

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Amanda de Mello Oliveira

**PANORAMA DAS AÇÕES SUSTENTÁVEIS NAS CONSTRUTURAS DA  
CIDADE DE SANTA MARIA - RS**

Santa Maria, RS  
2019

**Amanda de Mello Oliveira**

**PANORAMA DA SUSTENTABILIDADE NAS CONSTRUTURAS DA CIDADE DE  
SANTA MARIA - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Engenheira Civil**.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Denise de Souza Saad

Santa Maria, RS  
2019

**Amanda de Mello Oliveira**

**PANORAMA DA SUSTENTABILIDADE NAS CONSTRUTURAS DA CIDADE DE  
SANTA MARIA - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Engenheira Civil**.

**Aprovado em 25 de Novembro de 2019:**

---

**Denise de Souza Saad, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. (UFSM)**  
(Orientadora)

---

**Carlos José Antônio Kummel Félix, Prof. Dr. (UFSM)**

---

**Eng. Civil Ágatha Daflon Cicarino Canellas**

Santa Maria, RS  
2019

## AGRADECIMENTOS

A realização e conclusão deste trabalho ocorreu com o auxílio e apoio de várias pessoas. Agradeço a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a concretização deste estudo.

Assim, agradeço:

Primeiramente aos meus pais, Maria de Lourdes de Mello Oliveira e Fladimir de Oliveira que sempre me apoiaram nas mais diversas situações, sempre acreditando na minha capacidade e oferecendo todo auxílio possível e necessário para a minha formação.

À minha orientadora Denise de Souza Saad pela disponibilidade, paciência e orientação que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao meu namorado, Luis Guilherme Moura da Silva pela paciência, compreensão e pelo apoio incondicional que sempre precisei nesta caminhada.

À minha colega e parceira de curso Bárbara Chaves que sempre esteve ao meu lado nestes cinco anos, passamos por muitos momentos difíceis nesta caminhada mas nosso companheirismo sempre foi nosso porto seguro.

Aos meus amigos, que souberam entender minha ausência e que sempre me deram incentivo.

Especialmente a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por todo suporte físico e intelectual gratuito e de qualidade.

Aos empresários que dispuseram do seu tempo para participar do estudo.

Por fim, a todos àqueles que fizeram parte deste ciclo.

Obrigada.

## RESUMO

### PANORAMA DA SUSTENTABILIDADE NAS CONSTRUTURAS DA CIDADE DE SANTA MARIA - RS

AUTORA: Amanda de Mello Oliveira  
ORIENTADORA: Denise de Souza Saad

A degradação ambiental, devido a exploração desenfreada dos recursos naturais, resultou na necessidade da adoção de práticas sustentáveis pelas construtoras a fim de minimizar os impactos decorrentes de suas atividades. Considerando esse contexto, procurou-se avaliar o panorama da sustentabilidade na construção civil na cidade de Santa Maria - RS, e buscou-se analisar as estratégias sustentáveis que tem sido adotadas pelas construtoras e o conhecimento e a adoção das certificações sustentáveis presentes no mercado brasileiro. Diante disso, pesquisou-se nas construtoras da cidade a respeito de práticas sustentáveis aplicadas pelas mesmas. O presente trabalho pode servir tanto para acadêmicos quanto para as indústrias da construção civil, devido à alta competitividade e busca de inovações no mercado. Pensando nessa problemática foi realizado um estudo qualitativo de natureza exploratória, estruturado através da aplicação de um questionário em quatro construtoras de grande relevância na cidade. Os resultados encontrados demonstram que as ações sustentáveis tem gradativamente apresentado um movimento em direção ao desenvolvimento sustentável. Apesar disso, o perfil de uma construção sustentável na unidade de análise ainda está muito longe de se tornar uma realidade. Com relação a adoção de certificações ambientais pelas construtoras pesquisadas, ainda se encontram em retrocesso quando comparadas a um contexto mundial. Acreditando que o futuro depende da utilização racional dos recursos naturais, o processo da construção deve se reformular através da busca por inovações tecnológicas que visem a preservação ambiental.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Construção Sustentável, Certificações, LEED, AQUA, Selo Casa Azul Caixa, Construtoras.

## ABSTRACT

### PANORAMA OF SUSTAINABILITY IN THE BUILDINGS OF THE CITY OF SANTA MARIA - RS

AUTHOR: Amanda de Mello Oliveira

ADVISOR: Denise de Souza Saad

Environmental degradation due to unbridled exploitation of natural resources has resulted in the need for sustainable practices by construction companies to minimize the impacts of their activities. Considering this context, we sought to evaluate the sustainability pattern in civil construction in the city of Santa Maria - RS, and sought to analyze the sustainable strategies that have been adopted by construction companies and the knowledge and adoption of sustainable certifications present in the city. Brazilian market. In view of this, the city builders were asked about sustainable practices applied by them. The present work has great relevance for both academics and the construction industry, due to the high competitiveness and search for innovations in the market. Considering this problem, a qualitative exploratory study was conducted, structured through the application of a questionnaire to four major construction companies in the city. The results show that sustainable actions have gradually presented a movement towards sustainable development. Nevertheless, the profile of sustainable construction in the unit of analysis is still far from becoming a reality. Regarding the adoption of environmental certifications by the surveyed construction companies, they are still in reverse when compared to a global context. Believing that the future depends on the rational use of natural resources, the construction process must be reformulated through the search for technological innovations aimed at environmental preservation.

**Keywords:** Sustainability, Sustainable Building, Certification, LEED, AQUA, Selo Casa Azul Caixa, Builders.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Prédio com placas fotovoltaicas.....	27
Figura 2 - Comparativo das despesas com energia do Projeto Contagem.....	28
Figura 3 - Sistema de aproveitamento de agua da chuva.....	31
Figura 4 - Reutilização dos componentes de madeira.....	34
Figura 5 - Gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras.....	36
Figura 6 - Tipologias da certificação LEED.....	48
Figura 7 - Níveis de certificação. ....	49
Figura 8 - Média das reduções no Brasil.....	50
Figura 9 - Histórico Fundação Vanzolini.....	51
Figura 10 - Classificação AQUA-HQE.....	53
Figura 11 - Fases da Certificação.....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Benefícios do AQUA-HQE.....	52
Quadro 2 - Categorias e critério da certificação AQUA-HQE.....	53
Quadro 3 - Vantagens do Selo Casa Azul Caixa.....	55
Quadro 4 - Resumo categorias e critérios.....	56
Quadro 5 - Níveis de Graduação do Selo Casa Azul.....	58
Quadro 6 - Resumo da Coleta.....	60
Quadro 7 - Questão 1.....	63
Quadro 8 - Questão 2.....	66
Quadro 9 - Questão 3.....	67
Quadro 10 - Questão 4.....	68
Quadro 11 - Questão 5.....	70
Quadro 12 - Questão 6.....	72
Quadro 13 - Questão 7.....	72
Quadro 14 - Questão 8.....	73
Quadro 15 - Questão 9.....	74
Quadro 16 - Questão 10.....	75

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CDES	Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social
CEF	Caixa Econômica Federal
CFC	Clorofluorcarbonetos
CIB	Conselho Internacional da Construção
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP	Conferência das Partes
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
DOF	Documento de Origem Florestal
GBCB	Green Building Council Brasil
GEE	Gases de Efeito Estufa
HQE	Haute Qualité Environnementale
IDHEA	Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LED	Light Emitting Diode
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MDF	Medium Density Fiberboard
NBR	Normas Brasileiras
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OSB	Oriented Strand Board
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PVC	Policloreto de vinil
QAE	Qualidade Ambiental do Empreendimento
QAI	Qualidade do Ar Interno
RCC	Resíduos da Construção Civil
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SGE	Sistema de Gestão do Empreendimento
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
USGBC	United States Green Building Council



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1	OBJETIVOS.....	12
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	12
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	12
1.2	JUSTIFICATIVA.....	12
<b>2</b>	<b>CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</b> .....	14
2.1	HISTÓRICO.....	14
2.2	CONCEITOS E OS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL .....	17
2.3	IMPACTOS DO CICLO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MEIO AMBIENTE ....	20
2.4	TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS .....	22
<b>2.4.1</b>	<b>Planejamento sustentável da obra</b> .....	23
<b>2.4.2</b>	<b>Aproveitamento passivo dos recursos naturais</b> .....	24
<b>2.4.3</b>	<b>Eficiência energética</b> .....	25
<b>2.4.4</b>	<b>Gestão e economia da água</b> .....	29
<b>2.4.5</b>	<b>Gestão dos resíduos na edificação</b> .....	32
<b>2.4.6</b>	<b>Qualidade do ar e do ambiente interior</b> .....	37
<b>2.4.7</b>	<b>Conforto termo acústico</b> .....	39
<b>2.4.8</b>	<b>Uso racional de materiais</b> .....	40
<b>2.4.9</b>	<b>Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis</b> .....	43
<b>3</b>	<b>CERTIFICAÇÕES</b> .....	46
3.1	LEED.....	47
3.2	AQUA-HQE.....	50
3.3	SELO CASA AZUL CAIXA .....	55
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	59
<b>5</b>	<b>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	61
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS.....	61
5.2	DADOS COLETADOS.....	63
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	77
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	79
	<b>APÊNDICE A - MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	91
	<b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE O PANORAMA DAS AÇÕES SUSTENTÁVEIS NAS CONSTRUTORAS DA CIDADE DE SANTA MARIA-RS</b> .....	93



## 1 INTRODUÇÃO

A utilização excessiva dos recursos naturais na construção civil é uma crescente e constante preocupação da sociedade, cada vez mais busca-se por soluções sustentáveis e eficientes, aliando economia e conforto. A utilização de produtos e serviços está ultrapassando o limite dos recursos naturais, acarretando a necessidade de mudanças de hábitos e padrões de consumo (ADAMS et al., 2017). A elevada degradação ambiental gera a necessidade de uma transição para uma sociedade mais sustentável em todos os setores (YIP; BOCKEN, 2018).

Uma busca pela maior eficiência dos recursos naturais utilizados na construção civil tem sido através das alterações do padrão de construção civil tradicional para sustentável, a qual tem recebido maior atenção nos últimos tempos. Como resultado disso, uma nova série de conceitos, técnicas e avaliações sobre o uso de recursos começaram a ser utilizados e estudados pelo setor (SFAKIANAKI, 2015).

A busca pela sustentabilidade considerando seus eixos, econômico, ambiental e social tem se tornado um grande aliado de diversas construtoras (AVARELO et al., 2011). Porém, ainda existem barreiras naturais a serem observadas, em virtude da enorme quantidade de recursos consumidos que se encontram em conflito com as matérias-primas disponíveis no ambiente (CZARNECK; GEMERT, 2017). Dessa forma, o setor precisa adequar o crescimento aos princípios da sustentabilidade.

Diante desta realidade, é importante que as empresas do ramo da construção civil incorporem em suas estratégias a sustentabilidade, posto que, ajuda a torná-las diferenciadas e auxiliará na construção de um desenvolvimento socioeconômico sustentável (MELLO et al., 2017).

Veras (2013) define edificações sustentáveis como um conjunto de práticas que envolvem benefícios na qualidade de vida de seus usuários e agregam vantagem a economia da região, e também influenciam no âmbito social e cultural do lugar onde ela é construída.

Nesse conjuntura complexa, observamos uma expansão das estratégias construtivas sustentáveis com alteração do modelo de gerenciamento dos empreendimentos habitacionais no Brasil. Legislações são inseridas no setor da construção civil com a finalidade de reduzir o impacto ambiental. Destaca-se a norma ABNT NBR 15575/2013 que por sua vez através do aspecto legal busca uma conservação do ambiente aliada ao aprimoramento dos processos gerenciais responsáveis (OLIVEIRA et al., 2012). Sendo assim, conforme Quadros e Tavares (2014), projetos sustentáveis na construção representam a inovação aplicada ao mercado, pois um processo ambientalmente mais responsável gera receitas adicionais a partir de produtos melhores, permitindo ampliar o padrão do empreendimento.

Por sua vez, conforme Otobo, Santana e Costa (2016) as construtoras do país estão buscando agregar valor e elevar o nível dos seus empreendimentos através da adesão às certificações ambientais. Essas, servem como meio competitivo no mercado e um elo para emergir em uma estratégia sustentável de longo prazo.

Tendo em vista a relevância e o impacto do setor da construção civil no meio ambiente, torna-se fundamental compreender e analisar as inovações que o setor tem utilizado na cidade. A partir disso, busca-se responder a seguinte questão: Qual o panorama da cidade de Santa Maria - RS quanto as ações sustentáveis aplicadas pelas construtoras?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Verificar nas construtoras da cidade de Santa Maria - RS, através de pesquisa aplicada, as estratégias e o panorama das ações sustentáveis utilizadas.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Contextualizar o conceito de construção sustentável;
- Analisar as ações sustentáveis utilizadas pelas construtoras da cidade de Santa Maria;
- Identificar as principais certificações de sustentabilidade existentes no Brasil e pesquisar o conhecimento das construtoras da cidade de Santa Maria sobre elas.
- Comparar as técnicas sustentáveis e as estratégias adotadas na cidade.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Conforme disposto no site do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2018) na economia da sociedade contemporânea, a construção civil é de suma importância, pois agrega diversos segmentos. É uma atividade de transformação que mais consome recursos naturais e gera resíduos, desde a extração de insumos utilizados, até a execução da obra e sua utilização. Diante desse fato, possui grande potencial de redução de impactos com a adoção de práticas de conservação e uso racional do meio ambiente. Considerando que a limitação de recursos será o

principal motivador para uma mudança para um perfil sustentável, sobretudo sob o aspecto ambiental, a justificativa por estudos que contemplem a sustentabilidade torna-se significativa (LEE; NUNES; CRUZ, 2018).

A sustentabilidade é um conceito que, aplicado à construção civil, visa uma remissão dos processos arcaicos, que geram inúmeros problemas e resíduos, e ainda permanecem no setor. Caracterizada por sua enorme importância social e econômica, a construção civil é um dos setores mais relevantes quando se refere à agressão ao meio ambiente. Repensar e remodelar os métodos de construção requer trazer ao setor o uso de novas tecnologias, objetivando solucionar os maiores problemas.

