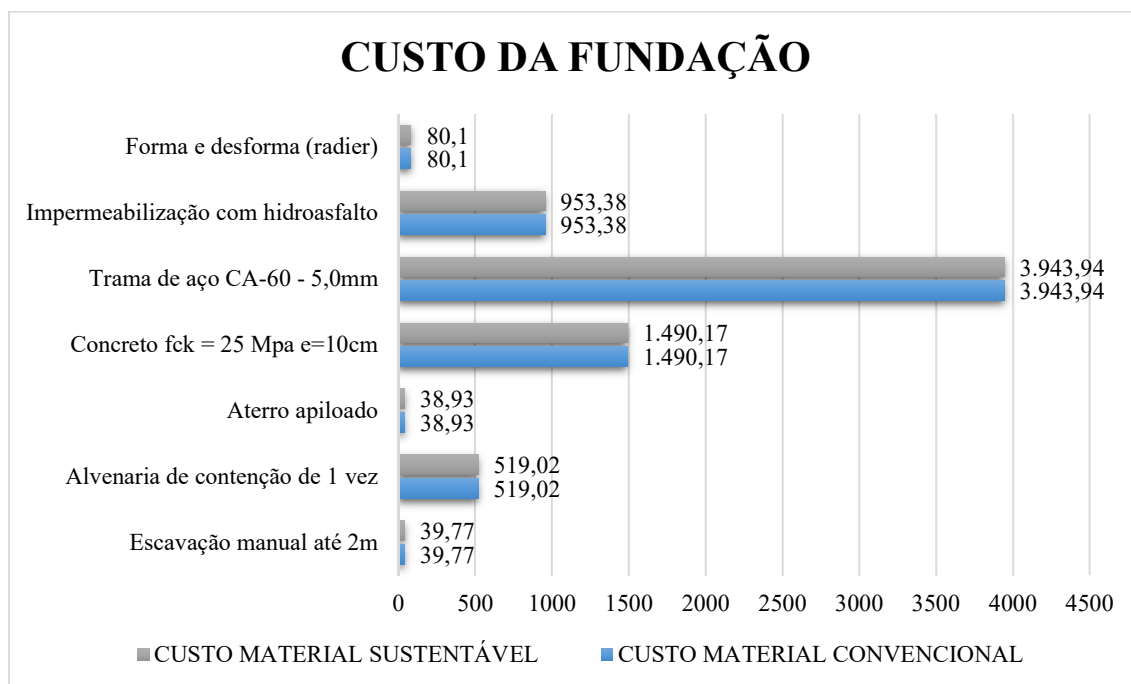
FUNDAÇÃO

ITEM	QUANT.	UNID.	MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	MATERIAL SUSTENTÁVEL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
1.1	1,00	m ³	Escavação manual até 2m	39,77	39,77	---	39,77	39,77
1.2	9,12	m ²	Alvenaria de contenção de 1 vez	56,91	519,02	---	56,91	519,02
1.3	7,21	m ³	Aterro apiloado	5,40	38,93	---	5,40	38,93
1.4	5,72	m ³	Concreto fck = 25 Mpa e=10cm	260,52	1.490,17	---	260,52	1.490,17
1.5	286,00	kg	Trama de aço CA-60 - 5,0mm	13,79	3.943,94	---	13,79	39.43,94
1.6	29,38	m ²	Impermeabilização com hidroasfalto	32,45	953,38	---	32,45	953,38
1.7	2,90	m ²	Forma e desforma (radier)	27,62	80,10	---	17,62	80,10
TOTAL			MATERIAL CONVENCIONAL	R\$ 7.065,31		MATERIAL SUSTENTÁVEL	R\$ 7.065,31	

Fonte: Autor (2018)

Com relação ao custo da fundação, como não houve alteração dos materiais, onde foram mantidas as características descritas no memorial, o custo total foi de R\$ 7.065,31. Na Figura 26, ilustra-se o gráfico que permite uma análise dos dados apresentados na tabela, onde o custo foi o mesmo nos sete itens verificados.

Figura 26: Custo da fundação



Fonte: Autor (2018)

4.1.4.2 Alvenaria

Na Tabela 3 é apresentado o quantitativo de materiais e custos de alvenaria, o qual contempla o bloco de vedação, concreto, aço para as cintas e a forma e desforma das cintas. Na substituição do material convencional pelo sustentável foi proposto a utilização de bloco de solo-cimento que não possui no seu processo de produção a queima, não poluindo o meio.

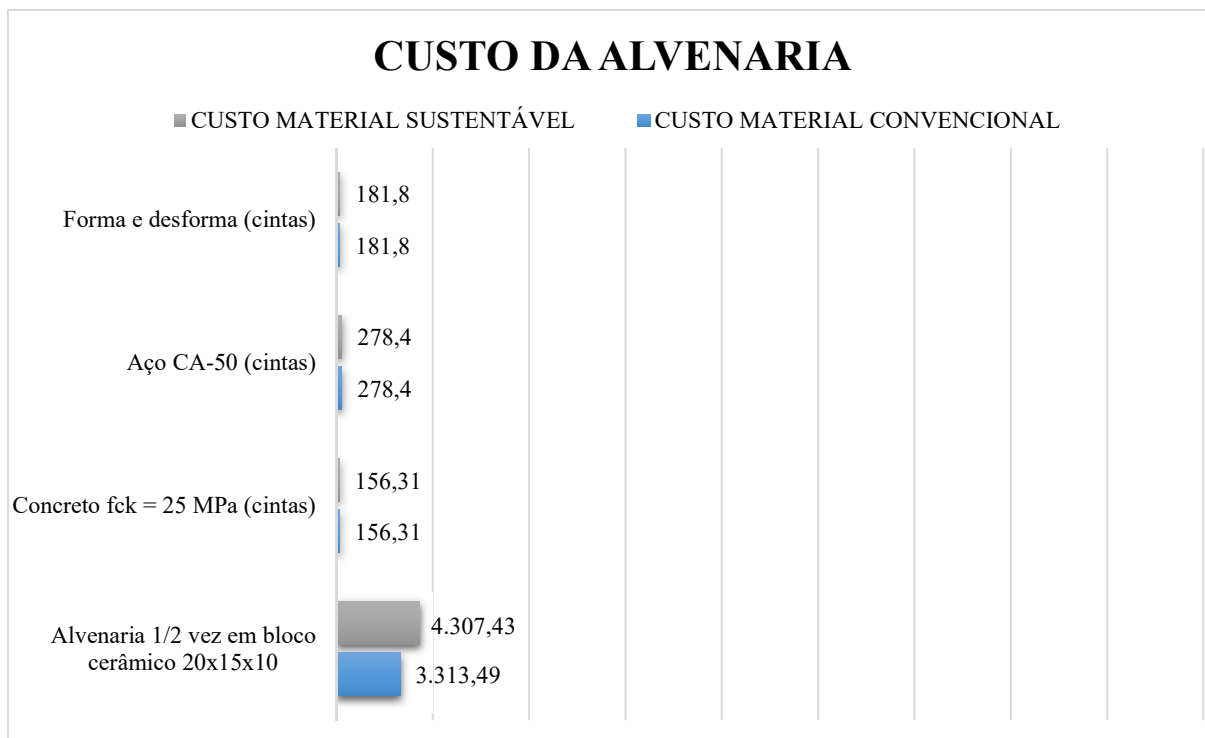
Tabela 3: Quantitativo de materiais e custos alvenaria

ALVENARIA								
ITEM	QUANT.	UNID.	MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	MATERIAL SUSTENTÁVEL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
2.1	100,50	m ²	Alvenaria 1/2 vez em bloco cerâmico 20x15x10	32,97	3.313,49	Vedação em bloco solo-cimento	42,86	4.307,43
2.2	0,60	m ³	Concreto fck = 25 MPa (cintas)	260,52	156,31	---	260,52	156,31
2.3	48,00	kg	Aço CA-50 (cintas)	5,80	278,40	---	5,80	278,40
2.4	7,20	m ²	Forma e desforma (cintas)	25,28	181,80	---	25,28	181,80
TOTAL			MATERIAL CONVENCIONAL	R\$ 3.930,00		MATERIAL SUSTENTÁVEL	R\$ 4.923,24	

Fonte: Autor (2018)

O custo dos materiais convencionais foi de R\$ 3.930,00 e dos sustentáveis, onde foi substituído o bloco cerâmico pelo bloco de solo-cimento totalizou R\$ 4.923,24, sendo 26% mais caro que o material convencional. A diferença do custo é representada no gráfico da Figura 27, onde se observa que o material de vedação substituído representou este acréscimo.

Figura 27: Custo da alvenaria



Fonte: Autor (2018)

4.1.4.3 Revestimento

Na etapa do revestimento da edificação foi verificado o custo dos materiais convencionais contemplando chapisco, reboco e cimento liso. No material convencional propõe-se a substituição da areia convencional pela areia reciclada proveniente dos resíduos da construção civil. Na Tabela 4 são apresentados os quantitativos, custo unitário e total.