A necessidade imediata de usar métodos mais efetivos nas construções da cidade traz uma nova visão tecnológica, metodológica e prática, que influenciam o surgimento de um novo mercado que busca a redução de impactos ambientais, isso tudo acontece de uma maneira lenta, embora muito necessária. Tendo em vista a perspectiva futura de escassez e crise de recursos hídricos e energéticos, reduzir impactos ambientais é de suma importância, além disso, para as construções sustentáveis, com o aproveitamento de recursos de forma mais eficiente torna-se uma excelente alternativa econômica e de marketing a partir do momento em que visa um maior impacto social e de imagem para o empreendimento. Ainda nesta perspectiva, vale salientar a importância de que as ações sustentáveis serão a garantia de um futuro melhor.

Os profissionais da área de construção civil devem se qualificar neste âmbito, visando se adaptarem a um novo mercado consumidor mais exigente, como também as construtoras que procuram atingir novos parâmetros e modernização, devem atualizar e seguir os conceitos do tripé da sustentabilidade que consistem em preocupações com os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Em meio a essas justificativas, o presente trabalho possui relevância na medida que contribui com o meio acadêmico e com a indústria da construção civil, então surge a necessidade de uma análise do panorama das estratégias sustentáveis utilizadas na cidade de Santa Maria - RS, assim como o conhecimento das construtoras sobre os processos de certificações ambientais existentes no mercado e seus benefícios.

Assim, para atingir os objetivos propostos, no capítulo 2 será apresentado a contextualização de construção sustentável e será descrito os materiais e métodos empregados. O Capítulo 3 irá apresentar as certificações mais adotadas no país, no Capítulo 4 a metodologia, no Capítulo 5 os resultados da pesquisa aplicada e no Capítulo final será apresentada a conclusão do trabalho.

## 2 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

### 2.1 HISTÓRICO

Das primeiras moradias até as mais modernas construções o homem sempre recorreu aos recursos naturais para suas atividades. Na idade das pedras necessitava do ambiente para se alimentar e se abrigar, visto como refúgio, proteção e sustento. Com o decorrer do tempo com o desenvolvimento da agricultura e técnicas construtivas que permitiram a substituição dos abrigos naturais por construídos pelo homem, houve necessidade de fixar-se em um território e nele estabelecer sua moradia (BRANCO; LOURENÇO, 2013).

À proporção que a espécie humana foi avançando, descobrindo novas tecnologias, ampliando o domínio sobre os elementos e a natureza em geral, e ainda se apropriando de todos os recursos sem ter a preocupação de cuidar do ambiente a sua volta, foram se intensificando os impactos ambientais (BRANCO, 1988).

No entanto, somente após a Revolução Industrial com a intensificação do crescimento populacional e com o avanços nos conhecimentos é que a preocupação com o meio ambiente veio à tona, pois começou uma exploração de recursos naturais em escala nunca antes vista. Essas alterações desordenadas na sociedade somadas com o desenvolvimento tecnológico provocou um grande aumento no consumo de matérias primas não renováveis, gerando um desgaste elevado no meio ambiente e degradando-o a níveis alarmantes (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

A produção e o consumo sempre foram preocupações primordiais da humanidade, no entanto, a capacidade do planeta de equiparar a exploração dos recursos naturais, e as consequências foram superestimadas, como efeito deste fato acabaram surgindo a degradação ambiental, o aumento da poluição sonora, e o crescimento desorganizado das cidades devido à existência do êxodo rural (VALENTE, 2009).

Na década de 70, ainda no auge das profundas mudanças socioculturais, começaram reflexões e debates sobre os danos causados ao meio ambiente. O livro "A Primavera Silenciosa" (1962), de Rachel Carson, marcou época pelo inovador sinal de alerta sobre a questão ambiental e a vulnerabilidade da natureza frente à ação humana. Os debates sobre a questão ambiental se tornaram verdadeiramente uma questão global e tão intensa que a ONU (Organização das Nações Unidas) promoveu uma conferência internacional em 1972, na cidade de Estocolmo (GOUVINHAS et al, 2008).

Em 1987, a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio ambiente e Desenvolvimento instituiu o Relatório Brundtland, também conhecido como relatório *Our Common Future*, onde foram apresentados estudos que estavam lado a lado o crescimento econômico, a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável (LEITE, 2011). Nos anos seguintes surgiram diversas organizações atentas às questões ambientais, com o objetivo de repensar e discutir não somente as questões energéticas das construções, e o de consumo de água, mas também a geração de resíduos.

Ainda segundo Leite (2011), em decorrência dos debates sobre o meio ambiente, outro evento relevante para debate ambiental foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida como ECO-92, a qual foi realizada no Rio de Janeiro, em junho de 1992. Também conhecida como Cúpula da Terra, reuniu mais de 100 chefes de Estado para debater formas de desenvolvimento sustentável a nível internacional, entretanto o objetivo não foi alcançado, pois os Estados Unidos dificultaram a implantação do cronograma sobre emissão de CO<sub>2</sub> e não assinaram a Convenção sobre a biodiversidade. Neste mesmo encontro, também houve a elaboração de documentos importantes que permanecem até hoje como referência para discussões ambientais: Oficiais a Carta da Terra, Declaração sobre Florestas, Convenção sobre a Diversidade Biológica, Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas e a Agenda 21.

Hofer (2009) destaca que a conferencia ECO-92 estabeleceu iniciativas e alterações que visam promover a aceitação e evolução da ideia de desenvolvimento sustentável.

A Agenda 21 é um documento formulado internacionalmente o qual constava um plano de ação com objetivo de propor práticas e técnicas de desenvolvimento sustentável para nações, estados e cidades. Representou uma aliança entre todos os povos, um instrumento importante e necessário com o planejamento participativo na construção de sociedades sustentáveis (LEITE, 2011). Cada país, com o seu governo e a sociedade civil, desenvolveu a sua Agenda 21, que consistia em um plano de ação para todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente (MOTTA; AGUILAR, 2009).

Embora existisse o consenso internacional de que medidas sérias precisariam ser tomadas não se fixou qualquer meta específica, então realizou-se em Kyoto, no Japão, em 1997 o Protocolo de Kyoto. Esse, representou o histórico ponto de redefinição dos padrões de crescimento mundial, diante da consciência do efeito estufa e do medo de sua consequência, previa que os 35 países industrializados que faziam parte do acordo, reduzissem em 5% suas

emissões de gases em relação ao nível de 1990. Assim, ao incorporar a primeira definição oficial, baseada em dados científicos, do conceito de desenvolvimento sustentável o Protocolo de Kyoto tomou uma grande dimensão (MOTTA; AGUILAR, 2009).

A Rio+10, foi um evento organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2002, dez anos após a Eco-92, com o propósito de discutir sobre as questões ambientais e avaliar o progresso dos acordos estabelecidos na Rio-92, a partir da Agenda 21. Porém, destacou-se por incluir em suas discussões os aspectos sociais e a qualidade de vida das pessoas, entre eles a erradicação da pobreza, o uso da água, o manejo dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável (LEITE, 2011).

Neste contexto, Ríos-Osório et al. (2013), colaboram afirmando que a Rio 92 reconhecia e compartilhava os compromissos, com o intuito mudar as tendências dos impactos negativos sobre os recursos do meio ambiente. No entanto, as conferências realizadas em 2002 (Rio +10) e 2012 (Rio +20) buscavam intensificar os debates e os compromissos assumidos diante da pobreza, da justiça social e do crescimento e desenvolvimento econômico e também a questão da sustentabilidade pelos setores privado e público.

Diante disso, Leite (2011) ainda afirma que com o panorama mundial voltado para a questão ambiental, decorreram inúmeras alterações, nos países foram criados órgãos, comissões e conselhos especialmente direcionados para a questão da implantação do desenvolvimento sustentável, legislações foram concebidas e regulamentadas, novos produtos foram elaborados de forma a eliminar ou minimizar o impacto ambiental e passaram a ser tratados tendo como base o seu ciclo de vida.

No caso do Brasil, em 2007 foi criado o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), cujo objetivo é implementar conceitos e práticas sustentáveis na construção civil. Esse conselho reconhecia a contribuição dos sistemas de certificações com a finalidade de mitigar e minimizar os danos ambientais estudando e avaliando os impactos da obra desde o projeto até a construção dos edifícios, sem a finalidade de certificar edificações (MOTTA; AGUILAR, 2009).

Posteriormente em 2012, ocorreu a Rio +20 quando 193 países que fazem parte da ONU se reuniram no Rio de Janeiro para reiterar a participação dos chefes de Estado diante do desenvolvimento sustentável do planeta reafirmando a ECO-92 e identificando caminhos em face aos desafios globais que se apresentam à humanidade, tendo como referência suas dimensões econômicas, ambientais e sociais. Os principais temas tratados foram o balanço do que foi feito desde a Cúpula da Terra em relação ao meio ambiente, a relevância e os processos da Economia Verde, métodos de eliminar a pobreza, além de atitudes e governança internacional para garantir

o desenvolvimento sustentável. Neste evento foi elaborado um documento chamado “O Futuro que Queremos”. Neste, a pobreza foi estabelecida como o maior obstáculo para que os países atinjam o crescimento econômico, social e ambiental (NETTO, 2012).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2015), em 2015 foi adotado o Acordo de Paris, por 195 países, na 21ª Conferência das Partes (COP21) da UNFCCC, em Paris, que tinha a finalidade de enfatizar a resposta mundial quanto aos fatores climáticos, suas mudanças e ameaças, dessa forma buscando uma maneira eficiente de lidar com os impactos que são gerados por essas mudanças. E o principal acordo foi a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), para manter a temperatura média global em níveis aceitáveis.

Conforme a ONU (2015), também em 2015 foi estabelecida uma nova agenda de desenvolvimento sustentável, que foi uma oportunidade que os países tiveram para adotar e chegar a um novo acordo global sobre a mudança climática. As ações tomadas em 2015 geraram os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que se baseiam nos oito anteriores, elaborados em 2000, Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Dentre os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável, o que prioriza a Construção sustentável é o número 11, adotado como Cidades e Comunidades Sustentáveis.

A ODS11 tem como finalidade tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, desta forma, estabelecendo metas e objetivos para os anos de 2020 e 2030, adotando estratégias específicas e reduzindo o impacto ambiental negativo. Dessa maneira, observa-se a abrangência do tema sustentabilidade para as futuras gerações.

## 2.2 CONCEITOS E PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A construção sustentável com base no Relatório Bruntland, da ONU caracteriza-se como um sistema construtivo que proporciona em seu entorno, mudanças de forma conscientes, atendendo as necessidades da edificação e do uso do homem moderno, visando priorizar o meio ambiente e seus recursos. Assim, buscando garantir qualidade de vida para as futuras gerações, reafirmando o conceito de desenvolvimento sustentável, que se descreve como “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias” (COMISSÃO SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991).

A aplicação de ações que permitam a construção civil utilizar elementos construtivos que não agridam o meio ambiente através de materiais recicláveis, economia de água, não poluição do ar e conforto para os seus usuários deve ser a base para uma construção sustentável (VALENTE, 2009).

O mesmo autor ressalta que para se obter uma construção sustentável é importante avaliar o local onde haverá construção, além do planejamento de todas as etapas de forma a reduzir a agressão ao ambiente antes, durante e após a construção.

Dentro dos conceitos da construção sustentável, no que se refere a construção de edifícios, advém o conceito *Green Building*, edifício sustentável ou construção verde. Esses termos são utilizados para denominar edificação baseada nos padrões sustentáveis (LEITE, 2011). Essa edificação é o resultado de uma concepção centrada no aumento da eficiência dos recursos naturais- água, energia e materiais-com medidas e procedimentos construtivos, com o foco ao mesmo tempo na redução dos impactos da construção, não afetando a saúde das pessoas, e o meio ambiente gerando possíveis economias (KRYGIEL; NIES, 2008).

“Um edifício com conceito *Green Building* pode apresentar uma economia de 30% no consumo de energia, 35% de redução de emissão de gás carbônico, 30% a 50% de redução de consumo de água e 50% a 90% em relação ao descarte de resíduos” (U.S. Department of Energy, 2005 apud MARTINEZ, 2009). Indubitavelmente, os recursos naturais do planeta estão limitados, fato que coopera para uma conscientização mundial que reflete em vários os setores, como empresas, governos, escolas, organizações não governamentais e na sociedade em geral. Diante disso, a reflexão de que é preciso consumir cada vez menos recursos não renováveis, e sim, reciclar produtos e materiais e reutilizar sempre que possível, esse conjunto de ações tem o objetivo de reduzir a degradação ambiental.

Faria (2011), define “construção sustentável” como um conjunto de práticas sequenciais de uma obra com início, meio e fim objetivando uma edificação de o uso consciente dos recursos naturais, que ofereça um bom conforto humano e adote técnicas que garantam a maior vida útil ao empreendimento.

Elkington (2011) salienta que o desenvolvimento sustentável fundamenta-se em entender inicialmente os conceitos de responsabilidade socioambiental ou sustentabilidade empresarial. Uma organização deve ter expectativas quanto ao desenvolvimento sustentável baseadas em três esferas inseparáveis – a econômica, a social e a ambiental. Essa definição ficou conhecida como *Tripple Bottom Line*.

Segundo *Pearson Education* do Brasil (2011), a sustentabilidade visa empregar recursos naturais de maneira a não prejudicar as gerações futuras, diminuindo impactos da ação das indústrias através da destinação correta dos efluentes e resíduos e da adoção de técnicas sustentáveis, promovendo a eco eficiência.

O mesmo autor define que na esfera econômica tem-se a preservação da lucratividade da organização e o não comprometimento do seu desenvolvimento econômico, pois podemos analisar que as taxas de juros podem persistir por vários anos e a falta de investimento em infraestrutura no ramo de energia podem levar a um custo maior no futuro. O retorno sobre os investimentos de capital de energia e água torna-se mais favoráveis a cada ano que passa e com isso acabam agregando valores aos edifícios através da economia gerada ao longo do tempo.

E por fim na dimensão social, ele justifica que abrange a questão da justiça social, buscando o desenvolvimento de um mundo mais justo, a partir das relações sociais, estabelecendo oportunidades de trabalho, saúde e segurança, mantendo a dignidade humana.

Seebode, Jeanrenaud e Bessant (2012) comentam que a inovação quando voltada para a sustentabilidade estimula as empresas a buscarem novas práticas através da adoção de conhecimentos tecnológicos, outros mercados, novas condições ambientais e regulamentações, podendo assim adotar novas abordagens no lugar de antigas práticas.

Ameer e Othman (2012) concluíram que as empresas que adotam práticas sustentáveis tem um melhor desempenho econômico quando comparadas com outras que não seguem esse padrão. Além disso, a redução de desperdícios e custos é resultado da redução do uso de recursos não sustentáveis. Nessa mesma perspectiva, Lee, Nunes e Cruz (2018) argumentam a relação positiva entre a adoção de estratégias sustentáveis e recursos racionalizados, pois no futuro com a escassez dos mesmos, a concorrência entre as organizações se tornará acirrada.