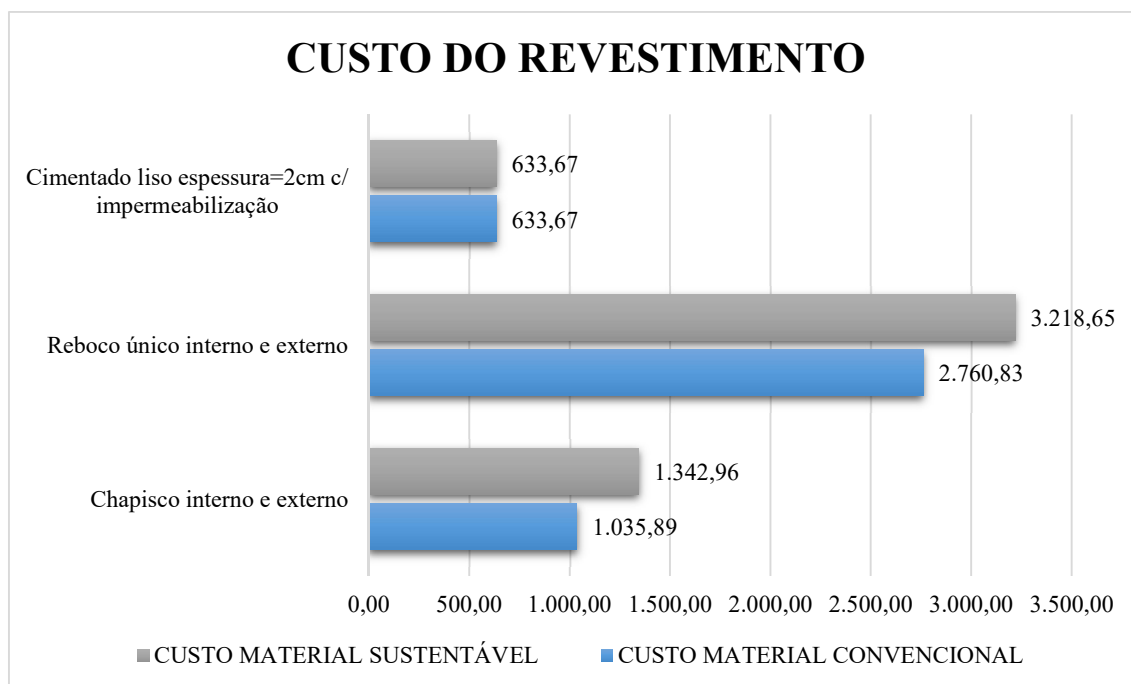
Tabela 4: Quantitativo de materiais e custos revestimento

REVESTIMENTO								
ITEM	QUANT.	UNID.	MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	MATERIAL SUSTENTÁVEL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
3.1	92,49	m²	Chapisco interno e externo	11,20	1.035,89	Chapisco com areia reciclada	14,52	1.342,96
3.2	92,49	m²	Reboco único interno e externo	29,85	2.760,83	Reboco com areia reciclada	34,80	3.218,65
3.3	25,51	m²	Cimentado liso espessura=2cm c/ impermeabilização	24,84	633,67	---	24,84	633,67
TOTAL			MATERIAL CONVENCIONAL	R\$ 4.430,39		MATERIAL SUSTENTÁVEL	R\$ 5.195,28	

Fonte: Autor (2018)

O custo verificado no material convencional foi de R\$ 4.430,39 e no sustentável de R\$ 5.195,28. A substituição da areia convencional, pela areia reciclada representou um acréscimo de 14,72%, representado no gráfico da Figura 29.

Figura 28: Custo do revestimento



Fonte: Autor (2018)

4.1.4.4 Cobertura

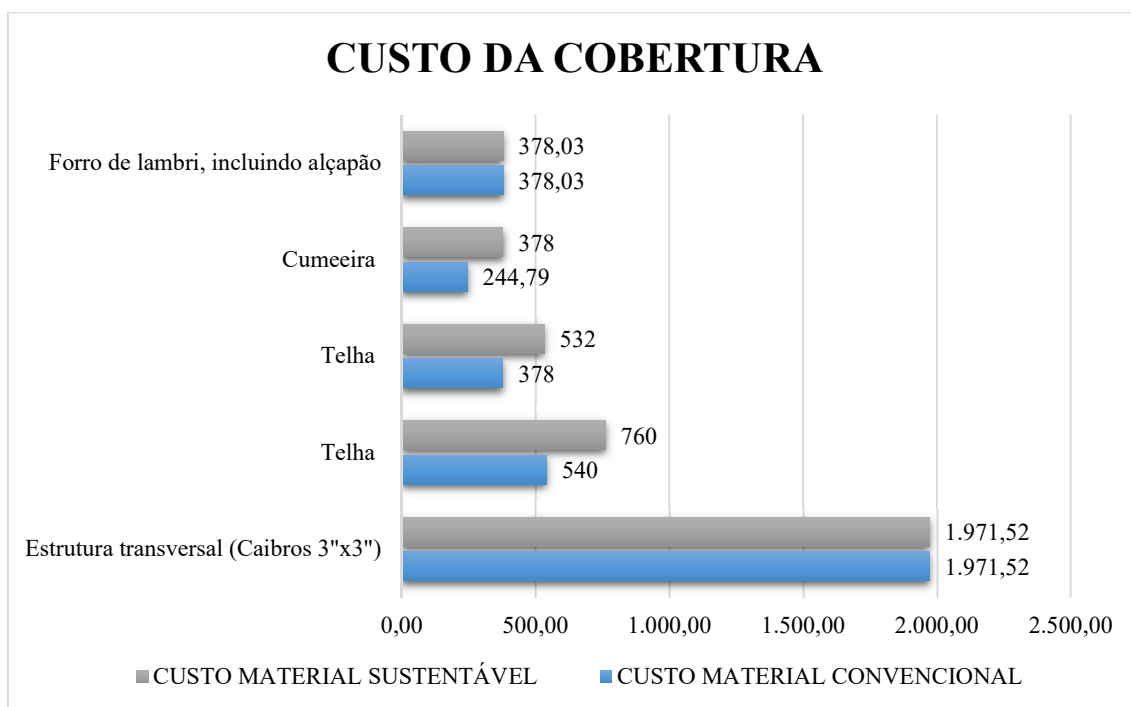
Contemplando a cobertura, descreve-se o quantitativo de material para a estrutura e a telha, foi realizado o levantamento dos custos nos materiais convencional e sustentável. Como opção de substituição foi especificado a telha ecológica como opção de fechamento da estrutura em madeira, conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5: Quantitativo de materiais e custos cobertura

COBERTURA								
ITEM	QUANT.	UNID.	MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	MATERIAL SUSTENTÁVEL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
4.1	37,56	m	Estrutura transversal (Caibros 3"x3")	52,49	1.971,52	---	52,49	1.971,52
4.2	20,00	un	Telha de fibrocimento 5mm - 122x110	27,00	540,00	Telha ecológica	38,00	760,00
4.3	14,00	un	Telha de fibrocimento 5mm 153x110	27,00	378,00	Telha ecológica	38,00	532,00
4.4	7,00	un	Cumeeira de fibrocimento 5mm - inclinação 15°	34,97	244,79	Cumeeira ecológica	54,00	378,00
4.5	25,32	m²	Forro de lambri, incluindo alçapão	14,93	378,03	---	14,93	378,03
TOTAL			MATERIAL CONVENCIONAL	R\$ 3.512,34		MATERIAL SUSTENTÁVEL	R\$ 4.019,55	

Fonte: Autor (2018)

O custo total do material convencional foi de R\$ 3.512,34 e do material sustentável R\$ 4.019,55, a diferença ficou em 12,62% (Figura 29) em decorrência da substituição da telha em fibrocimento pela telha ecológica que apresentou um custo de 38,00 a unidade, enquanto a telha de fibrocimento foi cotada na tabela SINAPI em R\$ 27,00.

Figura 29: Custo da cobertura

Fonte: Autor (2018)

4.1.4.5 Esquadrias

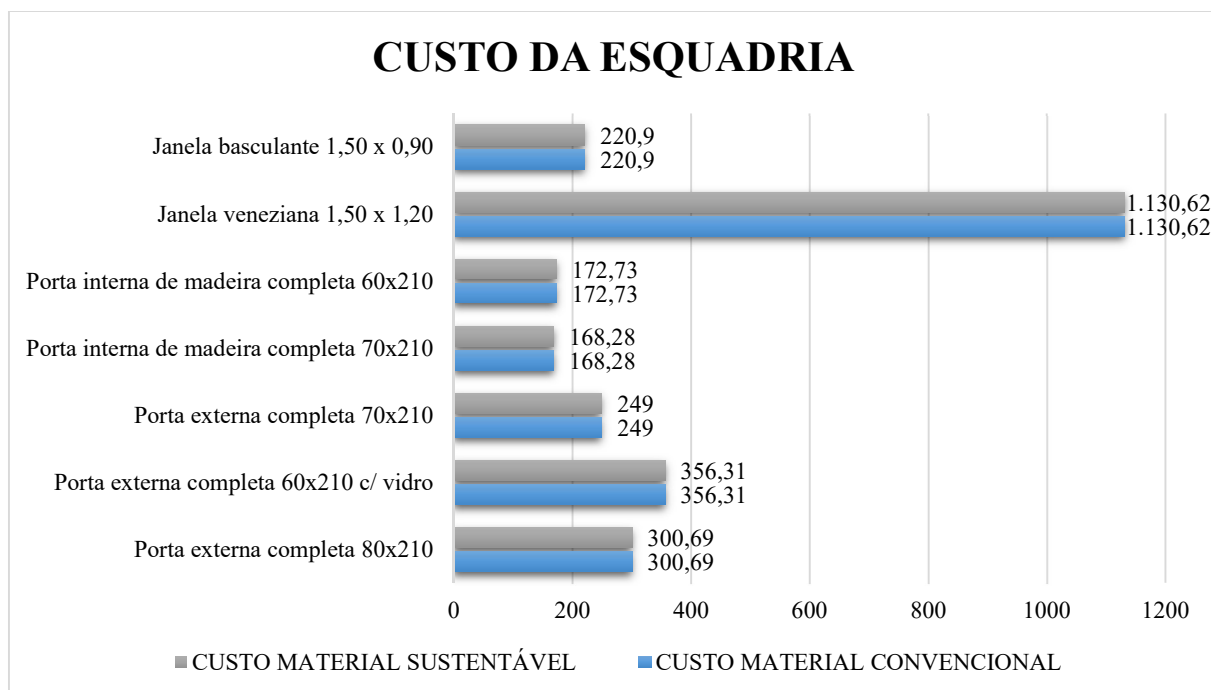
Na descrição da Tabela 6, são quantificadas as portas e janelas da unidade habitacional. Com relação ao material das aberturas não foi substituído, já que os materiais propostos são madeira e esquadria metálica, o que resultou em um mesmo custo de materiais. O valor total das esquadrias foi de R\$ 2.598,53.