A adesão práticas de sustentabilidade na construção conforme o Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social - CDES (2009), é uma tendência crescente no mercado, onde governos, consumidores, investidores e associações incentivam a incorporação dessa atividade. Para tanto, o setor da construção precisa se engajar cada vez mais adotando soluções que sejam economicamente importantes e viáveis para o empreendimento.

O mesmo conselho ressalta que para um empreendimento ser sustentável deve atender a quatro itens essenciais como: adequação ambiental, aceitação cultural, justiça social e viabilidade econômica. Dados de uma pesquisa do SEBRAE (2011) colaboram com a necessidade do país investir em construções sustentáveis. O estudo mostra que no país 80% da população é urbana, 46% da água tratada é desperdiçada, 24% das doenças resultantes do ambiente poderiam não existir e a construção civil usufrui 50% de vários recursos naturais nas suas atividades.

Diante disso, é relevante a busca de uma sociedade mais consciente. As construções sustentáveis superam uma simples produção do ambiente, deve ter uma preocupação sustentável, tanto em termos ambientais quanto econômicos. No entanto, o difícil é equilibrar a proteção ambiental, justiça social e viabilidade econômica.

### 2.3 IMPACTOS DO CICLO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MEIO AMBIENTE

Pesquisas apontam que uma das atividades humanas que mais se destaca em prejuízo ao meio ambiente é a construção civil (MOTTA; AGUILAR, 2009). Além do mais, é a responsável pelo maior índice de emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, compreendendo todos os fabricantes, de materiais até mesmo usuários finais, como as construtoras e as empreiteiras (VALENTE, 2009). Essa atividade é geradora de poluição, esgotamento das áreas, degradação da fauna e flora, e alterações climáticas no planeta (SILVA, 2003).

Segundo Yemal et al. (2013) uma das grandes questões para as construtoras é harmonizar uma prática tão complexa a um desenvolvimento sustentável que não cause agressão ou destruição ao meio ambiente. Nesse sentido, é necessária a alteração de alguns fatores, como usar métodos de reaproveitamento de materiais e haver um descarte consciente. Essas atitudes demonstram compromisso com a sociedade e com as gerações futuras, além de somar valor ao padrão da empresa. Porém, uma barreira enfrentada que dificulta as mudanças são os aspectos culturais e a conscientização dos gestores envolvidos no processo da construção civil.

O mesmo autor salienta que com a adoção de estratégias sustentáveis como a reutilização de materiais acarreta a diminuição nas compras e aumenta os ganhos, pois resta menos resíduos, ajudando a não acumular e evitando a remoção dos materiais. Com essas práticas, existe um ganho real para empresa, todavia, o maior ganho é a diminuição do impacto ao ambiente.

De acordo com Solano (2008), em uma edificação, o projeto, execução, construção e manutenção geram um relevante consumo de fontes energéticas naturais, onde os edifícios são responsáveis por 40% do consumo de energia mundial, 16% da água potável e 25 % da madeira das florestas. De acordo com o comitê temático da água do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2010), os recursos hídricos são também largamente utilizados e desperdiçados na construção de edificações. Corroborando, Coutinho e Vieira (2014), Aktas e Ozorhon (2015) afirmam que cerca de 40% do total dos recursos globais naturais são esgotados pelo setor da construção civil.

Segundo informações do *Worldwatch Institute* (2011), o setor da construção civil em uma edificação consome 40% das pedras e areia utilizados no mundo por ano, além de ser responsável por 25% da extração de madeira anualmente. Com isso, é justificável que a sustentabilidade assuma, gradualmente, uma posição de cada vez mais importância neste cenário.

A indústria da construção civil brasileira sofre com a incompatibilização de projetos com a fase de execução, gerando prejuízo de mão de obra e de material. Muitos desses materiais posteriormente viram resíduos da construção. Conforme Meller (2017), 50% da massa de resíduos sólidos urbanos do Brasil, é constituído por resíduos da construção civil e demolição.

O tempo de construção de um edifício caracteriza uma pequena parte da vida útil do mesmo, logo construir sustentavelmente significa garantir que além das fases de planejamento e implantação, as fases de ocupação, manutenção e demolição também contribuam para gerar menos impacto ao ambiente. Degani e Cardoso (2002) dividem o ciclo de vida da edificação em cinco etapas: planejamento, implantação, uso, manutenção e demolição.

A etapa de planejamento consiste o início do ciclo de vida de um edifício. Nela são realizadas avaliações de viabilidade financeira, elaboração de projetos e suas especificações e o desenvolvimento das atividades construtivas. É nesta etapa que se determina qual o tipo de edificação, suas características, onde será construída e os impactos que serão gerados nesta região são aspectos importantes, pois será determinante para a sustentabilidade nas etapas posteriores do ciclo de vida. Também é essencial analisar se há presença de lençóis subterrâneos, a vegetação local e toda a comunidade no entorno (DEGANI; CARDOSO, 2002).

A próxima etapa é a de implantação, a qual consiste na construção da obra e desenvolvimento do projeto. Nessa fase a sustentabilidade está presente em diversos aspectos, desde a escolha do sistema construtivo que deve priorizar o menor consumo de água e energia, até os materiais utilizados. Quanto a gestão dos resíduos gerados pela obra, deve priorizar perdas durante a obra organizando a montagem do canteiro, utilização de maquinários e equipamentos (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Após a construção, acontece a fase de ocupação do edifício pelos usuários e proprietários para a realização das atividades para a qual ela foi concebida. É importante que a utilização do edifício seja feita de acordo com as propostas definidas na etapa de planejamento, caso contrário deve acontecer uma análise dos devidos cuidados para evitar deterioração do edifício e redução da sua vida útil, além dos perigos que podem ser gerados pela má utilização (DEGANI; CARDOSO, 2002).

A fase de manutenção compreende a reposição ou alteração de alguns elementos da edificação quando há necessidade, porém quando isso acontecer deve se preservar ao máximo

a estrutura original, diminuir os impactos na comunidade, evitar demolições desnecessárias e reaproveitar os materiais. Os itens a serem reparados podem ser equipamentos e sistemas ou até correção de algumas falhas de execução. Na manutenção dos sistemas hidráulicos, elétricos, de condicionamento de ar e aquecimento de água, é importante considerar o projeto devido a acessibilidade aos locais. Diante disso, essa etapa é fundamental para garantir o bom funcionamento do edifício e sua integridade (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Os mesmos autores salientam que quando uma edificação não pode mais ser utilizada de maneira segura chega o final do ciclo de vida da construção, então acontece a fase de demolição ou desmontagem. Quando o edifício é demolido, é possível fazer a reciclagem de seus elementos para evitar a geração de resíduos para descarte. Já na desmontagem, pode se fazer a reutilização de seus elementos em outros empreendimentos. Demanda também ter atenção aos sistemas que possam liberar gases inflamáveis ou CFC.

No que se refere ao ciclo de vida de um edifício, Ceotto (2008), ressalta que nas fases de concepção e planejamento se encontram as maiores possibilidades de intervenção no projeto da edificação, e ambas apresentam os menores custos. Já na fase de uso e operação os custos são maiores e as possibilidades de intervenção com foco na sustentabilidade diminuem.

## 2.4 TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS

Tecnologias sustentáveis caracterizam-se por atividades tecnológicas que atenuam o impacto no meio ambiente, através de ações como o uso eficiente da água e energia. Os procedimentos visam reduzir resíduos, poluição e degradação da natureza. Tem também por meta proteger a saúde dos ocupantes de uma construção e melhorar a produtividade dos colaboradores (FILHO, 2017).

No entanto, para construir sustentavelmente, estudos e pesquisas de vários setores da construção são necessários. Segundo o IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (2009) e conforme recomendam alguns dos principais sistemas de avaliação e certificação de obras do mundo, as diretrizes gerais para edificações sustentáveis podem ser resumidas em nove passos principais, são eles: planejamento sustentável da obra, aproveitamento passivo dos recursos naturais, eficiência energética, gestão e economia da água, gestão dos resíduos na edificação, qualidade do ar e do ambiente interior, conforto termo acústico, uso racional de materiais, uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis. Esses são os critérios que serão analisadas criteriosamente nos tópicos abaixo, pois quanto mais itens forem

implementados, maiores serão os benefícios com relação ao meio ambiente, economia e qualidade de vida para a humanidade como um todo.

#### **2.4.1 Planejamento sustentável da obra**

O processo do planejamento da obra consiste na gestão da construção, e caracteriza-se pela análise do local, do canteiro de obras, da mão de obra, aplicação do ciclo de vida da obra, diretrizes de projeto e de materiais, projeto de arquitetura, paisagismo e planejamento sustentável, logística de materiais e recursos em geral além da manutenção do empreendimento (SÁNCHEZ, 2006).

O mesmo autor afirma que ao iniciar as atividades de planejamento deve ser feita uma avaliação da localização para determinar a finalidade da edificação e os impactos sobre o meio biofísico. Além disso, deve ser feita uma pesquisa de mercado sobre a necessidade dos usuários e da comunidade ao redor ou se haverá deslocamento de populações locais. Também é preciso avaliar com precisão as conexões de transportes para minimizar os deslocamentos e a perturbação local e com isso facilitar a construção, além de contribuir para a redução da emissão de gás carbônico para a atmosfera. O clima local deve ser estudado e o que a região tem disponível, além da regulamentação e exigências de cada localidade, deve haver um estudo dos lençóis freáticos, vegetação, fauna, entre outros, assim como a população.

A posição e a orientação do empreendimento deve ser de maneira estratégica para atender ao sistema de drenagem, aos projetos de paisagismo, luminosidade e ventilação, sempre buscando manter o conforto interno do ambiente sem ruídos excessivos (CHAVES, 2014).

Em resumo, conforme Araújo (2008), a obra deve ter uma longa vida útil para que até a sua demolição, que é o final de sua vida útil, ela faça o uso eficiente de todas as matérias aplicadas e que elas demonstrem potencial para serem reutilizadas e recicladas, gerando assim como meta não ter resíduos. Além disso, a obra deve manter um sucesso econômico, pois apesar de um investimento inicial maior ela deve dar um retorno eficiente ao longo dos anos comparado com demais obras não sustentáveis. O mesmo autor ainda afirma que é somente a partir da união das técnicas ecológicas, sociais, econômicas, biológicas e humanas, somada com a real finalidade da obra, que se obtém uma construção sustentável.

### 2.4.2 Aproveitamento passivo dos recursos naturais

Segundo o Conselho Internacional da Construção (CIB), a indústria da construção é a prática humana que mais faz uso dos recursos naturais. O aproveitamento contínuo de energia ocasiona níveis elevados de impactos ambientais. Esse consumo é estimado em torno de 20 a 50% de todos os recursos utilizados pela sociedade (PIRES, 2008).

Em países onde há grande desenvolvimento econômico e constante aumento populacional o consumo recursos naturais é mais acentuado, podendo atingir 80t/hab/ano. Desse, cerca de 55% e 75% dos materiais extraídos são não comercializáveis, como resíduos de mineração, emissões de poluentes e erosão (MATTHEWS et al., 2000).

O aproveitamento da energia solar e água de chuva, utilização de ventilação e luz natural são boas práticas sustentáveis, demonstram que o planeta está se movendo para um novo padrão de produção e consumo que demandará o uso mais inteligente dos recursos naturais. Essas ações não deve ser vista somente como retorno de investimento capital, mas também como forma de contribuir para a conservação do meio ambiente e agregar valor social (LEITE, 2011).

Corroborando com essa ideia, o Instituto *Building Research Establishment* na Inglaterra, apresentou sugestões de aproveitamento dos recursos naturais através de um método de avaliação ambiental que utilizava métricas e índices de sustentabilidade com base científica (BREEAM). Consistia em uma forma de economia energética estabelecida aos construtores locais onde era analisado o uso de energia e água, saúde e bem-estar, poluição, transporte, materiais, resíduos, ecologia e processos de gestão. No ano seguinte à medição de resultados, os benefícios econômicos de energia e benefícios do programa totalizavam o equivalente a reduções de 1.4 milhões de toneladas de carbono (CASTELLANELLI, 2016).

Conforme o Instituto (2009), o objetivo desta etapa é aproveitar os recursos naturais passivos, entre eles: sol, vento, vegetação e umidade. Dessa forma, reduzirá o consumo de energia não renovável, utilizando luz solar para iluminar a edificação. Afirma Araújo (2008) que economizar recursos que são finitos, como água e energia, aproveitando-se de recursos infinitos que são os recursos naturais passivos citas acima, é um passo crucial para a busca por uma obra sustentável.

### 2.4.3 Eficiência energética

A indústria da construção civil está em patamar elevado no que se refere a poluição do meio ambiente. O fato de ter uma demanda considerável gera um empecilho na busca de uma maior eficiência energética durante e após a execução da obra (RUIZ, 2014).

Neste contexto, eficiência energética caracteriza-se pelo alcance de um serviço com baixo consumo de energia. Assim, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando possibilita iguais condições ambientais com menor consumo de energia (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Wines (2000) aponta as edificações como fortes usuárias dos recursos naturais, utilizam 16% do fornecimento mundial de água pura, 25% da colheita de madeira, e 40% de seus combustíveis fósseis e materiais manufaturados.

O mesmo autor salienta que as fontes utilizadas para obtenção de energia a nível mundial são combustíveis fósseis não renováveis, já no Brasil a maioria da energia é elétrica, e no caso de falta de água usa-se térmica. Esse tipo de fonte está se degradando e os resíduos decorrentes da conversão destes recursos em energia causa um impacto ambiental negativo alto, tendo como consequência o efeito estufa que desencadeia o aquecimento global. Diante disso, cada vez mais surgem projetos focados na redução do consumo desses recursos. A eficiência das edificações e a diminuição na utilização dos recursos naturais, materiais e energia na sua construção e operação estão cada vez mais presentes na atualidade

Um projeto sustentável, conforme Goulart (2007) deve envolver muitas variáveis, a sua construção deve ser ecologicamente correta, socialmente justo e economicamente viável. A principal característica deve ser o uso racional da energia.

O estudo do clima no pré-projeto é essencial devido ao fator de que cada localidade tem suas particularidades e exige adaptações na arquitetura para trazer conforto e eficiência energética (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

O crescimento populacional e a acelerada inversão da forma de vida rural para a urbana acentua a demanda energética. O modo de vida e as crescentes exigências dessas pessoas determina que as edificações cada vez mais busquem conforto através de sistemas e equipamentos supridos com energia proveniente de fontes não renováveis, fato que gera importante consumo dos recursos naturais (LAMBERTS et al., 2007).