Tabela 6: Quantitativo de materiais e custos esquadrias

ESQUADRIAS								
ITEM	QUANT.	UNID.	MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	MATERIAL SUSTENTÁVEL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
5.1	1,00	un	Porta externa completa 80x210	300,69	300,69	---	300,69	300,69
5.2	1,00	un	Porta externa completa 60x210 c/ vidro	356,31	356,31	---	356,31	356,31
5.3	1,00	un	Porta externa completa 70x210	249,00	249,00	---	249,00	249,00
5.4	1,00	un	Porta interna de madeira completa 70x210	168,28	168,28	---	168,28	168,28
5.5	1,00	un	Porta interna de madeira completa 60x210	172,73	172,73	---	172,73	172,73
5.6	2,00	un	Janela veneziana 1,50 x 1,20	565,31	1.130,62	---	565,31	1.130,62
5.7	1,00	un	Janela basculante 1,50 x 0,90	220,90	220,90	---	220,90	220,90
TOTAL			MATERIAL CONVENCIONAL	R\$ 2.598,53		MATERIAL SUSTENTÁVEL	R\$ 2.598,53	

Fonte: Autor (2018)

Na Figura 30, ilustra-se o custo de cada material, igual no convencional e sustentável, já que não houve substituição de nenhuma esquadria.

Figura 30: Custo da esquadria

Fonte: Autor (2018)

4.1.4.6 Pintura

Na execução da pintura, foi realizada a substituição apenas da tinta PVA, pela tinta mineral natural, já que as esquadrias e paredes hidráulicas precisaram receber tintas que não possuam a base de água. Na Tabela 7, descreve-se o custo de ambos os materiais, convencional e sustentável.

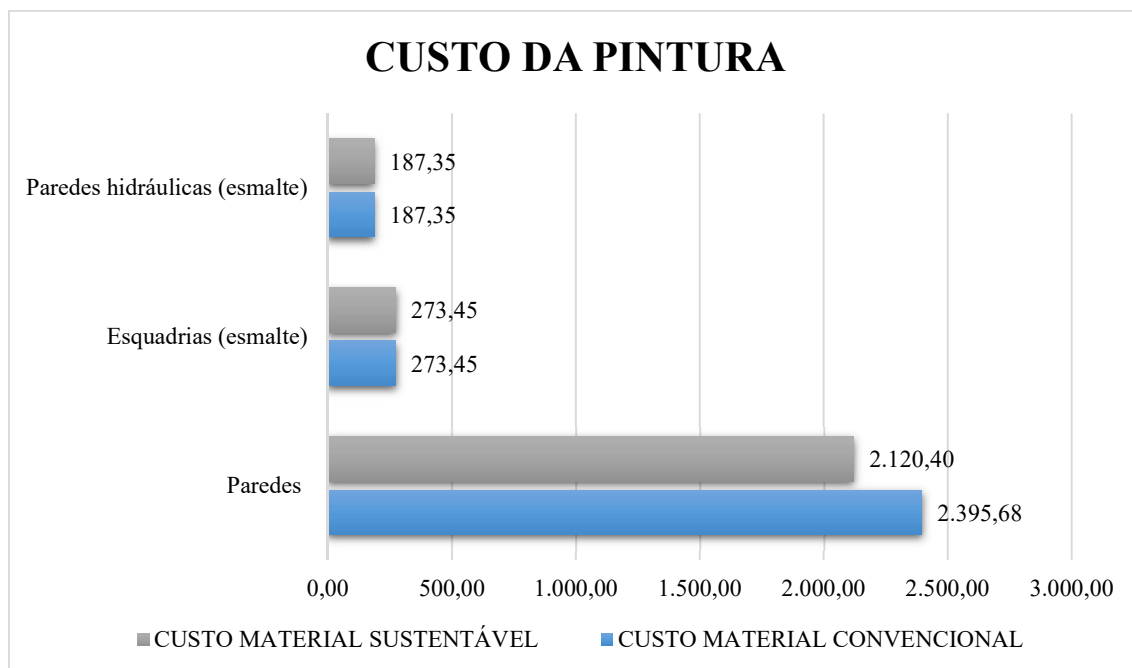
Tabela 7: Quantitativo de materiais e custos pintura

PINTURA								
ITEM	QUANT.	UNID.	MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	MATERIAL SUSTENTÁVEL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
6.1	186,00	m ²	Paredes (P.V.A.) 2 demãos	12,88	2.395,68	Parede tinta mineral natural	11,40	2.120,40
6.2	15,00	m ²	Esquadrias (esmalte)	18,23	273,45	---	18,23	273,45
6.3	15,00	m ²	Paredes hidráulicas (esmalte)	12,49	187,35	---	12,49	187,35
TOTAL			MATERIAL CONVENCIONAL	R\$ 2.856,48		MATERIAL SUSTENTÁVEL	R\$ 2.581,20	

Fonte: Autor (2018)

Na Figura 31, ilustra-se o gráfico comparativo do custo da pintura da edificação, onde a aplicação da tinta mineral natural foi 9,64% mais barata que a tinta PVA.

Figura 31: Custo da pintura



Fonte: Autor (2018)

4.1.4.7 Aparelhos e metais

No quantitativo dos aparelhos e metais, foi proposto a substituição do vaso com caixa de descarga, pelo vaso com caixa acoplada e dois acionamentos de fluxo. E da torneira comum pela torneira hidromecânica, conforme descrito na Tabela 8.

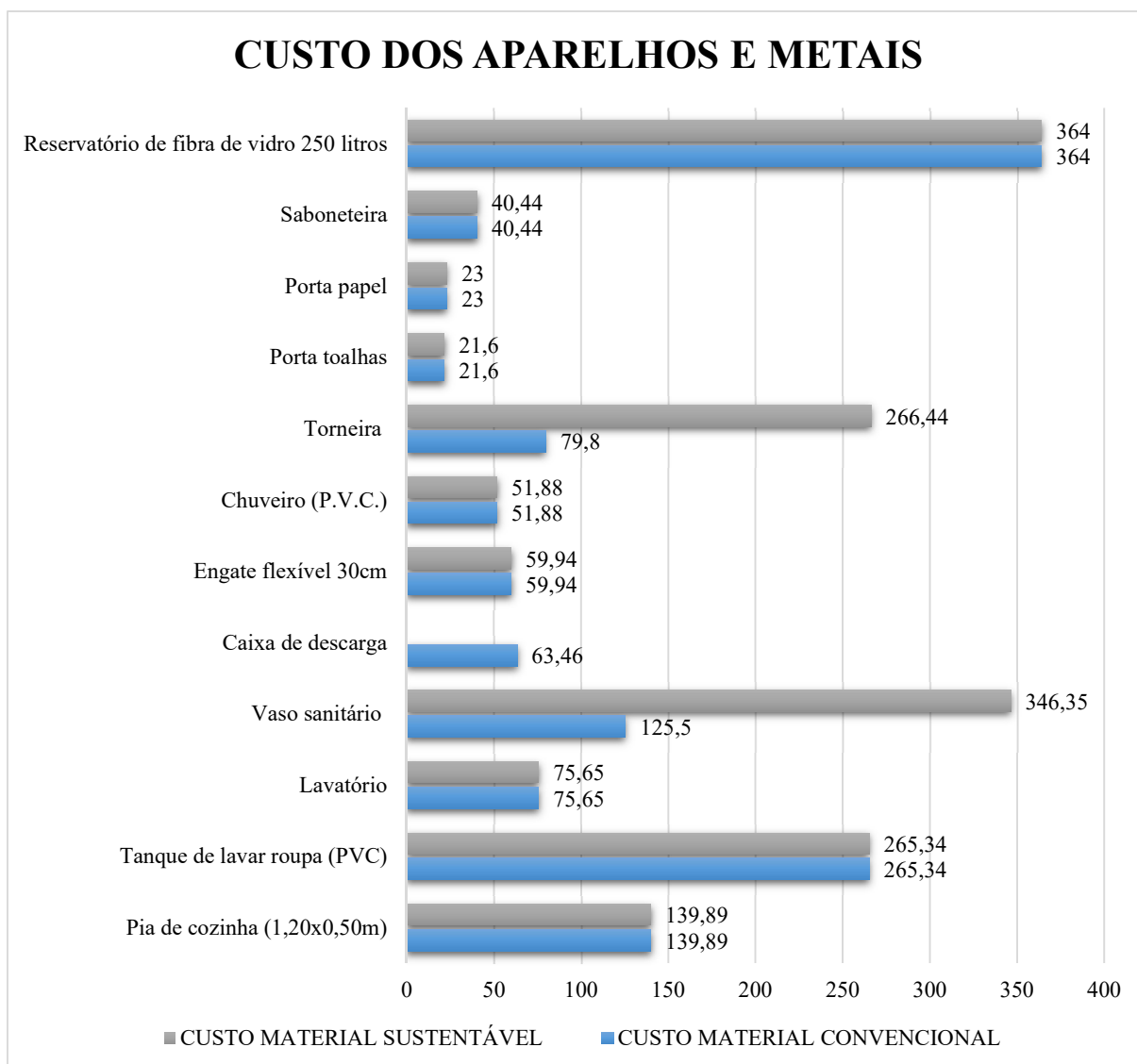
Tabela 8: Quantitativo de materiais e custos aparelhos e metais

APARELHOS E METAIS								
ITEM	QUANT.	UNID.	MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	MATERIAL SUSTENTÁVEL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
7.1	1,00	un	Pia de cozinha (1,20x0,50m)	139,89	139,89	---	139,89	139,89
7.2	1,00	un	Tanque de lavar roupa (PVC)	265,34	265,34	---	265,34	265,34
7.3	1,00	un	Lavatório	75,65	75,65	---	75,65	75,65
7.4	1,00	un	Vaso sanitário c/ assento	125,50	125,50	Vaso sanitário com caixa acoplada	346,35	346,35
7.5	1,00	un	Caixa de descarga	63,46	63,46	---	---	---
7.6	2,00	un	Engate flexível 30cm	29,97	59,94	---	29,97	59,94
7.7	1,00	un	Chuveiro (P.V.C.)	51,88	51,88	---	51,88	51,88
7.8	2,00	un	Torneira (P.V.C.)	39,90	79,80	Torneira hidromecânica	133,22	266,44
7.9	1,00	un	Porta toalhas	21,6	21,60	---	21,60	21,60
7.10	1,00	un	Porta papel	23,00	23,00	---	23,00	23,00
7.11	1,00	un	Saboneteira	40,44	40,44	---	40,44	40,44
7.12	1,00	un	Reservatório de fibra de vidro 250 litros	364,00	364,00	---	364,00	364,00
TOTAL			MATERIAL CONVENCIONAL	R\$ 1.310,50		MATERIAL SUSTENTÁVEL	R\$ 1.654,53	

Fonte: Autor (2018)

Na Figura 32, é possível verificar que o crescimento no custo do material sustentável se dá pela substituição do vaso sanitário e da torneira, que acrescentou 20,80%, ao custo do material convencional que foi de R\$ 1.310,50, e o material sustentável um total de R\$ 1.654,53.

Figura 32: Custo dos aparelhos e metais



Fonte: Autor (2018)

4.1.4.8 Instalações elétricas

Na Tabela 9, descreve-se os materiais das instalações elétricas. Como proposta de substituição, especifica-se a utilização de lâmpadas LED como material sustentável. O custo do material convencional foi de R\$ 2.582,61, enquanto o material sustentável foi de R\$ 2.915,17.

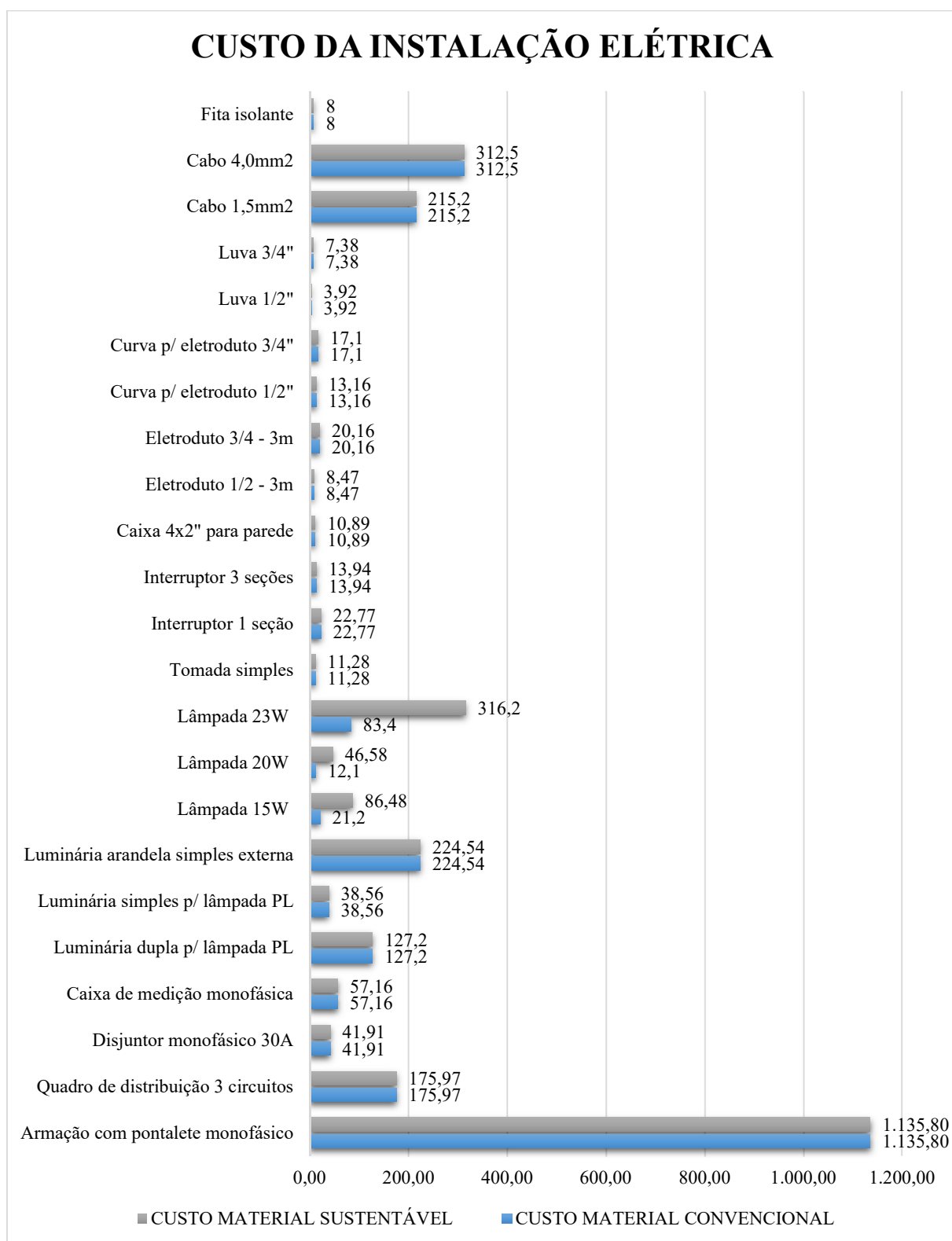
Tabela 9: Quantitativo de materiais e custos instalações elétricas

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	

ITEM	QUANT.	UNID.	MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	MATERIAL SUSTENTÁVEL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
8.1	1,00	un	Armação com pontalete monofásico	1.135,80	1.135,80	---	1.135,80	1.135,80
8.2	1,00	un	Quadro de distribuição 3 circuitos	175,97	175,97	---	175,97	175,97
8.3	3,00	un	Disjuntor monofásico 30A	13,97	41,91	---	13,97	41,91
8.4	1,00	un	Caixa de medição monofásica	57,16	57,16	---	57,16	57,16
8.5	3,00	un	Luminária dupla p/ lâmpada PL	42,40	127,20	---	42,40	127,20
8.6	1,00	un	Luminária simples p/ lâmpada PL	38,56	38,56	---	38,56	38,56
8.7	2,00	un	Luminária arandela simples externa	112,27	224,54	---	112,27	224,54
8.8	2,00	un	Lâmp. fluoresc. compacta 15W	10,60	21,20	Lâmpada LED 15W	43,24	86,48
8.9	1,00	un	Lâmp. fluoresc. compacta 20W	12,10	12,10	Lâmpada LED 20W	46,58	46,58
8.10	6,00	un	Lâmp. fluoresc. compacta 23W	13,90	83,40	Lâmpada LED 23W	52,70	316,20
8.11	1,00	un	Tomada simples	11,28	11,28	---	11,28	11,28
8.12	3,00	un	Interruptor 1 seção	7,59	22,77	---	7,59	22,77
8.13	1,00	un	Interruptor 3 seções	13,94	13,94	---	13,94	13,94
8.14	11,00	un	Caixa 4x2" para parede	0,99	10,89	---	0,99	10,89
8.15	7,00	un	Eletroduto 1/2 - 3m	1,21	8,47	---	1,21	8,47
8.16	9,00	un	Eletroduto 3/4 - 3m	2,24	20,16	---	2,24	20,16
8.17	7,00	un	Curva p/ eletroduto 1/2"	1,88	13,16	---	1,88	13,16
8.18	9,00	un	Curva p/ eletroduto 3/4"	1,90	17,10	---	1,90	17,10
8.19	7,00	un	Luva 1/2"	0,56	3,92	---	0,56	3,92
8.20	9,00	un	Luva 3/4"	0,82	7,38	---	0,82	7,38
8.21	80,00	m	Cabo 1,5mm ²	2,69	215,20	---	2,69	215,20
8.22	50,00	m	Cabo 4,0mm ²	6,25	312,50	---	6,25	312,50
8.23	1,00	rolo	Fita isolante	8,00	8,00	---	8,00	8,00
TOTAL			MATERIAL CONVENCIONAL	R\$ 2.582,61		MATERIAL SUSTENTÁVEL	R\$ 2.915,17	

Fonte: Autor (2018)

Na Figura 33, as lâmpadas de 23W, 20W e 15W apresentam um custo inferior no material convencional, onde especifica o projeto a lâmpada fluorescente compacta e aplica-se a lâmpada LED como alternativa sustentável. O custo do material sustentável apresentou um acréscimo de 11,40%, com relação ao convencional.