Desta forma, no Brasil, o setor residencial investe em de projetos mais sustentáveis através de uma redução no consumo de eletricidade, lenha e gás, busca uma ampliação no uso de fontes renováveis de energia como alternativa às anteriores, conseqüentemente uma eficiência

energética às edificações. O país tem disponível uma grande fonte de energia limpa e pode se tornar um grande incentivador de uso de energias renováveis. Suas condições naturais são ótimas, bastante vento e luz solar com alta incidência praticamente o ano todo.

O setor residencial é responsável por 24% do consumo total de energia elétrica no país e, dentro deste setor, tem-se uma participação média de 26% do consumo total atribuído ao aquecimento de água, segundo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL (BRASIL, 2005). Dessa forma, apenas o aquecimento de água para banho em residências brasileiras é responsável por mais de 6,0% de todo o consumo nacional de energia elétrica. E segundo Araújo (2008), os sistemas de ar condicionado, no Brasil, em prédios comerciais, respondem por cerca de 35% da demanda energética.

O uso de tecnologias alternativas e uma arquitetura bem projetada para redução de consumo energético é uma busca que deve ser bem avaliada. A utilização mínima de energia com o uso de aparelhos modernos e inteligentes, assim como técnicas passivas para obtenção de luz solar e proteção térmica. Prismas de ventilação e iluminação, direcionamento das fachadas para que permitam entrar luz solar são importantes. O uso de ar condicionados e aquecedores com alta eficiência energética e uso de lâmpadas do tipo LED e os sensores de presença, são itens eficientes no controle do nível de iluminação e podem ser fontes possíveis de energia (FILHO, 2017).

Portanto, através do uso racional e consciente de energia nas habitações, busca-se o baixo no consumo dos usos finais de iluminação, equipamentos e aquecimento de água, além da incorporação de fontes renováveis de energia.

Segundo Prado et al. (2007), no cenário brasileiro uma das alternativas para diminuir o consumo de energia elétrica para aquecimento de água será utilizar o uso da energia solar, através de placas fotovoltaicas para o aquecimento de água nas residências, como apresentado na Figura 1, a seguir.

Figura 1 - Prédio com placas fotovoltaicas



Fonte: (SOLARPRIME, 2019, s.p., <<http://solarprime.com.br/blog/energia-solar-em-apartamento/>>).

O país apresenta grande potencial de utilização, além de ser uma fonte energética renovável, limpa, ilimitada e disponível em todo território nacional. No entanto, o investimento inicial um pouco alto em equipamentos e instalações, fato que dificulta implantação quando comparado com os sistemas convencionais. Porém, gasto com manutenção é pequeno, acontece apenas o custo da energia elétrica da habitação utilizada no aquecimento de água nos dias de pouco sol.

A expansão do mercado mundial de aquecedores solares teve um crescimento relevante durante a década de 90, em consequência houve um aumento considerável de aplicações, da qualidade e modelos existentes (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA, 2011). O crescimento também se deve à implantação do PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO (2011).

Como observado na Figura 2 a seguir, segundo uma pesquisa realizada em um projeto de contagem feito pela Eletrobrás e pelo Laboratório *Green Solar* da PUC/MG demonstrou que o uso de sistemas de aquecimento solar de água em habitações traz uma economia eficiente, demonstrando uma diminuição de 44% no gasto energético quando comparado a uma residência sem esse sistema, gerando em decorrência disso uma economia de 61% na conta de energia (CEF, 2010).

Figura 2 - Comparativo das despesas com energia do Projeto Contagem



Fonte: (CEF- Boas Práticas para habitação sustentável, 2010, p.107) .

Neste contexto, existe cada vez mais a necessidade de estímulo ao uso de energias renováveis adicionais à atual geração hidrelétrica. Procura-se, dessa forma, buscar níveis de abastecimento de energia elétrica aliada ao crescimento populacional e propagação dos serviços de energia, ao crescimento econômico e à geração de novos postos de trabalho, com menos impacto ambiental possível. A energia solar térmica tem-se mostrado não apenas como solução técnica e economicamente viável para os problemas de redução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro como também age sob a forma de mecanismo de desenvolvimento limpo para o país.

No país a normatização dos sistemas de aquecimento de água utilizando energia solar acontece de acordo com a ABNT (1988a; 1988b, 1992), é baseado em três normas técnicas: NBR 10184 Coletores Solares planos líquidos – Determinação do rendimento térmico; NBR 10185 Reservatórios térmicos para líquidos destinados a sistemas de energia solar – Determinação do desempenho térmico e; NBR 12269 Execução de instalações de sistemas de energia solar que utilizem coletores solares planos para aquecimento de água. As duas primeiras normas acima mencionadas se relaciona aos materiais utilizados no sistema de aquecimento de água, já a última se refere à instalação dos componentes.

Sendo assim, a utilização de energia solar para aquecimento de água é uma ótima opção para abastecimento de água quente para beneficiar a vida humana sem acentuar as condições das gerações futuras com agravamento dos problemas ambientais intensos como o efeito estufa. Em resumo, Araújo (2008) afirma que é fundamental reduzir as demandas de energia que a edificação necessita, utilizando sempre que possível energias renováveis.

#### **2.4.4 Gestão e economia da água**

A água é o insumo mais utilizado nas obras da construção civil, às vezes como componente e outras como ferramenta na fabricação de materiais. O acentuado uso é devido as suas duas relevantes funções, seja a de dissolução e a do transporte de vários tipos de materiais. (FACHIM; SILVA, 2011). Suas características fazem dela um recurso hídrico básico e nobre, que influencia diretamente na qualidade e segurança da obra. Serve como componente no concreto e argamassas, na compactação dos aterros e como ferramenta nos trabalhos de limpeza, resfriamento e cura do concreto.

Oliveira et al. (2007), destaca que a água é item básico no crescimento socioeconômico dos países e basicamente o seu consumo é o principal a ser considerado no desenvolvimento sustentável. Seu uso na indústria da construção vai da extração, produção e manufatura, bem como no processo de construção da edificação. Sendo esse setor responsável por significativa parcela do impacto sobre o meio ambiente.

A oferta de água potável se constitui, atualmente, no fator limitante para construção civil em várias áreas do mundo. A influência do clima no aquecimento global fará com que haja alterações de padrões na sua utilização, será necessária a preservação das fontes, pois quando acontece comprometimento da fonte devido à contaminação, o processo de recuperação é muito demorado e, por vezes, é impossível. Diante desses fatos, gerenciamentos mais rigorosos de desperdício, técnicas de conservação de água como reciclagem de água, reaproveitamento de água de chuva são essenciais no futuro (KIBERT, 2008). Nessa conjuntura de conscientização, a Organização Pan-americana de saúde nos indica que:

“Todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura”. “Segura”, neste contexto, refere-se a uma oferta de água que não represente um risco significativo à saúde, que tenha quantidade suficiente para atender a todas as necessidades domésticas, que seja disponível continuamente e que tenha um custo acessível” (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2009, p. 1).

Os processos relacionados ao uso inadequado da água somado a à má qualidade de materiais e de componentes acabam resultando em grandes volumes de consumo e de insumos necessários para o tratamento de água e de esgoto ocasionando além da degradação ambiental para a produção desses, perdas de água nos sistemas prediais (OLIVEIRA et al., 2007).

O mesmo autor salienta que construções nas proximidades de recursos hídricos e a redução da área de permeabilidade do solo causam impactos ambientais e pode gerar risco à população desses empreendimentos em função da maior exposição às enchentes, causando danos materiais e humanos.

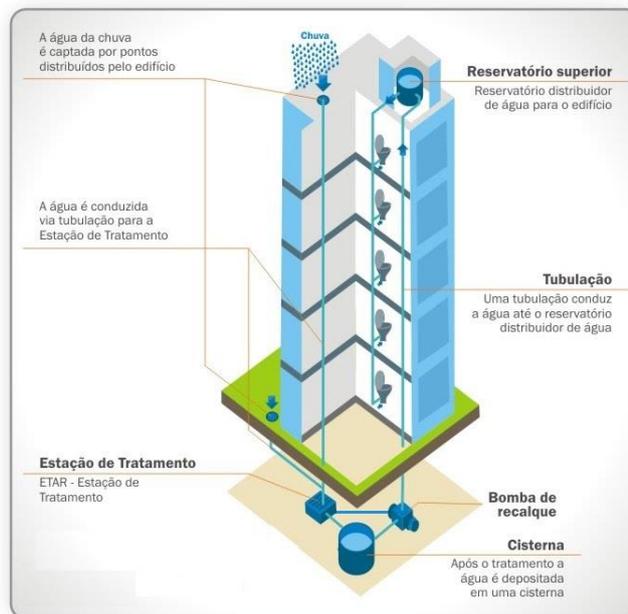
A utilização de formas alternativas de uso da água em construções surge como uma opção importante para economia de recursos hídricos, podendo ser uma ação positiva para a preservação ambiental, pois onde a operação do sistema seja permanente evita a contaminação do ambiente e preserva a saúde dos usuários, além de evitar a utilização das fontes convencionais de suprimento (mananciais subterrâneos ou superficiais). Nos sistemas de habitações de interesses sociais as mais utilizadas são: água subterrânea, água pluvial e água cinza (FIESP, 2005). Ações deste tipo influenciam potencialmente na imagem de uma construção, pois mostra uma consciência ambiental do setor com relação a responsabilidade social e com o ambiente.

Segundo Campos (2004), Reis (2005) e Paula (2005) destacam-se os seguintes sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reuso da água:

Nas construções o processo de aproveitamento da água pluvial caracteriza-se pela captação, armazenamento e posterior utilização da água precipitada sobre telhados, lajes e pisos da edificação. Porém, o seu uso se restringe para lugares onde não é utilizada a água potável.

Segundo Simioni et al. (2004), a água da chuva deve ser captada, filtrada e armazenada. A captação é feita por de calhas instaladas no telhado, que deslocam a água coletada até um tanque ou cisterna. Depois, uma bomba encaminha a água para os locais desejados. A exemplificação desse sistema pode ser observada na Figura 3. Essa água não é própria para beber, tomar banho ou cozinhar, mas ela pode ser utilizada em jardins, vasos sanitários, máquinas de lavar, entre outros.

Figura 3 - Sistema de aproveitamento de água da chuva.



Fonte: (SOLUÇÕES INDUSTRIAIS, 2019, s.p., <<https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/movimentacao-e-armazenagem/luxtel/produtos/movimentacao-e-armazenagem/reservatorio-de-agua-tratada>>).

Uma outra maneira de economia de água que pode ser adotada pelos usuários da edificação para reduzir o consumo é tratar águas cinzas, isto é, utilizar água residual, ou seja, não industrial, geradas a partir de processos domésticos como lavar roupa, tomar banho, máquinas de lavar e tanques através de um processo onde acontece o armazenamento e filtragem. Depois disso, pode ser redirecionada para torneiras de jardins, vasos sanitários, máquinas de lavar, entre outros. Esse processo deve sempre respeitar diretrizes de que a água reutilizada não se misture com a água tratada (MACINTYRE, 2012). Por sua vez, os efluentes de bacias sanitárias, lavaloças e pias de cozinha são considerados inadequados ao reuso e são denominados de águas negras.

Dentre as fontes alternativas de água citadas, a reutilização de águas cinzas tratadas em edificações se destaca pela disponibilidade e baixa concentração de poluentes, diferentemente da água de chuva, reduzindo o consumo residencial de água potável, reduzindo também o volume de contaminantes do solo e dos corpos hídricos. Em alguns casos, a prática do reuso apresenta-se como uma opção mais viável, no âmbito econômicos, do que a utilização de águas pluviais (ALVES et al., 2009).

Segundo os autores, quando o objetivo é a sustentabilidade, o sistema de drenagem pluvial da edificação deve ser viável e pertinente ao local sendo preciso haver uma análise das

características físicas e estruturais do solo, intensidade pluviométrica e nível do lençol freático; assim como a verificação de gastos para execução e manutenção.

Um planejamento da construção que vise economia depende da construtora e dos usuários, através de estratégias de redução de uso de água potável, como recorrer a água de reuso, instalação aparelhos sanitários eficientes com descargas com acionamento duplo. Um controle através de diversos relógios marcadores de consumo como para o abastecimento de piscina, torneiras de jardim, garagem e um individual para cada unidade habitacional ou sala comercial se for o caso.

Segundo Oliveira et al. (2007) outros métodos para controle de utilização da água são equipamentos hidráulicos e componentes economizadores, tais como restritores de vazão, bacias sanitárias de volume reduzido, arejadores, entre outros.

O restritores de vazão tem a função de diminuir o consumo de água. Sua instalação é feita em torneiras e chuveiros gerando benefícios como um menor volume de esgoto a ser coletado e tratado, conservando a qualidade das águas superficiais, além da redução de insumos do tratamento, tais como energia, sulfato de alumínio, cal, cloro, flúor e outros (CEF, 2010).

Outro dispositivo que pode auxiliar quando o assunto é sustentabilidade são as bacias sanitárias que proporcionam a redução do consumo de água, já que são elas e os chuveiros que normalmente exigem um maior consumo. Dessa forma, a redução do volume de descarga contribui para uma diminuição de esgotos a serem gerados (CEF, 2010).

Os arejadores tem como princípio uma melhor dispersão do jato em torneiras, causando assim uma redução do consumo de água (CEF, 2010).

Em síntese, aproveitar os recursos naturais, como a água da chuva, economizar a água, além de recicla-la na própria edificação torna-se fundamental para a economia de recursos finitos (ARAÚJO, 2008).

#### **2.4.5 Gestão dos resíduos na edificação**

A construção civil se ressalta no consumo de recursos naturais e na degradação ambiental através da geração de resíduos. A produção de resíduos acontece em grande escala, e precisam ser gerenciados (CABRAL, 2009). Esses caracterizam-se como inertes pelo fato de apresentarem pouco risco, mas o seu volume expressivo e o seu descarte ilegal em locais inadequados é altamente preocupante, pois pode atrair a disposição de outros produtos que poderiam ser reutilizados ou reciclados, além de atraírem a presença de animais roedores e insetos

que poderão proliferar doenças, causarem enchentes e poluição visual (NUNES; MAHLER, s.d.).