Figura 33: Custo da instalação elétrica

Fonte: Autor (2018)

4.1.4.9 Instalações hidráulicas

Conforme descrito anteriormente, nas instalações hidráulicas não foi realizada nenhuma substituição de material. Na Tabela 10 apresenta-se o quantitativo e os custos, unitário e total, das peças utilizadas.

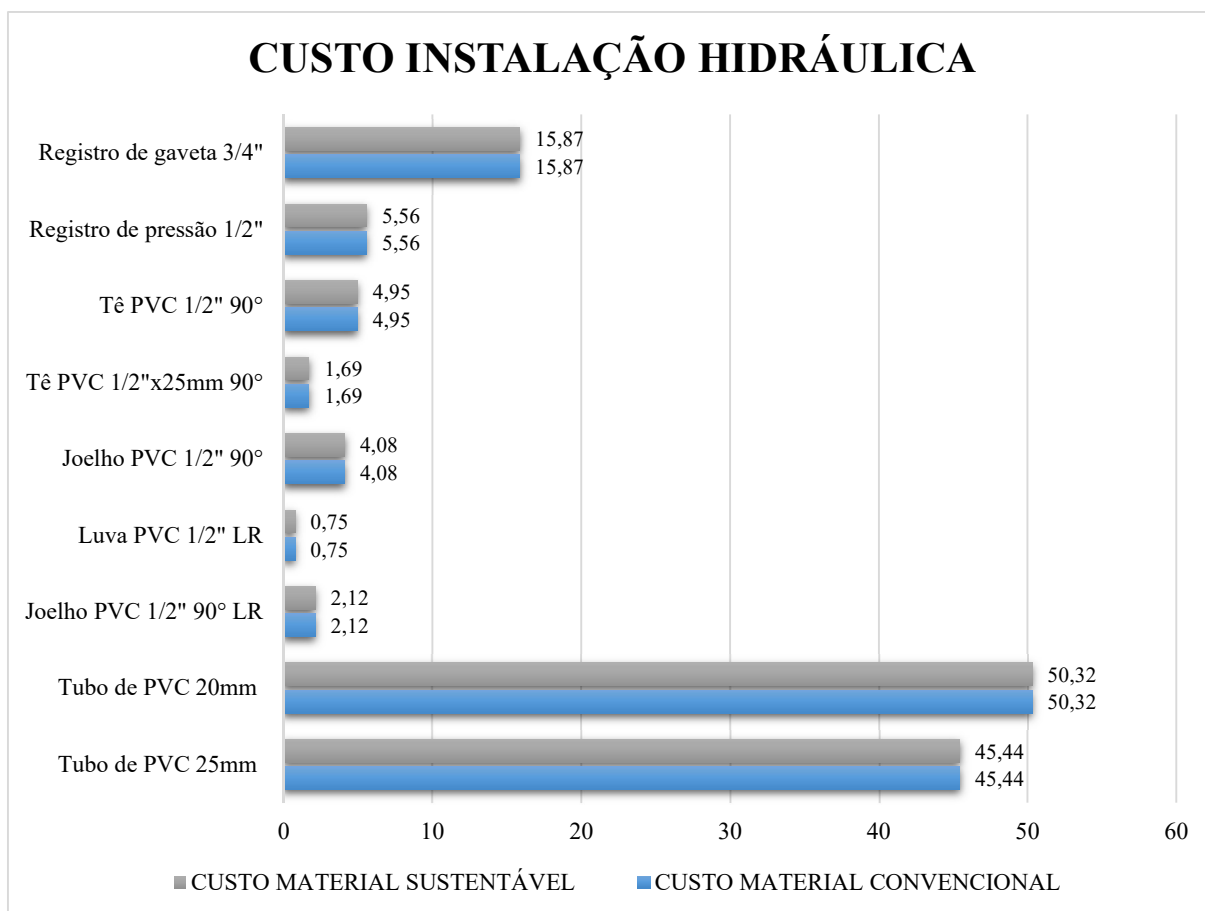
Tabela 10: Quantitativo de materiais e custos instalações hidráulicas

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS								
ITEM	QUANT.	UNID.	MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	MATERIAL SUSTENTÁVEL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
9.1	4,00	un	Tubo de PVC 25mm	11,36	45,44	---	11,36	45,44
9.2	8,00	un	Tubo de PVC 20mm	6,29	50,32	---	6,29	50,32
9.3	4,00	un	Joelho PVC 1/2" 90° LR	0,53	2,12	---	0,53	2,12
9.4	1,00	un	Luva PVC 1/2" LR	0,75	0,75	---	0,75	0,75
9.5	3,00	un	Joelho PVC 1/2" 90°	1,36	4,08	---	1,36	4,08
9.6	1,00	un	Tê PVC 1/2"x25mm 90°	1,69	1,69	---	1,69	1,69
9.7	3,00	un	Tê PVC 1/2" 90°	1,65	4,95	---	1,65	4,95
9.8	1,00	un	Registro de pressão 1/2"	5,56	5,56	---	5,56	5,56
9.9	1,00	un	Registro de gaveta 3/4"	15,87	15,87	---	15,87	15,87
TOTAL			MATERIAL CONVENCIONAL	R\$ 130,78		MATERIAL SUSTENTÁVEL	R\$ 130,78	

Fonte: Autor (2018)

A Figura 34, apresenta o gráfico dos custos da instalação hidráulica, que foi de R\$ 130,78 no total, e manteve igual valor no material convencional e no material sustentável.

Figura 34: Custo da instalação hidráulica



Fonte: Autor (2018)

4.1.4.10 Instalações sanitárias

Na instalação sanitária, assim como na hidráulica não foi substituído nenhum material, os quais são apresentados na Tabela 11. Na tabela observa-se que foram verificados 13 itens que compõem os materiais da instalação sanitária e que apresentaram um custo total de R\$ 2.455,20, sendo a fossa séptica o item mais caro do levantamento.

Tabela 11: Quantitativo de materiais e custos instalações sanitárias

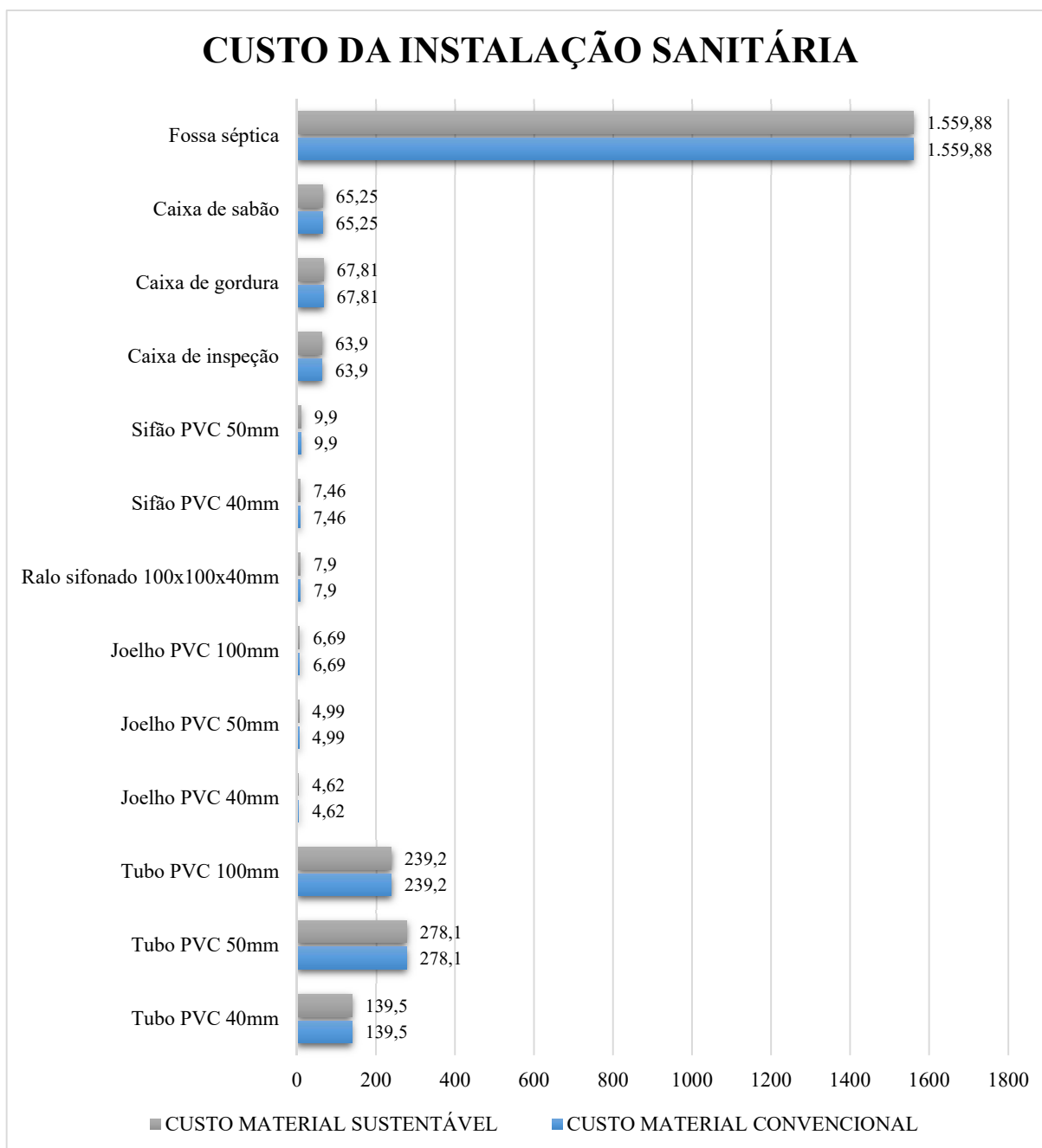
INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

ITEM	QUANT.	UNID.	MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	MATERIAL SUSTENTÁVEL	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
10.1	5,00	m	Tubo PVC 40mm	27,90	139,50	---	27,90	139,50
10.2	8,00	m	Tubo PVC 50mm	30,90	278,10	---	30,90	278,10
10.3	8,00	m	Tubo PVC 100mm	29,90	239,20	---	29,90	239,20
10.4	3,00	un	Joelho PVC 40mm	1,54	4,62	---	1,54	4,62
10.5	1,00	un	Joelho PVC 50mm	4,99	4,99	---	4,99	4,99
10.6	1,00	un	Joelho PVC 100mm	6,69	6,69	---	6,69	6,69
10.7	1,00	un	Ralo sifonado 100x100x40mm	7,90	7,90	---	7,90	7,90
10.8	2,00	un	Sifão PVC 40mm	3,73	7,46	---	3,73	7,46
10.9	1,00	un	Sifão PVC 50mm	9,90	9,90	---	9,90	9,90
10.10	1,00	un	Caixa de inspeção	63,90	63,90		63,90	63,90
10.11	1,00	un	Caixa de gordura	67,81	67,81		67,81	67,81
10.12	1,00	un	Caixa de sabão	65,25	65,25		65,25	65,25
10.13	1,00	un	Fossa séptica	1.559,88	1.559,88		1.559,88	1.559,88
TOTAL			MATERIAL CONVENCIONAL	R\$ 2.455,20		MATERIAL SUSTENTÁVEL	R\$ 2.455,20	

Fonte: Autor (2018)

Na Figura 35, ilustra-se o gráfico das instalações sanitárias que apresentaram um custo mais elevado no item da fossa séptica, quando comparado com o total dos 13 itens cotados.

Figura 35: Custo da instalação hidráulica



Fonte: Autor (2018)

4.1.5 Análise do custo total dos materiais

Realizado o levantamento dos custos para cada fase da execução da edificação, é possível realizar um comparativo do custo final entre o material convencional e o sustentável. Determinando também a fase que apresentou uma maior variação em decorrência da substituição.

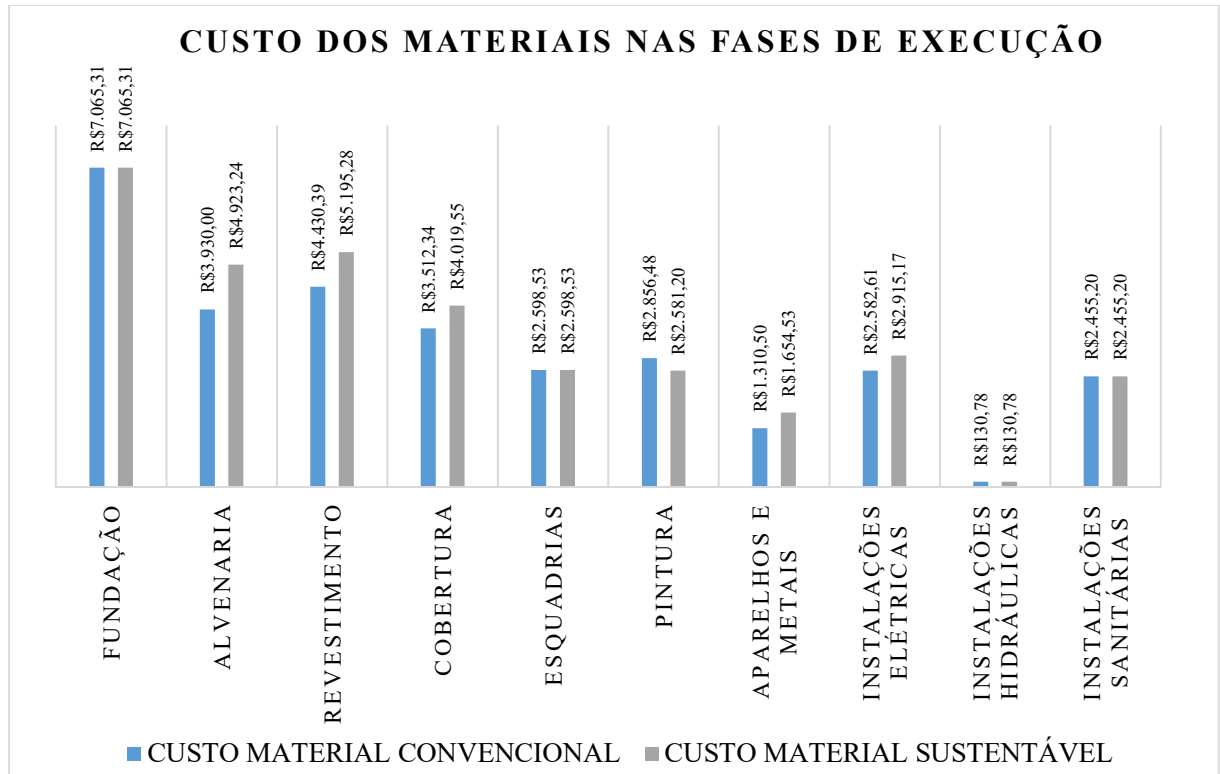
Na Tabela 12, é apresentado o custo de cada fase e o custo total dos materiais propostos na edificação. No uso de material convencional, obteve-se um valor de R\$ 30.872,14 e a substituição por materiais sustentáveis, o valor total foi de R\$ 33.538,79, o que representa um acréscimo de 8,64%.

Tabela 12: Custos das fases e custo total dos materiais

FASE	CUSTO MATERIAL CONVENCIONAL	CUSTO MATERIAL SUSTENTÁVEL
FUNDAÇÃO	R\$ 7.065,31	R\$ 7.065,31
ALVENARIA	R\$ 3.930,00	R\$ 4.923,24
REVESTIMENTO	R\$ 4.430,39	R\$ 5.195,28
COBERTURA	R\$ 3.512,34	R\$ 4.019,55
ESQUADRIAS	R\$ 2.598,53	R\$ 2.598,53
PINTURA	R\$ 2.856,48	R\$ 2.581,20
APARELHOS E METAIS	R\$ 1.310,50	R\$ 1.654,53
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 2.582,61	R\$ 2.915,17
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$ 130,78	R\$ 130,78
INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	R\$ 2.455,20	R\$ 2.455,20
TOTAL	R\$ 30.872,14	R\$ 33.538,79

Fonte: Autor (2018)

No gráfico da Figura 36, é observado o custo de cada fase e qual apresentou variação no custo da aplicação do material sustentável. A alteração nas características dos blocos de vedação que compõem a fase da alvenaria foi a alteração mais significativas em decorrência da aplicação do bloco de solo-cimento. Seguido do revestimento onde utilizou-se a areia reciclada, e a cobertura onde foi utilizada a telha ecológica.

Figura 36:Custo dos materiais nas fases de execução

Fonte: Autor (2018)

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática da sustentabilidade, é atual e está presente nas mais diversas áreas e discussões, motivada pela busca de um maior equilíbrio do homem com o meio ambiente. Frente a esta análise este trabalho foi motivado, pelo envolvimento da construção civil e do profissional engenheiro na busca de minimizar os impactos no meio ambiente e o sistema natural. Além das questões ambientais, a pesquisa também foi motivada possibilidade da utilização de materiais sustentáveis em habitação para população de baixa renda, melhorando ou mantendo a qualidade da edificação e seus ambientes, garantindo uma residência satisfatório para os seus moradores.

Para a realização da pesquisa foi necessário adquirir a capacidade de analisar comparativamente os materiais de construção convencional e sustentáveis, apresentando a possibilidade de substituição, porém mantendo as características dimensionais ou rendimento dos materiais descritos em projeto.

Na composição dos custos, adotou-se a tabela SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – com valores de setembro de 2018. E como metodologia descritiva, foram separadas as fases executivas da edificação sendo: fundação, alvenaria, revestimento, cobertura, esquadrias, pintura, aparelhos e metais, instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias.

Por meio da composição de custos dos materiais convencionais e sustentáveis, notou-se que as substituições foram pontuais, ocorrendo nas fases de Alvenaria; Revestimento; Cobertura; Pintura; Aparelhos e metais; e Instalações elétricas, e que representou um aumento no custo, representando um percentual de acréscimo de 8,64%.

No custo dos materiais convencionais, a fase de execução da fundação apresentou o maior custo, justificado pela utilização do concreto e da trama de aço que possuem custo elevado. Já a instalação hidráulica totalizou um valor de R\$ 130,78, representando o menor custo na fase de execução.

Quando analisado o material sustentável, a fase de execução da alvenaria apresentou um custo total de R\$ 4.923,24, 26% superior ao valor do material convencional com bloco cerâmico que foi de R\$ 3.930,00. O custo do revestimento foi de R\$ 4.430,39 no uso de material

convencional, e no sustentável de R\$ 5.195,28. A substituição da areia convencional, pela areia reciclada representou um acréscimo de 14,72%

Na substituição também foi observado um aumento no custo total da cobertura, onde com a aplicação do material convencional foi de R\$ 3.512,34 e do material sustentável R\$ 4.019,55, a diferença ficou em 12,62% em decorrência da substituição da telha em fibrocimento pela telha ecológica que apresentou um custo de 38,00 a unidade, enquanto a telha de fibrocimento foi cotada na tabela SINAPI em R\$ 27,00.