Conforme Brasileiro (2013), o amplo e complexo processo industrial da construção civil é responsável por 20 a 30% dos resíduos gerados na economia nos países desenvolvidos, enquanto no Brasil essa quantificação é dificultada, pois muitas fontes geradoras deles são informais e não há dados estatísticos disponíveis.

Através de pequenas adaptações, o resíduo poderá ter uma utilidade totalmente diferente daquela a qual foi inicialmente prevista. Para tanto, esse procedimento implica na separação e triagem em obra dos materiais com potencial de reutilização e reciclagem, assim como o uso de técnicas adequadas para sua remoção em obra (SILVA, 2008).

Diante disso, caracteriza-se entulho na construção civil por restos e fragmentos de materiais, provenientes do desperdício na construção, reforma e demolição de estruturas como prédios, casas e pontes. Ele possui aspecto bem diferenciado devido a sua produção vir de diferentes técnicas e métodos que interferem na quantidade, composição e características desse resíduo, e cujo controle da qualidade da atividade produtiva é recente (LIMA, 2005; SILVA, 2007). Dessa forma, a caracterização deste resíduo depende dos parâmetros específicos da região geradora do entulho.

Quanto a geração do entulho de construção destaca-se três fases da obras: construção, demolição, e reforma (PORTO; SILVA, 2010). Na primeira etapa é encontrado principalmente materiais ainda novos, nunca utilizados em qualquer fase da construção e são gerados pelo desperdício inicial da obra. Já em demolição e reforma os materiais encontrados já estão na sua forma final desnecessários para aquele empreendimento (LIMA, 2005).

A atividade geradora do entulho sólido indicará seus aspectos físicos, que podem variar em tamanho, formato, dimensão e geometria. Esses resíduos podem ser pedaços de madeiras, argamassas, concretos, metais, plásticos, etc. (ZORDAN, 1997). Quanto aos seus componentes químicos, dependem da característica e composição de cada um dos seus constituintes assim como o volume deles varia conforme o porte e o tipo da obra. As demolições geram um maior volume, enquanto que as reformas o volume é bem menor (OLIVEIRA et al., 2007).

A construção civil ao longo dos anos tem avançado na diminuição das perdas de materiais, por meio de programas de redução de perdas e implantação de sistemas de gestão da qualidade. O aproveitamento de RCC (Resíduos da Construção Civil) deve ser uma das práticas adotadas na construção de edificações, visando um processo sustentável ao longo dos anos, proporcionando economia de recursos naturais e minimizado o impacto ao meio ambiente (SANTOS, 2008).

A reutilização de resíduos traz inúmeros benefícios, entre eles, ambientais, econômicos e sociais, tornando-se um princípio básico quando o assunto são os resíduos da construção civil.

**Ambientais:** sem dúvida os maiores benefícios da reutilização são sobre o nosso ambiente. A prática evita o consumo de matéria prima e diminui o volume de resíduos depositados em aterros, preservando, assim, espaços cada vez mais valiosos. A redução da procura de materiais e elementos novos tem como consequência a sua redução na fase de produção, que naturalmente se traduz no menor consumo de energia de água e na redução da extração de matéria-prima. Resumidamente, a diminuição da exploração de matéria-prima e o aproveitamento de materiais implicam em uma menor poluição (CHINI; BRUENING, 2003).

**Econômico-sociais:** deixando de lado os substanciais benefícios ecológicos, a reutilização é uma alternativa econômica, pois permite reduzir os custos de gestão de resíduos e de deposição através de técnicas de separação e triagem em obra. O aproveitamento seletivo de materiais num edifício, em detrimento da sua demolição, fica cerca de 30% mais barato. Além disso, propicia o aparecimento de novas empresas e mão-de-obra especializada. O reaproveitamento dos materiais estimula a economia através do surgimento de um mercado de materiais usados (CHINI; BRUENING, 2003).

Um exemplo é o uso de lajes nervuradas com formas plásticas reaproveitáveis ao invés de lajes convencionais com formas de madeira, fazendo assim a economia do uso de madeira. A madeira é um dos materiais mais nobres e versáteis utilizados na construção civil. Pode ser utilizada de diversas maneiras nas construções, seja em formas, portas, janelas, vigas ou em estruturas de telhado. Esse material tem grande potencial de reutilização, pois após serem limpos e tratados ficam praticamente novos e funcionais, como mostra a Figura 4 (SILVA, 2008).

Figura 4 - Reutilização dos componentes de madeira.



A separação dos resíduos de uma obra quando é feita na fonte geradora beneficia a reciclagem, pois gera produtos homogêneos e de características adequadas. Portanto, a estratégia de separação e redução de resíduos deve acontecer no local do empreendimento, pois favorece o seu reaproveitamento, uma reciclagem posterior de melhor qualidade e reduz os impactos ambientais. Além disso, alguns cuidados básicos no canteiro da obra também podem contribuir diretamente com a minimização dos resíduos, sem alterar o processo produtivo (GREENWOOD, 2004; SOUZA et al., 2004).

Outro exemplo de geração de resíduo que pode ser citado é a produção do cobre, já que 1g de cobre exige a geração de 99g de resíduos de mineração (GARDNER, 1998), e essa proporção aumenta conforme as fontes geradoras forem se esgotando pois exige então o consumo em áreas com menor teor de minério. Corroborando, Matthews et al. (2000) afirma que os resíduos produzidos são em massa de duas a cinco vezes superiores que os produtos consumidos (JOHN, 2000). Sendo que os materiais extraídos da natureza normalmente já retornam como resíduos no período de um ano (MATTHEWS et al., 2000).

Desse modo, torna-se relevante o estabelecimento de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) para ajudar na manutenção e a diminuição de níveis percentuais de geração de RCC. Esse plano, desde 2005 se tornou obrigatório para as construtoras devido à resolução CONAMA nº 307. Seu objetivo consiste no gerenciamento dos resíduos desde a implantação do canteiro de obras, até o final do processo construtivo, além de ser essencial objeto de diminuição do desperdício de materiais (BRASIL, 2002).

A Resolução CONAMA 307/2002 no seu Art. 3º classifica os RCC, conforme categorias diferentes. Nessa separação as classes A e B são ditas como recicláveis, a C não recicláveis e D perigosos. Em 2004, houve outra alteração na resolução, a qual o amianto foi classificado na categoria D. Depois o gesso, que em 2011 foi realocado para a classe de resíduos recicláveis. Classificação:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis. Exemplo: derivados de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; ou de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; ou ainda da fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações. Exemplo: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.

III - Classe C - são os resíduos que não permitem a sua reciclagem ou recuperação

IV - Classe D: são resíduos perigosos. Exemplo: tintas, solventes, óleos, resíduos contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos prejudiciais à saúde

Segundo Cardoso et al. (2007) é de suma importância o controle do volume de resíduos oriundos do canteiros de obra. Como apresentado na Figura 5 a seguir, o correto gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras pode gerar inúmeros benefícios já citados, eles são de suma importância pois representam cerca de 50% da quantidade total dos resíduos sólidos produzidos na construção e o impacto gerado pelo seu descarte inadequado gera grande impacto ao meio ambiente. Por isso, são tratados de maneira considerável pela Resolução Federal de nº 307/2002 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002), que descreve sobre o seu gerenciamento, no que diz respeito ao manejo e da destinação dos mesmos, incluindo dos perigosos.

Figura 5 - Gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras



Fonte: (CEF-Boas Práticas para uma habitação sustentável, 2010, p.143).

Cardoso et al. (2007), afirma que a manipulação e descarte incorreto de resíduos perigosos podem trazer consequências prejudiciais ao trabalhador, a vizinhança, a flora, a fauna, ao solo, águas subterrâneas ou águas superficiais devido a toxicidade dos produtos. A destinação incorreta e a queima de resíduos nos canteiros é ilegal e motiva a degradação e a poluição além de que pode gerar subprodutos perigosos. No entanto, a produção de resíduos perigosos na construção civil, não tem como ser totalmente evitada, mas pode ser diminuída e controlada. Corroborando, na AGENDA 21 (2011) ficou estabelecido que o gerenciamento correto dos

resíduos perigosos é de extrema importância para a saúde do homem, a proteção do meio ambiente, o manejo dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável.

Buscando uma melhoria na Resolução CONAMA 307/2002 aconteceu a publicação da resolução CONAMA 448/2012, que houve a classificação do resíduo conforme o tipo de obra: construções, reformas, reparos e demolições, incluídos os resultantes de escavações. Nessa resolução, houve modificações de conceitos, prazos, e estabeleceu planos municipais de resíduos (CÓRDOBA, 2014).

Como mencionado anteriormente, a reciclagem é muito viável em um processo construtivo e os equipamentos utilizados nesse processo envolve a pá-carregadeira, alimentador vibratório, britador, eletroímã para separação das ferragens, peneiras, mecanismos transportadores e eventualmente sistemas para eliminação de contaminantes. Essa atividade deve ser executada com a mínima geração de ruídos e materiais particulados, também deve-se dispor de uma área para armazenamento do que for produzidos (SILVA, 2007).

Sabe-se que a geração de resíduos em obras é inevitável, no entanto, é necessária a conscientização de todos os trabalhadores da obra para que as consequências dessa ação seja minimizada.

#### **2.4.6 Qualidade do ar e do ambiente interior**

Schirmer et al. (2011) define ar interno aquele presente em habitações, escritórios, escolas e hospitais e segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), esses ambientes têm ar de má qualidade. Esse fato decorre da má higienização dos aparelhos de ar condicionado e pela pouca fiscalização sobre possíveis fontes de contaminação (LIMA, 2003).

A gestão da qualidade do ar em ambientes interiores é de suma importância, pois a maioria das pessoas permanece grande parte do seu tempo dentro de edificações e ficam em contato com poluentes desse ambiente. (BRICKUS; NETO, 1999; LEE; AWBI, 2004; TURIEL et al., 1983). Percebe-se que acontece queda das taxas das trocas gasosas nesses locais e com isso, acumula e acentua a quantidade de poluentes biológicos e não biológicos no ar interno (GIODA, 2003).

Gioda (2003) enfatiza que a Qualidade do Ar Interno (QAI) começou a ser uma questão de questionamento quando a estética dos edifícios começou a priorizar o controle da poluição sonora e a climatização, pois exigia edificações seladas. Esses fatos, acabaram potencializando o problema de qualidade do ar de tais locais.

Considerando a parte interna das edificações conforme Carmo e Prado (1999), muitos agentes podem ser considerados poluentes: materiais de construção e limpeza, o monóxido e dióxido de carbono, amônia, óxido de enxofre e nitrogênio. Outros potenciais causadores da má qualidade do ar são o tabagismo, a presença de fungos, bactérias e vírus em ambientes pouco ventilados.

Dessa forma, assegurar uma boa qualidade do ar interno, é garantir bem estar, saúde e qualidade de vida aos ocupantes do local e também proporcionar condições para desempenharem suas atividades.

No Brasil existe apenas uma norma estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003 que se refere a ambientes internos. Seu surgimento se deu da revisão e atualização da Resolução nº 176, de 24 de outubro de 2000. Essa legislação refere-se à medidas específicas da qualidade do ar interior em locais climatizados artificialmente de uso público e coletivo, normatizando assim o padrão de CO<sub>2</sub>, temperatura, umidade relativa do ar, bioaerossóis e aerodispersóides, em ambientes não industriais (BRASIL, 2003).

Segundo IDHEA (2009) é necessário prever ainda no projeto as aberturas e a ventilação do ambiente de forma a permitir troca e renovação de ar constantes e eliminação de poluentes. Jones (1998) corrobora definindo que a ventilação é o principal instrumento de controle e influência na qualidade do ar interno dos ambientes.

Carmo e Prado (1999) caracterizam a ventilação como um conjunto que envolve o fluxo saída do ar interno e de entrada do ar externo por todo edifício, além do condicionamento e do tipo de exaustão do local. Logo, para assegurar uma boa ventilação e se ter um edifício eficiente é necessário o uso de tipos adequados ventilação, de sistemas de automação predial e principalmente a manutenção contínua dessas instalações para assegurar a qualidade do ar.

Outro aspecto que influencia na qualidade do ar interno é a presença de substâncias químicas chamadas compostos orgânicos voláteis (COV) encontrados em maior escala em ambientes internos dos edifícios novos, porém essa taxa tende a diminuir com o decorrer do tempo. Dentre os COVs destacam-se o benzeno, tolueno, etilbenzeno, xileno, formaldeído e acetaldeído, que são substâncias consideradas nocivas. (WHO, 1989; WOLKOFF; NIELSEN, 2001).

A Organização Mundial da Saúde (2012) salienta que aproximadamente 7 milhões de pessoas morrem no mundo devido à poluição do ar em ambientes externos e internos. A estimativa é que a poluição do ar no domicílio está associada a 4,3 milhões de mortes. Nesse contexto, é relevante a preocupação e adoção de medidas sustentáveis para proteção da saúde dos moradores e circulantes das edificações.

### 2.4.7 Conforto termo acústico

Conforto consiste em fazer um mínimo de esforço fisiológico aos fatores externos como luz, calor e o vento para a execução de determinada tarefa (VIANNA; RAMOS, 2005). Um ambiente confortável deve fornecer aos usuários a sensação de bem estar, conforto térmico e acústico. Para isso é necessário antes do projeto a elaboração de estratégias que contemplem tal conforto, pois assim gastos posteriores podem ser evitados.

Os materiais usados nas edificações para construção das paredes, cobertura, e os revestimentos devem estar de acordo com as variações climáticas do local observando cada zona bioclimática e a regulamentação deve estar de acordo com normas de desempenho térmico da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) são a NBR 15220 e a NBR 15575 (CEF, 2010).

Essas normas estabelecem que o desempenho térmico das paredes e coberturas se relaciona às cores usadas, relacionando a propriedade de absorção do material constituinte na estrutura, ou seja, consiste no comportamento da parede em relação à transmissão de calor para o interior do ambiente influenciada pelos componentes térmicos do material (condutividade térmica, a resistência térmica, a espessura, o calor específico e a densidade) que ela é constituída (CEF, 2010).

Segundo Caixa Econômica Federal (2010), o desempenho térmico da cobertura deve ser muito bem projetado, pois é responsável pelo maior índice térmico da edificação devido ao fato de ter um constante e maior contato com os raios solares. Várias características devem ser estudadas nessa projeção: material, tipo de acabamento, variação de cor e cobertura, tipo de superfície (planas ou inclinadas), telhado verde, em abóbadas, utilização de forro com câmaras de ar, ventiladas ou não, com aplicação de isolantes de calor e tipos de telhas.