Assim, conclui-se que o valor total dos materiais sustentáveis contabilizado em R\$ 33.538,79, aumenta em 8,64% o custo da execução de habitação para população de baixa renda, a qual executada com materiais convencionais totalizou R\$ 30.872,14.

Esse acréscimo é justificado pela disponibilidade de materiais sustentáveis no mercado da construção civil, como a areia reciclada que é proveniente de resíduos da construção civil e a política de reutilização destes materiais ainda não é consistente. Observa-se que as normas regulamentadoras ainda não contemplam em sua totalidade a substituição dos materiais convencionais, estabelecendo requisitos, parâmetros de aplicação e recomendações técnicas.

CAPITULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão a continuidade da pesquisa propõem-se:

- Estudo da utilização de alternativas construtivas com *Stell Frame* ou placas de PVC;
- Elaborar um cronograma físico-financeiro de execução da edificação, analisando a necessidade de investimento;
- Analisar a possibilidade de implantação de sistema de captação de água pluvial e cisterna e a utilização de alternativa de captação de energia solar para geração de energia elétrica na unidade habitacional.

REFERÊNCIAS

- AEC WEB. **Sistema Duplo Acionamento para bacias sanitárias**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/sistema-duplo-acionamento-para-bacias-sanitarias_1899_0_0> Acesso em: 10 Nov. 2018
- ALVAREZ, C. E. et al. **A Casa Ecológica**. Vitória, ES, SEAMA/ARACRUZ/UFES, 1999
- AQUINO A. F. S. **Avaliação térmica em telhas com material reciclado para serem utilizadas em construções rurais**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Universidade Federal do Pampa: Curso Engenharia Agrícola: Alegrete, 2017
- ARAUJO, R. F. **Apostila de Concreto Armado**. UFFRJ. 2006
- ARCKDAILY. **Conheça o piso feito com pneus reciclados**, 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/787683/conheca-o-piso-feito-com-pneus-reciclados>> Acesso em: 25 Maio 2018
- ARQUITETIZZE. **Vantagens de utilizar lâmpadas LED** Disponível em: <<https://arquitetizze.com.br/saiba-quais-sao-as-vantagens-de-utilizar-lampadas-led/>> Acesso em: 10 Nov. 2018
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR 13281:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos, Rio de Janeiro, 2001
- _____. **NBR 15097:** Aparelhos Sanitários de Material Cerâmico Parte 1: Requisitos e Métodos de Ensaio; e Parte 2: Procedimento para Instalação; Rio de Janeiro, 2011
- _____. **NBR 5410:** Instalações elétricas de baixa tensão, Rio de Janeiro, 2004
- _____. **NBR 5626:** Instalação predial de água fria, Rio de Janeiro, 1999
- _____. **NBR 5735:** Cimento portland de alto forno, Rio de Janeiro, 1991
- _____. **NBR 6122:** Projeto e execução de fundações, Rio de Janeiro, 1996
- _____. **NBR 7190:** Projeto de estruturas de madeira, Rio de Janeiro, 1997
- _____. **NBR 7200:** Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento, Rio de Janeiro, 1998
- _____. **NBR 7480:** Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação, Rio de Janeiro, 2007
- _____. **NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário -Projeto e execução, Rio de Janeiro, 1999
- _____. **NBR ISO 14000:** Sistema de gestão ambiental, Rio de Janeiro, 2015

_____. **NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso**, Rio de Janeiro, 2015

_____. **NBR10821: Esquadrias para edificações**, Rio de Janeiro, 2017

_____. **NBR13245: Tintas para construção civil — Execução de pinturas em edificações não industriais — Preparação de superfície**, Rio de Janeiro, 2011

_____. **NBR14285: Perfil de PVC rígido para forros – Requisitos**, Rio de Janeiro, 1999

_____. **NBR7196: Telhas de fibrocimento - Execução de coberturas e fechamentos laterais – Procedimento**, Rio de Janeiro, 2014

_____. **NBR8545: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos**, Rio de Janeiro, 1984

_____. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento**, Rio de Janeiro, 2003.

AZEVEDO, F. H. **Análise do ciclo de vida na construção civil: Um estudo comparativo entre vedações estruturais em painéis pré-moldados e alvenaria em blocos de concreto**. Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Engenharia Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Escola de Engenharia da UFMG: Belo Horizonte, 2012

BARTH, A. A.; LIMANA, L.; KIST, K. J.; REICHERT, L. S. **A importância da criação de casas ecológicas para a maximização da sustentabilidade**. XXVIII CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA – CRICTE: Ijuí, 2017

BELEZE, R. B. **Método para atendimento aos requisitos de implantação de uma casa sustentável com base no selo certificado referencial**. Universidade Federal de Santa Catarina. Engenharia Sanitária e Ambiental: Florianópolis, 2014

BERNHARDT, E. **Fossa Séptica sustentável**. 2016. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/saneamento-basico/fossa-septica-sustentavel-com-pneus-reaproveitados/>> Acesso em: 10 Nov. 2018

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é e o que não é?** Editora Vozes: Rio de Janeiro, 2012

BOLUM ESQUADRIAS. **Esquadrias de madeira e metálica**. 2018. Disponível em: <<http://www.bolum.ind.br/produtos>> Acesso em: 05 Out. 2018

BORGES, A. A. **Construção de edifícios i**. 2017. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/11856308/>

BRAISL. **Conferencia Rio 92**. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises.aspx>> Acesso em: 03 Maio 2018

BRASIL. Agenda ambiental para os países e elaboração de documentos por Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano. Estocolmo, 2012. Disponível em:

<<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-das-nacoes-unidas-para-o-meio-ambiente-humano-estocolmo-rio-92-agenda-ambiental-paises-elaboracao-documentos-comissao-mundial-sobre-meio-ambiente-e-desenvolvimento.aspx>> Acesso em: 04 Set. 2018

CARDOSO, N. **As tintas sustentáveis.** Revista Lojas, Edição 122 / Setembro de 2012.

CARVALHO, D. S. **Aspectos técnicos para a construção de edificação ecológica para baixa renda.** Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018

CASTRO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados. Light steel framing.** Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005.

CERTIVA. **Torneira de mesa pressão automática.** Disponível em:

<<https://www.certiva.com.br/Torneira-de-mesa-pressao-automatica-de-metal-bica-alta-00421>> Acesso em: 10 Nov. 2018

CONSTRUVAN. **Sistema de bloco solo-cimento.** 2017. Disponível em:

<www.construvan.com.br> Acesso em: 10 Nov. 2018

CORREIA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil.** Disponível em:

<<http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>> Acesso em: 01 Junho 2018

CORSINI, R. **Telhado verde: Cobertura de edificações com vegetação requer sistema preparado para receber as plantas.** Edição 16 - Dezembro/2011. Disponível em:

<<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>> Acesso em: 30 Set. 2018

CUNHA, B. P.; AUGUSTIN, S. **Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais.** Caxias do Sul, RS: Educs, 2014

DA GATTO **Desbitolamento.** 2003 Disponível em:

<<https://www.proz.com/kudoz/portuguese-to-english/construction-civil-engineering/5184512-desbitolamento.html>> Acesso em: 25 Out. 2018

DIAS, M. C. **Sustentabilidade e Autogestão: Uma proposta de esquema de análise da sustentabilidade em empreendimentos autogestionários.** VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Energia, Inovação, Tecnologia e Complexidade para a Gestão Sustentável: Niterói, 2010

DICIO. **Cumeeira.** 2018 Disponível em:<<https://www.dicio.com.br/cumeeira/>> Acesso em: 05 Set. 2018

ECO CASA. **Fossa Negra.** 2016 Disponível em: <<https://www.ecocasa.com.br/fossa-negra>> Acesso em: 25 Out. 2018

ECO EFICIENTES. **Telha ecológica tetra pak**. 2015. Disponível em: <<http://ecoeicientes.com.br/guia-de-empresas/telha-de-tetra-pak/>> Acesso em: 06 Out. 2018

ECO TIJOLO. **Bloco solo-cimento**. Disponível em: <https://www.ecotijolo.com.br/> Acesso em: 25 Out. 2018

ECOCASA. **Conheça as soluções para construção sustentável da ecocasa**. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/solucoes-para-construcao-sustentavel-da-ecocasa>>. Acesso em: 10 Junho 2018

ECOSFERA EMPREENDIMENTOS. **Sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.ecoesfera.com.br/>> Acesso em: 03 Junho 2018

EDIFICAÇÕES E SUSTENTABILIDADE. **Partes de uma estrutura de cobertura**. 2015. Disponível em: <<http://www.edificacoesesustentabilidade.blogspot.com>> Acesso em: 05 Set. 2018

ENGEPLAS (2018) **Telha ecológica**. Disponível em: <<http://www.engeplas.com.br>> Acesso em: 05 Out. 2018

ESCOLA ENGENHARIA **O que é Apiloamento?** 2018. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/apiloamento/>> Acesso em: 05 Set. 2018

FERGUSON, B. K. **Porous Pavements. Integrative Studies**. Water Management and Land Development. Florida, 2005