Quanto as vedações das edificações, devem oferecer boas condições de conforto térmico, para isso deve seguir as normas gerais do empreendimento e da zona bioclimática. Deve ser observado a posição das aberturas, tipo de vidro para ventilação e entrada de energia solar, assim como a radiação absorvida através das vedações externas da construção (CEF, 2010).

Outro aspecto essencial a ser observado no pré-projeto no que se refere ao âmbito termo acústico são os ventos, a posição do sol e à interferência de elementos físicos do entorno, construídos ou naturais, pois são relevantes para proporcionar um menor consumo energético, diminuir ou anular o uso de sistemas de climatização, além de favorecer maior conforto ao usuário (CEF, 2010).

Algumas técnicas podem ser adotadas também para maior conforto dos moradores de uma edificação: calefação, desumidificação ou umidificação, refrigeração ou aquecimento artificial, sombreamento e resfriamento evaporativo. Esse último, pode ser obtido através de vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água (CEF, 2010).

Para promoção do conforto acústico de uma edificação deve ser analisado diversas fontes de ruído, internas ou externas à mesma. Segundo Bistafa (2006) o ruído caracteriza-se por como um som desarmônico e desconfortável ao ouvido, pode ser produzido por tráfego, arquitetura, materiais, mobiliários e os causados por conversas e passos dos usuários, máquinas, equipamentos, entre outros. Certos ruídos podem ser tão excessivos a curto, médio e longo prazo que podem gerar danos à saúde e causar transtornos dentro das edificações, afetando a qualidade de vida das pessoas.

O isolamento sonoro ou isolamento acústico consiste na técnica utilizada para não deixar passar o som ou ruído de um ambiente para outro. Ele ocorre quando se consegue uma redução significativa nessa passagem. Para isso, a construção civil dispõe materiais isolantes como os blocos cerâmicos, de concreto e o próprio concreto armado. Porém, nem sempre são eficazes quando há necessidade de uma atenuação maior. Diante disso, pode ser usada a lã de vidro, lã de rocha, espuma acústica, fibra mineral, etc, como suplementação e aliados ao processo de *dry-wall* ou o gesso acartonado (CEF, 2010).

Izar (2006) salienta que a lã de vidro possui um excelente coeficiente de absorção sonora devido a sua porosidade que facilita a absorção da onda sonora, além de ser leve e de fácil manuseio, não propaga fogo, tem durabilidade, e não favorece a criação de micro-organismos e roedores, suas qualidades não são afetadas com a maresia. Todos esses fatores cooperam para esse isolante ser mundialmente usada como um dos melhores isolantes térmicos.

Conforme Salvador (2001) a lã de rocha é outro isolante acústico e térmico com pH neutro, não atrai fungos e bactérias não corrosivo e imputrescível e não gera danos à saúde. Porém, o a sua manipulação e aplicação requer vestuário e luvas adequadas, pois é formada por fibras de basalto aglomerado com resina sintética.

#### **2.4.8 Uso racional de materiais**

Araújo (2008) destaca que para a promoção de um estilo de vida sustentável e a conscientização ambiental é fundamental o uso de materiais que não comprometam o meio ambiente e a saúde dos ocupantes. Assim como Souza (2007) salienta que para uma seleção de materiais

com base na sustentabilidade é essencial componentes que priorizem benefício social dentro de uma viabilidade econômica para as empresas.

Para Medina (2005) os materiais sustentáveis ou eco materiais são aqueles cujo seu processamento e sua composição não causem danos ao ambiente. Nessa análise deve ser considerada todas as etapas de vida de um produto desde sua extração até o seu descarte ou reciclagem. Entretanto, Ljungberg (2005) afirma que não é possível se ter um produto totalmente sustentável, pois a sua sustentabilidade está diretamente relacionada à situação em que se insere, mas a escolha correta é fundamental. O impacto não pode ser nulo, mas pode ser amenizado através de materiais similares que sejam mais ou menos sustentáveis quando comparados entre si. Um exemplo é a madeira usada nas construções, elas possuem várias vantagens no aspecto construtivo, porém o seu benefício ambiental é questionável quando sua procedência é de desmatamento ou sua extração é distante do local de uso e principalmente quando é tratada com substâncias químicas tóxicas à saúde humana.

Uma opção por materiais e produtos que não agridam o ambiente deve seguir processos criteriosos como análise da procedência da matéria-prima incluindo sua extração e um processamento que deve acontecer com menor gasto energético e emissão de poluentes possíveis. Quando existe essa preocupação e adoção dessas estratégias sustentáveis voltadas para biocompatibilidade, durabilidade e qualidade conseqüentemente haverá uma elevação do padrão da obra, além de trazer benefícios aos habitantes e a própria vizinhança (ARAÚJO, 2008).

Cortez-Barbosa (2001), Petersen e Solberg (2002), Zenid (2009) apontam o uso da madeira como uma proposta sustentável para a indústria da construção civil. É um recurso renovável e viável devido as suas variadas propriedades e aplicabilidades frente a outros materiais, destacam o pouco gasto energético para o seu processamento quando são retiradas de florestas plantadas ou quando acontece reflorestamento elas retém pouco CO<sub>2</sub>, apresenta grande potencial para reciclagem e renovação.

O mesmo autor salienta a relevância de não usar ou diminuir a utilização de materiais como o alumínio e o PVC (Policloreto de vinil), pois eles geram grandes impactos ambientais em sua produção, descarte e degradação. Na falta de opção de materiais eco eficientes, outros produtos podem ser usados no interior de um edifício como materiais compensados ou de madeira recomposta, como o OSB (*Oriented Strand Board*) e MDF (*Medium Density Fiberboard*).

Savastano (2000) aponta as fibras vegetais como outra alternativa de material sustentável. A fibra de celulose é um exemplo, pois podem ser usadas em materiais compósitos para telhas. Essa escolha pode substituir a utilização de fibras minerais e sintéticas, evitando recursos virgens, e também tornando viável a reciclagem de seus resíduos.

Segundo Roscoe (2008) outra estratégia sustentável de escolha de materiais são os revestimentos cerâmicos. São acabamentos recomendados às edificações pois promovem proteção contra intempéries devido à impermeabilidade, proporcionam isolamento do ambiente interno gerando conforto aos usuários, facilitam a limpeza, evitam o uso de tintas, além de apresentarem boa estética, desse modo, elevando o padrão do empreendimento.

Também John et al. (2007) ressalva que o reuso de materiais gera vantagens como a diminuição da aplicação de recursos virgens, pois reduz a sua extração assim como a quantidade de resíduos resultantes. Outro aspecto relevante é que depois de reutilizados na construção, eles permanecerão inertes por um grande tempo.

A aplicação de resíduos como matérias-primas diminui potencialmente o impacto relacionado à extração e fabricação. Esse uso pode ser visto em metais reciclados e cimentos com cinzas volantes e escórias de alto-forno (CEF, 2010).

Segundo Chaves (2014) utilizar Materiais Verdes, aqueles provenientes do reaproveitamento de materiais que de outra forma se perderiam, é um processo viável. Eles podem ser usados em paredes, pisos, telhados e até para acabamentos. Apresentam a vantagens ecológicas e econômicas, pois podem reduzir o uso de argamassa e estruturas metálicas e geram um melhor isolamento térmico e acústico, por isso há uma crescente procura pela indústria da construção. CRIA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL (2011) corrobora que a aplicação de material verde gera um gasto em torno de 5% maior do que um edifício convencional, entretanto, sua utilização pode representar uma economia de 30% de recursos, durante o uso e ocupação do imóvel.

Segundo Sperb (2000) o sistema de transporte empregado no movimentação de materiais está intimamente ligado a vários impactos ambientais, pois provocam alterações na qualidade do ar através da emissão de poluentes, transformam paisagem, modificam a biodiversidade local, promovem poluição sonora e aumento na utilização de energia.

Gibberd (2004) corrobora afirmando que além dos benefícios citados acima, ainda promove positivamente no aspecto social, pois estabelece aproximação entre as pessoas e o meio ambiente circundante, além de que influências positivas e negativas no meio ambiente serão mais evidentes e facilmente observadas pela população local. Esse fato ocorre principalmente, em países em desenvolvimento onde há muitos casos onde estão presentes de empresas informais, onde a organização questionável decorrendo assim um provável descuido com questões ambientais (JOHN et al., 2007).

Segundo a Caixa Econômica Federal (2010) quando um material desrespeita aos padrões de qualidade traz prejuízos aos usuários e empresas, pois há grande probabilidade de apresentar problemas de funcionamento e causar danos ao ambiente pelo fato de que produtos

inadequados precisam ser consertados e substituídos, o que implica impacto ambiental em dobro. Diante desse fato, o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) tem ferramentas avançadas e inovadoras para combater a informalidade associada e a oferta de produtos de baixa qualidade.

A maior vantagem econômica em uma construção sustentável não advém na fase de projeto e nem durante a execução das obras, mas com o funcionamento do edifício, ou seja, em seu ciclo de vida (IDHEA, 2009). Portanto, a atividade na construção civil, desde a terraplanagem ao uso efetivo das edificações, utiliza uma grande variedade de materiais. O desenvolvimento de novos materiais de baixo impacto ambiental vem crescendo com o passar dos anos, visto que os recursos naturais estão se tornando cada vez mais escassos. Assim, em qualquer metodologia de construção sustentável deverão existir os procedimentos de seleção de materiais com base na sustentabilidade.

#### **2.4.9 Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis**

Os recursos naturais do planeta estão cada vez mais limitados, e com isso, cada vez mais o consumo consciente é incentivado através de estratégias eficientes na redução destes impactos ambientais, sociais e econômicos. Dentro deste cenário, emerge o conceito de “*eco-friendly*” (amigável ao meio-ambiente) (INCOBEN, 2018).

Segundo Incoben (2018) um produto e uma tecnologia é ambientalmente amigável quando os materiais, serviços, diretrizes, políticas e até mesmo ações visam preservar à natureza. A adesão a essas práticas é que irão garantir à obra a condição de construção sustentável.

Araújo (2008) ressalva que o emprego de produtos e serviços sustentáveis aderem uma ideia de conscientização que faz crescer uma nova visão de mercado econômico e social aliado a colaboradores, fornecedores, comunidade, gerando um bem comum.

Em decorrência disso, vários produtos de construção *eco-friendly* surgiram no mercado para minimizar os prejuízos ao meio ambiente e melhorar a eficiência energética das construções. Nesses produtos deve ser priorizado o preceito de ser eco produto, sustentável e ético. Dentre os novos materiais podemos destacar: tijolo ecológico, aquecedores de água com placa solar, placas fotovoltaicas, revestimento de argila e fibras, madeira de demolição, uso de bambu, telhado verde, cisterna para água de chuva e o sistema de construção Light Steel Frame (SOUZA, 2019).

Ferreira et al. (2008) salienta os benefícios dos eco materiais para o meio ambiente, que além de serem positivos para o conforto, geram qualidade de vida para as pessoas. Ressalva

que devem ter compatibilidade com avanço tecnológico, para demonstrar que a expansão das fronteiras da humanidade pode e deve acontecer de maneira tão segura quanto eficiente. Corroborando, o IDHEA (2009) destaca que os eco produtos tem todos os benefícios do produto convencional aliado a um desempenho sustentável. Neles, o uso dos recursos naturais acontece sem esgotamento, é um material que busca beneficiar o ser humano e a natureza

Sendo assim, as novas tecnologias devem ter uma visão de preservação ecológica e sustentável. No aspecto econômico deve preferir eco produtos e processos sustentáveis conforme a realidade financeira e capacidade de investimento do cliente, assim como tecnologias eco inteligentes que consiste em pequenos dispositivos utilizados para gestão e redução no consumo de energia elétrica e água. No âmbito da saúde deve oferecer um ambiente saudável e com boa qualidade para usuários e vizinhança, além de possuir responsabilidade social diante do emprego de materiais que atendam às normas brasileiras e internacionais de qualidade e padronização (AEAM, 2012).

O uso de ferramentas tecnológicas como celulares e *tablets* cada vez são mais constante na construção civil por *startups* brasileiras como *ConstruCode*, *ConnectData* e *Controller*. São usados no planejamento, gestão e controle em obras. O mecanismo estimula a operacionalidade e os índices de assertividade no canteiro de obras. É criado uma plataforma online que altera projetos em etiquetas inteligentes, facilitando compartilhamento informações aos profissionais inseridos no processo construtivo. Outras vantagens podem ser destacadas: redução nos custos em torno de 50%, gestão facilitada, ganho de automatização e confiabilidade por meio dos sensores instalados no canteiro de obras. Também, pode acontecer análise em tempo real de materiais utilizados, novas tendências, desvio de consumo, custos e atrasos, estima-se que em torno de 10% que é comum em uma construção (DINO, 2018).

Segundo Almeida (2009) a Amanco é um exemplo de organização empenhada na visão sustentável, fazendo assim parte de empresas ambientalmente amigáveis. Ela produz tubos, caixas d'água e outros produtos para infraestrutura e construção com responsabilidade ambiental através de um modelo de gestão que minimize os impactos provocados no meio ambiente e na comunidade. O reconhecimento começou em 2001 quando começou a instalar medidores individuais de processo nas plantas de fabricação de tubos e conexões, então ficou tida como referência de eco eficiência. Inicialmente em 2002, nas empresas eram consumidos 1.070 l de água para fabricar 1 tonelada de tubos. Em 2008 eram consumidos 230 litros não acontecendo desperdícios e economizando cerca de US\$ 20,2 milhões, conforme informado por Regia Ziemermann, gerente responsável pelo processo.

A empresa também se salienta por possuir sistema de gerenciamento de materiais eficiente que garante o controle de todas as matérias-primas disponíveis para a fabricação de seus produtos. Os insumos são qualificados obedecendo critérios de saúde, segurança, meio ambiente, percepção, operação. Assim, os materiais utilizados seguem as recomendações de gestão ambiental, de saúde e de segurança existentes no mercado.

### 3 CERTIFICAÇÕES

Em razão da adequação as agendas de sustentabilidade, baseadas na necessidade de mudanças no setor da construção civil é que surgiram os métodos de avaliação de sustentabilidade, eles tem o objetivo de reduzir os impactos ambientais. Esses métodos são fundamentais pois estabelecem parâmetros e metas que servem de base para verificar o atendimento às questões de sustentabilidade estabelecidos nas agendas e aceitos pelos países participantes (GRUBERG et al., 2014).

Com o objetivo de comprovar o desempenho e a funcionalidade da construção, oferecendo indicações por especialistas sobre diversos quesitos analisados como, localização da edificação, o gerenciamento eficiente de água e energia, entre diversos outros é que as certificações emergiram (LACERDA, 2014).

De acordo com o mesmo autor, são as certificações que motivaram o setor da construção ao desenvolvimento de novos materiais, produtos e serviços, com práticas sustentáveis, tornando-se um farol para a tomada de decisão na implementação de sustentabilidade em projetos de construção.

Diversos países desenvolvidos criam suas metodologias de avaliação para suas construções, entretanto, a realidade brasileira é outra, sendo necessário assim estudos que comprovem a aplicabilidade dessas ferramentas no Brasil. Azevedo (2008) afirma que essas ferramentas necessitam de uma evolução quando o local avaliado é alterado. Diante disso, é necessária adaptações levando em conta diversos fatores como: questões geográficas, climáticas, culturais e normativas (BUENO, 2010). Sendo assim, o mesmo autor também afirma “(...) que as ferramentas estudadas demonstram uma série de itens avaliativos plenamente aplicáveis a edifícios residenciais situados no cenário brasileiro e outros que ainda necessitam de adaptações”.

As certificações tem dois grande propósitos, o primeiro deles é que impulsiona o desenvolvimentos da indústria da construção, buscando praticas mais sustentáveis, que melhores a gestão e diminuam o consumo e a perda de materiais. O segundo é que elas se tornaram uma ferramenta de comunicação com o usuário, pois atesta um melhor desempenho ambiental, social e econômico. A partir da forte expansão do mercado da construção esses propósitos tornaram-se grandes diferenciais em algumas construtoras (COSTA; MORAES, 2012).

De acordo com Barros (2012) não basta apenas as ações da construtoras para uma evolução no quesito sustentabilidade, é necessária também ações governamentais que impulsionem esse mercado e potencializem essa ideia. Entre essas ações pode-se destacar a valorização de

projetos sustentáveis em propostas apresentadas em obras públicas, prêmios, divulgações, suporte através de institutos e redes de cooperação e a criação de legislações específicas e locais.

Encontram-se três certificações mais difundidas no Brasil para construções sustentáveis. Estas de acordo com Lacerda (2014) correspondem respectivamente ao método *Leadership in Energy and Environmental Design* – LEED, a certificação Alta Qualidade Ambiental – AQUA, e a certificação da Caixa Econômica Federal, o selo Casa Azul Caixa.

### 3.1 LEED

A certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) consiste em um sistema direcionado a avaliação de construções sustentáveis. Esse método foi concebido em 1998, nos Estados Unidos, pela USGBC (United States Green Building Council). E no Brasil é coordenada pela organização não governamental GBCB (Green Building Council Brasil), que foi criado em 2007 e que desde então, tem interpretado as ferramentas disponíveis e adaptando-as ao mercado nacional (PASSOS; BRUNA, 2019). Santos (2014) corrobora que a certificação LEED é o método de avaliação mais popular e com maior aceitação no Brasil.

Caracteriza-se por ser o selo mais reconhecido internacionalmente, embasado na classificação através de pontuações concedidas em função do impacto ambiental gerado, ou seja, é um sistema de avaliação em conformidade com os demais, que tem o objetivos de incentivar e promover a sustentabilidade, através de obras lucrativas e saudáveis priorizando o meio ambiente (PASSOS; BRUNA, 2019).

Segundo o GBC Brasil (2017) os benefícios da aplicação da avaliação podem ser analisados em três aspectos: Ambiental, Social e Econômico.

Benefícios econômicos:

- Redução de custos de operação
- Atenuação de riscos de irregularidades
- Valorização do padrão do imóvel através da modernização impulsionando uma ocupação mais rápida ao empreendimento

Benefícios sociais:

- Aumento da segurança e maior importância a saúde dos trabalhadores e usuários.
- Inclusão social e aceitabilidade pela comunidade juntamente com a maior conscientização.
- Capacitação profissional e aumento da produtividade do setor aplicado

- Incentivo a fornecedores e políticas públicas

Benefícios ambientais:

- Melhora no gerenciamento dos recursos naturais, tanto na redução quanto na extração.
- Diminuição energética e hídrica
- Implantação consciente e ordenada de materiais e resíduos
- Melhor aproveitamento dos recursos passivos.

A metodologia brasileira adota a avaliação da eficiência ambiental do edifício, através das comprovações dos itens obrigatórios e classificatórios. Essa certificação tem duração de cinco anos, e posteriormente a este período, deve-se realizar uma nova avaliação do empreendimento (SUSTENTARE, 2009; SANTO; INÁCIO, 2010).

O LEED dispõe de um conjunto de versões para conseguir atender as variadas edificações. Sendo assim o GBC Brasil (2017) divide em 4 tipologias observadas na Figura 6 a seguir.

Figura 6 - Tipologias da certificação LEED



Fonte: (GBC Brasil, 2017, p.2).

Segundo Bruna e Passos (2019) a última versão da Certificação Ambiental LEED é a V4, que trouxe atualizações técnicas de acordo com as mudanças na realidade brasileira e tornou-se obrigatória em outubro de 2016. Na nova versão LEED V4, as sete categorias tradicionais classificatórias passam a ser organizadas em nove, sendo elas:

1. Projeto integrado: Enfatizando a importância de um projeto multiprofissional, ou seja, trabalho em conjunto de diversos profissionais nas mais variadas fases do projeto.

2. **Localização e Transporte:** opção por terrenos em áreas estratégicas para melhor atendimento com transportes públicos, reduzindo o uso do automóvel particular.
3. **Espaço sustentável:** consiste na preocupação com o ecossistema em relação à implantação da edificação no terreno, levando em conta o clima local, a drenagem e a permeabilidade do terreno.
4. **Eficiência do uso da água:** incentiva o uso racional e incorpora alternativas para o seu reuso das mesmas.
5. **Energia e Atmosfera:** prioriza eficiência energética a partir de equipamentos modernos e técnicas atualizadas.
6. **Materiais e Recursos:** estimula o uso de materiais de baixo impacto ambiental, de preferência de origem próxima ao local aplicados e que tenham potencial para serem reciclados ou reutilizados.
7. **Qualidade ambiental interna:** melhora na qualidade sonora, do ar, visual e térmica do ambiente interno.
8. **Inovação e Processos:** busca novas atualizações e uso de técnicas inovadoras ainda não pertencente aos parâmetros do LEED.
9. **Créditos de Prioridade Regional:** incentiva políticas e escolhas de acordo com a situação específica de cada país.

Cechella (2015) explica que esta avaliação acontece por meio de pontuações decorrentes ao preenchimento dos requisitos e critérios apresentados acima, relacionado a todo o ciclo de vida do objeto avaliado, podendo variar de 40 pontos a 110 pontos. Os diferentes níveis de certificação, que podem ser obtidos dependendo do nível de excelência são: certificado, prata, ouro ou platina, que podem ser observados na Figura 7 a seguir.

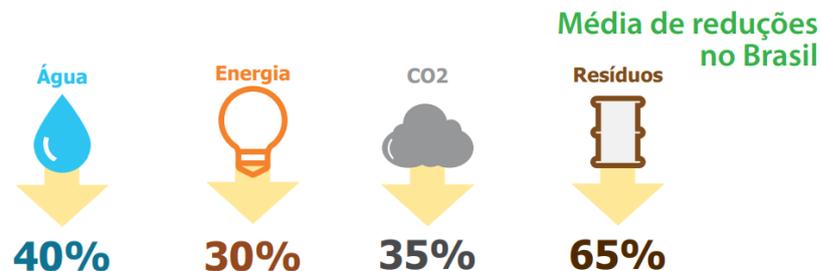
Figura 7- Níveis de certificação.



Conforme e Carvalho et al. (2017) pode ser tomado como exemplo um apartamento sustentável na cidade de São Paulo, o qual recebeu o certificado Gold em 2014. O apartamento possui 470 m<sup>2</sup> e teve cerca de 80 % dos seus elementos originais reformados buscando um nível mais elevado de sustentabilidade. O Selo Procel Nível A, que certifica a eficiência energética está presente no imóvel pois possui 100 % dos equipamentos eletrônicos energeticamente eficientes, com o uso da automação do sistema de iluminação e lâmpadas LED, por exemplo. Houve também o uso de parede verde e paisagismo com plantas nativas e comestíveis. Com a soma e diversos fatores sustentáveis foi possível a obtenção de uma redução de 12 % do gasto energético, 99 % dos resíduos foram desviados de aterro e cerca de 50 % de redução no consumo de água. Comprovando-se dessa forma que as construções sustentáveis apresentam vantagens tanto econômicas quando ambientais, além das sociais.

Nesse contexto Araújo (2013) afirma que as construções beneficiadas com certificação LEED tem potencial de redução de 30% do consumo de energia, 30 a 50% do gasto com água e 60 a 70% na produção de resíduos, além da redução de 35% de CO<sup>2</sup> conforme observado na Figura 8 a seguir:

Figura 8 - Média das reduções no Brasil.



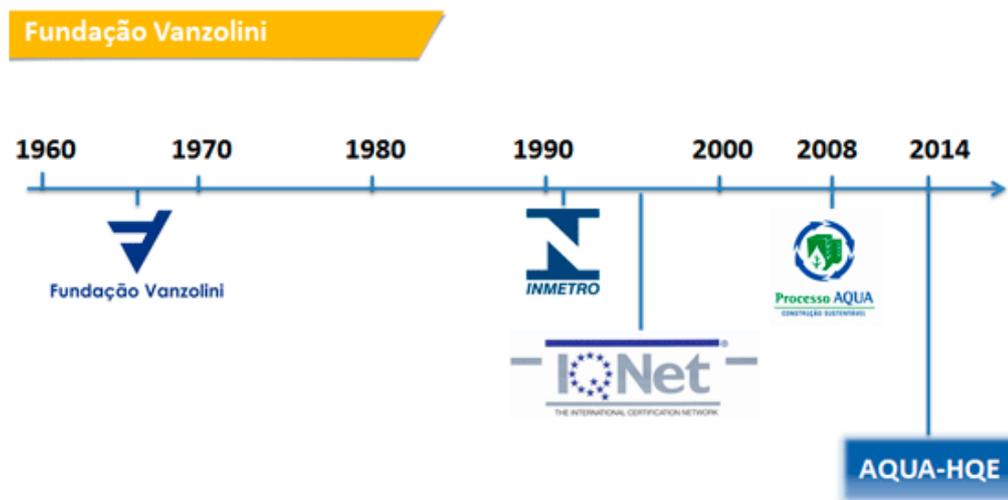
Fonte: (GBC Brasil, 2017, p.3).

### 3.2 AQUA-HQE

O Processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) foi lançado em 2008 no Brasil, sendo desenvolvido pelos professores da Escola Politécnica da USP e coordenado exclusivamente pela Fundação Vanzolini, é conhecido como uma adaptação à realidade brasileira do sistema francês HQE (*Haute Qualité Environnementale*), que surgiu em 1990. (FCAV, 2012).

Segundo a Fundação Vanzolini (2017), em busca de uma unificação de critérios e indicadores para todo o mundo, ocorreu em 2013 a união dos organismos de certificação residencial-QUALITEL e não-residencial - CERTIVEA para fundar a Rede Internacional de certificação HQE™. O órgão que ficou responsável por essa certificação foi a *Cerway*, em busca de um alinhamento de parâmetros para permitir uma comparação de valores avaliados, entretanto, as peculiaridades de cada país são sempre respeitadas e criteriosamente especificadas. E então em 2014, a Fundação Vanzolini realizou um acordo com a *Cerway* tornando-se a representante da rede de certificação HQE™, e o Processo AQUA, assim chamado desde sua fundação em 2008, transforma-se em AQUA-HQE uma certificação com identidade e reconhecimento internacional. Um breve histórico da fundação pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 - Histórico Fundação Vanzolini.



Fonte: (Fundação Vanzolini, 2017, s.p., <<https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>>).

Essa certificação desde o seu lançamento motiva uma nova percepção para as construções brasileiras, pois é levado em consideração as características específicas do Brasil, como seu clima, sua cultura, suas normas e regulamentações, porém sempre mantendo como base a proposta francesa e, desde 2014, efetivando sua atuação na rede de certificação internacional HQE™.

Pinheiro (2006) afirma que este método avaliativo torna-se diferenciado pois não segue padrões, ele impulsiona o empreendimento na busca de novas tecnologias, equipamentos, produtos e serviços sustentáveis, visando sempre uma maior qualidade ambiental. Sendo assim, a operação, construção e a adaptação da obra devem garantir uma redução do impacto ambiental. Dessa maneira, a Fundação Vanzolini (2012) na criação definiu: “A Alta Qualidade Ambiental (AQUA) é definida como sendo um processo de gestão de projeto visando obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação”.

Esta certificação tem objetivo de caracterizar “um edifício saudável e confortável, com bom desempenho energético, cujos impactos ambientais e econômicos são os mais controlados possíveis em seu contexto territorial e no conjunto de seu ciclo de vida” (FCAV; CERWAY, 2016; LACERDA, 2014).

Os benefícios da certificação pelo Processo AQUA incluem melhorias que atingem o empreendedor, comprador e a questão socioambiental, sendo apresentadas detalhadamente no Quadro 1.

Quadro 1 - Benefícios do AQUA-HQE.

<b>EMPREENDEDOR</b>	<p>Demonstrar a Alta Qualidade Ambiental das suas construções e promover a imagem da empresa a nível nacional e internacional.</p> <p>Promover a empresa no mercado das construções impulsionando sua lucratividade no ramo</p> <p>Valorizar o patrimônio também para as futuras gerações</p> <p>Aproximar a comunidade e os órgãos relacionados ao meio ambiente.</p>
<b>USUÁRIO</b>	<p>Redução de custos hídricos e energéticos, tanto em âmbito individual quando coletivos.</p> <p>Promoção de saúde e conforto aos usuários</p> <p>Valorização do patrimônio</p> <p>Conscientização quanto ao desenvolvimento sustentável.</p>
<b>SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE</b>	<p>Melhor aproveitamento dos recursos locais, entre eles, o hídrico</p> <p>Redução das emissões de gases e da poluição.</p> <p>Melhores condições de saúde e qualidade de vida.</p> <p>Menor impacto negativo no seu entorno.</p> <p>Melhor gestão de resíduos sólidos e riscos como um todo.</p>

Fonte: (Fundação Vanzolini, 2015, s.p.)

No Processo AQUA a avaliação do empreendimento é feita a partir de 14 categorias os de qualidade ambiental do empreendimento (QAE), classificadas em 4 critérios, que avaliam a gestão ambiental das obras e as especificidades técnicas e arquitetônicas, apresentada no Quadro 2 a seguir. A certificação é concedida ou não ao empreendimento em função desse fator e também requer um sistema de gestão do empreendimento (SGE).