FERNANDES, A. L. G. **“Sustentabilidade das construções” Construções para um futuro melhor – Reaproveitamento da água**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FORTE, F.; FERRAZ, R. M. **Qual é a diferença entre os vários tipos de tinta? Como saber quando usar cada uma?** 2009. Disponível em: <<https://mulher.uol.com.br/casa-e-decoracao/cunhas/fernando-forde-e-rodrigo-marcondes-ferraz/2011/09/09/qual-e-a-diferenca-entre-os-varios-tipos-de-tinta-como-saber-quando-usar-cada-uma.htm?cmpid=copiaecola>> Acesso em: 25 Set. 2018

GALLO, R. **Sustentabilidade das Madeiras de Reflorestamento para a Construção Civil**, 2015 Disponível em: <<https://www.aea.com.br/blog/sustentabilidade-das-madeiras-de-reflorestamento-para-a-construcao-civil/>> Acesso em: 15 Março 2018

GERMER. **Isoladores Cleart**, 2018 Disponível em: <<http://www.germerisoladores.com.br/>> Acesso em: 06 Set. 2018

GNADLINGER, J. **Captação e Manejo de Água de Chuva e Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido Brasileiro – Uma Visão Integrada**. IV Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Petrolina –PE. Julho de 2003

HERTZ, J. **Ecotécnicas em arquitetura: Como Projetar nos Trópicos Úmidos no Brasil**. São Paulo: Pioneira. 1998

HOMETEKA. **4 eficientes sistemas de construção a seco**. 2014. Disponível em: <<https://www.hometeka.com.br/pro/4-eficientes-sistemas-de-construcao-a-seco/1>> Acesso em: 31 Março 2014

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

JOHN, V.M.J. **Panorama sobre a reciclagem de resíduos na construção civil**. SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., São Paulo, 1999

MALTA, Juliana Oliveira; SILVA, Vanessa Silveira; GONÇALVES, Jardel Pereira **argamassa contendo agregado miúdo reciclado de resíduo de construção e demolição** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA) v. 1, n. 2 – Malta, Silva e Gonçalves, p. 176-188, 2013 – ISSN: 2317-563X

KOLIVER, Olivio. **Contabilidade de Custos**. Curitiba: Juruá, 2009

KROTEN. **Ecotintas**. Disponível em: <<http://kroten.com.br/>>. Acesso em: 10 Junho 2018

LANDINI, M. C.; GRITTI G. C. M. **Construção Sustentável: Uma opção racional**. Universidade São Francisco: Itatiba, 2010

LAVEZZO, C. A. L. **Fontes de energia** Artigo de Publicação para a revista eletrônica Gestão em Foco, UNIFIA. Amparo 2016

LIRA, WS., CÂNDIDO, GA. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013,

LOPES, M. **Como economizar água no uso de vasos sanitários e mictórios?** Disponível em: <<http://www.temsustentavel.com.br/como-economizar-agua-no-uso-de-vasos-sanitarios-e-mictorios/>>. Acesso em: 10 Junho 2018

MACHADO, C. A. **Avaliação de regiões com potencial de aproveitamento solar e identificação de áreas para implantação de uma usina solar fotovoltaica no rio grande do sul**. Universidade do Vale do Taquari: Curso de Engenharia Ambiental, Lajeado, 2017

MIRANDA, L.; SELMO, S. **Argamassas com areia de entulho reciclado**. Edição 74 – 2003. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/74/artigo286241-1.aspx>> Acesso em: 05 Mai 2018

MIRANDA, Leonardo . **Argamassas com areia de entulho reciclado**. 2003 <http://piniweb17.pini.com.br/construcao/noticias/argamassas-com-areia-de-entulho-reciclado-80234-1.aspx> Acesso em: 05 Mai 2018

MORAES, K. **Construção sustentável: revestimentos ecológicos para áreas molhadas**. Viva Decora, 2015. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/revista/construcao-sustentavel-revestimentos-ecologicos/>> Acesso em: 17 Março 2018

NAKAMURA, J. **Escolha de fôrmas para paredes de concreto deve considerar critérios técnicos e econômicos**. Edição 202, 2014. Disponível em:

<<http://techn17.pini.com.br/engenharia-civil/202/artigo304347-2.aspx>> Acesso em: 06 Maio 2018

ORTEGA, S. G. **Sustentabilidade na construção civil: significados, práticas e ideologia.** Organizações e Sustentabilidade: Londrina, v. 2, n. 1, 2014

PALMA, L. C.; NASCIMENTO, L. F. **Você compraria um produto feito com material reciclado?** 2013. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/sustentabilidade/?author=1>> Acesso em: 04 Set. 2018

PEDIGRER, P. W., **Avaliação do Grau de Sustentabilidade de um Condomínio Residencial- Estudo de Caso.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008.

PINI WEB. **Sistema de aproveitamento de águas pluviais em edificações.** Edição. 6/Março/2002 Disponível em: <<http://piniweb17.pini.com.br/construcao/noticias/sistema-de-aproveitamento-de-aguas-pluviais-em-edificacoes-81616-1.aspx>> Acesso em: 20 Set. 2018

POUJO, C. K. **Acessibilidade e Construção Sustentável: Um Paradigma na Habitação de Interesse Social.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012

PRA CONSTRUIR. **Tipos de fundações.** Disponível em: <http://www.praconstruir.com.br/category/etapas-da-construcao/construcao/tipos-de-fundacoes/> Acesso em: 30 Set. 2018

REFORMOLAR. **Sistema de captação da água de chuva.** 2017. Disponível em: <www.reformolar.com.br,2017> Acesso em: 03 Maio 2018

RELATÓRIO BRUNDTLAND (1980). **“Nosso futuro comum” – definição e princípios.** Disponível em: <<http://www.inbs.com.br/ead/Arquivos%20Cursos/SANeMeT/RELAT%23U00d3RIO%20BRUNDTLAND%20%23U201cNOSSO%20FUTURO%20COMUM%23U201d.pdf>> Acesso em: 03 Junho 2018

ROSSI, F. **Tipos de tubos: PVC, CPVC, PPR, PEX, PVC.** Disponível em: <<https://pedreiro.com.br/tipos-de-tubos-pvc-cpvc-ppr-pex-pvc-esgoto/>> Acesso em: 08 Junho 2018

SALA, L. G., **Proposta de Habitação Sustentável para Estudantes Universitários.**

SANTANA, J. E. S.; CARVALHO, A. C. X.; FARIA, R. A. P. G. **Tijolo ecológico versus tijolo comum: benefícios ambientais e economia de energia durante o processo de queima.** IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental: Salvador, 2013

SANTOS, T. T. A.; GOMES, H. S.; COSTA, M. D. S.; FERNANDES, E. A.; FERREIRA, A. C. **Tijolos ecológicos: uma alternativa sustentável para a construção civil** CONADIS:1 Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido, 2016

SCHMIDT, F. T. M. **Aplicação do conceito de sustentabilidade em uma edificação residencial unifamiliar– estudo de caso.** Departamento de Tecnologia Curso de Engenharia

Civil Unijuí - Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul: Ijuí, 2009

SIGNIFICADOS. Significado de LED. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/led/>> Acesso em: 10 Nov. 2018

SILVA, D. H.; SANTANA, E. S.; SILVA, J. F. T.; ALMEIDA, S.; LIMA, S. F. **Construção sustentável na engenharia civil** Ciências exatas e tecnológicas: Alagoas, v. 4, n. 2, 2017

SIMAS, L. S. L. **Construção sustentável – uma nova modalidade para administrar os recursos naturais para a construção de uma casa ecológica.** Fundação Visconde de Cairu. Bacharelado em Administração com ênfase em Gestão de Negócios. Visconde de Cairu, 2012

SOUZA, M. I. B.; SEGANTINI, A. A. S.; PEREIRA, J. A. **Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: Campina Grande, v.12, n.2, 2008

STEPHANOU, J. **Gestão de resíduos sólidos: um modelo integrado que gera benefícios econômicos, sociais e ambientais** (2013) Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/sustentabilidade/?cat=15>> Acesso em: 03 Maio 2018

SUSTENTARQUI. **Como tornar as instalações elétricas mais sustentáveis: algumas dicas.** Rio de Janeiro, 2017 Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/dicas/instalacoes-eletricas-mais-sustentaveis/>> Acesso em: 06 Maio 2018

TESKE, S. **Desenvolvimento de telha ecológica a partir de resíduo de gesso da construção.** Universidade Tecnológica Federal Do Paraná Curso De Engenharia De Produção Civil: Curitiba, 2014

TIJOLO ECO. **Tijolo ecológico.** Disponível em: <www.tijolo.eco.br, 2017> Acesso em: 03 Maio 2018

TRATAMENTO DE ÁGUA. **As Vantagens de uma Estação de Tratamento Compacta.** Publicado em: 27 Set.2016 . Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/as-vantagens-de-uma-estacao-de-tratamento-compacta/>> Acesso em: 26 Set. 2018

TROYANO, R.; KUHN, E. A.; FANTONI, L.; FEIJÓ, J. M.; FEIJÓ, C. **Arquitetura sustentável: ideias e soluções verdes.** Disponível em: <<https://ecotelhado.com/arquitetura-sustentavel/>> Acesso em: 04 Set. 2018

WIECZYNSKI, V. J. **Construções mais sustentáveis: Alternativas para uma habitação de baixo custo econômico,** 2014. Pinhalzinho, SC. Disponível em <<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/Artigo-Vlademir-Jos%C3%A9-Wieczynski.pdf>>. Acesso em 24 Ago.18

XAVIER, R. P. **Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no semiárido paraibano** Universidade Federal de Campina Grande - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Campina Grande, 2010