Quadro 2 - Categorias e critério da certificação AQUA-HQE

<b>Eco-construção</b>	1. Relação do edifício com o seu entorno, 2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos 3. Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
<b>Eco-gestão</b>	4. Gestão da energia, 5. Gestão da água, 6. Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício 7. Manutenção e permanência do desempenho ambiental
<b>Conforto</b>	8. Conforto higrotérmico 9. Conforto acústico 10. Conforto visual 11. Conforto olfativo
<b>Saúde</b>	12. Qualidade sanitária dos ambientes 13. Qualidade do ar 14. Qualidade da água.

Fonte: (Fundação Vanzolini, 2015, s.p.)

As 14 categorias do AQUA-HQE podem ser classificadas no nível Base, Boas Práticas ou Melhores Práticas, essa função é do empreendedor, que classificada qual categoria atinge qual nível, baseado no seu contexto e na sua estratégia sustentável. Para um empreendimento ser certificado AQUA-HQE, o empreendedor deve ter um perfil mínimo de desempenho com 3 categorias no nível Melhores Práticas, 4 categorias no nível Boas Práticas e 7 categorias no nível Base, que atende às práticas correntes e legislação, conforme apresentado na Figura 10 (FCAV, 2007).

Figura 10 - Classificação AQUA-HQE

**Perfil Mínimo de desempenho para certificação**



**Base (B):** Prática corrente ou regulamentar

**Boas Práticas (BP):** Boas Práticas

**Melhores Práticas (MP):** Desempenho calibrado conforme o desempenho máximo constatado recentemente nas operações de Alta Qualidade Ambiental.

Fonte: (Fundação Vanzolini, 2015, s.p.)

A Certificação AQUA-HQE, conforme a Fundação Vanzolini (2017), apenas é concedida após 3 auditorias presenciais ao longo do desenvolvimento e das fases do empreendimento, sendo verificado assim se todos os critérios impostos foram atendidos e comprovados. Na fase Pré-Projeto, depois da elaboração do pré-projeto acontece a definição do perfil de desempenho nas 14 categorias e sua avaliação pelo empreendedor, além do estabelecimento do Sistema de Gestão do Empreendimento. Esses procedimentos acontecem mediante auditoria da Fundação Vanzolini. Já na fase de Projeto, sendo ele elaborado na busca de atender ao desempenho programado também é realizada a avaliação das 14 categorias mediante auditoria. E finalmente na execução, após a obra entregue, acontece mais uma auditoria, comprovando assim que todos critérios estabelecidos foram atendidos. A Figura 11 abaixo resume brevemente o processo desta certificação.

Figura 11 - Fases da Certificação



Fonte: (Fundação Vanzolini, 2015, s.p.)

Certificação segundo a visão de Sousa (2012) pode ser vista “como um “símbolo” de confiança que caracteriza um determinado edifício”, pois, ao informar sobre a sua sustentabilidade está, também, mostrando “à sociedade que é possível mudar o paradigma atual”. E endossa, “através da certificação da construção sustentável, pode-se contribuir para uma melhoria eficaz das condições de vida habitacionais, sociais e ambientais e mudar a problemática ambiental e climática que se tem agravado”.

### 3.3 SELO CASA AZUL CAIXA

Este Selo foi lançado em 2010 pela Caixa Econômica Federal, buscando um olhar mais social para a sustentabilidade e para a empresa. Segundo Grumberg (2014), suas características e especificações são voltadas para as particularidades do Brasil, e o intuito da Caixa era de classificar seus empreendimentos e projetos habitacionais de forma socioambiental, motivando o uso racional de recursos naturais nas obras, mantendo a qualidade da habitação e de seu entorno. A certificação faz o reconhecimento de projetos eficientes, que adotam soluções sustentáveis quando ao seu uso, ocupação e manutenção. Além disso, o Selo Casa Azul promove a conscientização dos moradores e empreendedores para a necessidade do pensamento racional quando a extinção dos recursos naturais (LACERDA, 2014).

Dentro dos seus principais objetivos também pode-se destacar o reconhecimento público que se torna um grande aliado da lucratividade da empresa e o repasse de orientações para os empreendedores que buscam se aperfeiçoar em construções sustentáveis. As principais vantagens do uso e adequação ao Selo podem ser observadas no Quadro 3 a seguir (CEF, 2010).

Quadro 3 - Vantagens do Selo Casa Azul Caixa

<b>VANTAGENS</b>		
<b>Para os empreendedores</b>	<b>Para os moradores</b>	<b>Para a CAIXA</b>
Uso do selo para influencia publicitária e para vendas Certificação com melhor custo benefício Retornos econômicos Aumento da satisfação dos clientes	Atende às necessidades atuais e futuras Redução de custo de manutenção e adaptação	Qualidade dos empreendimentos Aumento da satisfação dos clientes

Fonte: (CEF, 2010, s.p.).

O método de avaliação foi elaborado por uma equipe técnica da Caixa especializada em projetos e gestão juntamente com o apoio da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade Estadual de Campinas. Sendo elaborado para que sua adesão fosse voluntária e simplificada. Podendo se candidatar ao Selo as empresas construtoras, o Poder Público, empresas públicas de habitação, cooperativas, associações e entidades representantes de movimentos sociais através de projetos para financiamentos ou nos programas de repasse (CEF, 2010).

No primeiro contato do solicitante com a Caixa deve ser apresentado o projeto juntamente com as documentações e informações técnicas que auxiliem na demonstração de que o projeto atende aos requisitos do selo, então depois dessa primeira aprovação a Caixa divulga qual a gradação foi obtida e emite o atestado de concessão do selo no momento do contrato. E finalmente, durante a execução do projeto, a Caixa verifica o atendimento dos critérios novamente (CEF, 2010).

Entretanto, alguns pré-requisitos são necessários para que os empreendimentos sejam financiados e/ou adeptos ao Selo, como: serem dotados de infraestrutura básica, vias de acesso a serviços urbanos de transportes públicos e coleta de lixo. Além disso, é necessário que os projetos tenham sido aprovados pela Prefeitura, obtido alvará de construção e licença ambiental e demais documentos que comprovem a legalização da construção. Também devem atender às regras da Ação Madeira Legal e apresentar, até o final da obra, o Documento de Origem Florestal (DOF) e a declaração informando o volume, as espécies e a destinação final das madeiras utilizadas nas obras (CEF, 2010).

A metodologia do Selo Casa Azul define seis categorias fundamentais para um bom atendimento socioambiental e especifica dentro dessas categorias 53 critérios importantes para promover a sustentabilidade de um empreendimento habitacional brasileiro típico, que podem ser melhor vistos no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - Resumo categorias e critérios.

<b>1. QUALIDADE URBANA</b> São 5 critérios de avaliação para esta categoria:	1.1 Qualidade do Entorno - Infraestrutura	Obrigatório
	1.2 Qualidade do Entorno - Impactos	Obrigatório
	1.3 Melhorias no Entorno livre escolha	
	1.4 Recuperação de Áreas Degradadas livre escolha	
	1.5 Reabilitação de Imóveis	
<b>2. PROJETO E CONFORTO</b> São 11 critérios de avaliação para esta categoria:	2.1 Paisagismo	Obrigatório
	2.2 Flexibilidade de Projeto	
	2.3 Relação com a Vizinhança	
	2.4 Solução Alternativa de Transporte	
	2.5 Local para Coleta Seletiva	Obrigatório
	2.6 Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	Obrigatório
	2.7 Desempenho Térmico - Vedações	Obrigatório
	2.8 Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	Obrigatório
	2.9 Iluminação Natural de Áreas Comuns	
	2.10 Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros	
	2.11 Adequação às Condições Físicas do Terreno	
<b>3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b> São 8 critérios de avaliação para esta categoria:	3.1 Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	Obrigatório
	3.2 Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	Obrigatório
	3.3 Sistema de Aquecimento Solar	
	3.4 Sistemas de Aquecimento à Gás	

	3.5 Medição Individualizada - Gás	Obrigatório
	3.6 Elevadores Eficientes	
	3.7 Eletrodomésticos Eficientes	
	3.8 Fontes Alternativas de Energia	
<b>4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS</b> São 10 critérios de avaliação para esta categoria:	4.1 Modulação de Projeto	
	4.2 Qualidade de Materiais e Componentes	Obrigatório
	4.3 Componentes Industrializados ou Pré-fabricados	
	4.4 Formas e Escoras	Obrigatório
	4.5 Gestão de Resíduos de Construção de Demolição - RCD	Obrigatório
	4.6 Concreto com Dosagem Otimizada	
	4.7 Cimento de Alto Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)	
	4.8 Pavimentação com RCD	
	4.9 Facilidade de Manutenção da Fachada	
	4.10 Madeira Plantada ou Certificada	
<b>5. GESTÃO DA ÁGUA</b> São 8 critérios de avaliação para esta categoria:	5.1 Medição Individualizada - Água	Obrigatório
	5.2 Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	Obrigatório
	5.3 Dispositivos Economizadores - Arejadores	
	5.4 Dispositivos Economizadores - Outros Reguladores de Vazão	
	5.5 Aproveitamento de Águas Pluviais	
	5.6 Retenção de Águas Pluviais	
	5.7 Infiltração de Águas Pluviais	
	5.8 Áreas Permeáveis	Obrigatório
<b>6. PRÁTICAS SOCIAIS</b> São 11 critérios de avaliação para esta categoria:	6.1 Educação para a Gestão de Resíduos de Construção e Demolição - RCD	Obrigatório
	6.2 Educação Ambiental dos Empregados	Obrigatório
	6.3 Desenvolvimento Pessoal dos Empregados	
	6.4 Capacitação Profissional dos Empregados	
	6.5 Inclusão de Trabalhadores Locais	
	6.6 Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto	
	6.7 Orientação aos Moradores	Obrigatório
	6.8 Educação Ambiental dos Moradores	
	6.9 Capacitação para Gestão do Empreendimento	
	6.10 Ações para Mitigação de Riscos Sociais	
	6.11 Ações para a Geração de Emprego e Renda	

Fonte: (CEF 2010, p.23)

Para o empreendimento ser apto a receber o selo, a Caixa analisa e verifica se ocorreu o atendimento aos 19 critérios mínimos estabelecidos como obrigatórios. Dessa forma a gradação de cada nível do selo ocorre conforme a Quadro 5 a seguir, sendo 3 níveis de gradação: Bronze, Prata e Ouro.

Quadro 5 - Níveis de Graduação do Selo Casa Azul.

<b>GRADUAÇÃO</b>	<b>ATENDIMENTO MÍNIMO</b>
BRONZE	19 critérios obrigatórios
PRATA	19 Critérios obrigatórios e mais 6 de livre escolha= 25 critérios
OURO	19 Critérios obrigatórios e mais 12 de livre escolha= 31 critérios

Fonte: (CEF, 2010, p.21)

Sendo assim, Jesus (2014, p. 55-56) reporta que “a existência dos processos de certificação ambiental tem acarretado em causas e consequências de novos fenômenos no setor da Construção Civil. Para que os impactos ambientais gerados pelas construções sejam minimizados, é necessário que algumas atividades sofram alterações, de modo a resultar nesta redução”.

## 4 METODOLOGIA

Com o objetivo de analisar as ações estratégicas quanto à sustentabilidade nas obras das construtoras de médio e grande porte da cidade de Santa Maria - RS, seguindo os principais fatores influenciadores para uma obra sustentável, foi realizada uma pesquisa aplicada de forma qualitativa. Esta, é definida como aquela que “responde questões muito particulares [...] ou seja, trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes” (MINAYO 2009). A natureza da pesquisa é exploratória, na qual o pesquisador busca sempre obter o conhecimentos dos fatores que influenciam no objeto de pesquisa (GIL, 2002).

O passo percorrido até a pesquisa foi a revisão bibliográfica, com estruturação dos pontos relevantes a serem avaliados como objeto de estudo. Posteriormente, foi estruturada a unidade de investigação, a coleta de dados através de questionário e consultas de dados secundários, assim como, realizado o tratamento e a avaliação das informações obtidas.

A pesquisa foi aplicada diretamente com as construtoras com o objetivo verificar as estratégias e o panorama das ações sustentáveis utilizadas na cidade através de um questionário, sendo este o instrumento de coleta de dados. A partir dos dados coletados foram analisados e interpretados a fim de que sejam obtidos os elementos necessários para discorrer sobre o tema proposto e concluir acerca do panorama sustentável nas construtoras da cidade.

O estudo dessa pesquisa ocorreu na cidade do Santa Maria em 4 construtoras com expressividades na cidade, seguindo o critério de seleção específica, além da acessibilidade, interesse e disponibilidade das mesmas.

Santa Maria está localizada na região sul do Brasil e é considerada cidade pólo da região central do Rio Grande do Sul. Fundada em 17 de maio de 1858, encontra-se no centro geográfico do estado. Com uma área de 1.781,566 Km<sup>2</sup> de acordo com a estimativa de 2018 e segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) possui aproximadamente 282.123 habitantes até o momento da estruturação deste estudo.

Na cidade está sediada a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) que é, portanto um dos fatores que impulsionam o processo de crescimento da região, haja vista atrair outras forças propulsoras de investimentos que possam desencadear o desenvolvimento econômico, fomentando empreendimentos da construção civil e setor produtivo. Ao longo de sua história a cidade observa o segmento da construção civil expandir, a cada dia que passa, ocupa e interfere cada vez mais nos recursos naturais. Assim, é nesse contexto que o estudo do panorama da sustentabilidade nas construtoras da cidade torna-se relevante. Diante disto, o crescimento da

construção civil na cidade, aliado com a preocupação com os recursos não renováveis foram os pontos chaves para escolha das construtoras para compor as unidades de análise.

As construtoras participantes da entrevista foram representadas por seus diretores técnicos, arquitetos e engenheiros responsáveis. E, para fins de pesquisa, foi mantido sigilo do nome das construtoras através da ocultação dos seus nomes, apenas representadas por nomes fictícios: Construtora A, Construtora B, Construtora C e Construtora D.

Primeiramente foi elaborado e aplicado o termo de consentimento livre e esclarecido, onde foi apresentado a garantia de utilização dos dados somente para fins científicos e de forma anônima aos entrevistados. O instrumento pode ser consultado no apêndice A.

Após, foi aplicado o questionário aos representantes das construtoras conforme apêndice B. Abaixo no Quadro 6 está apresentado o resumo da coleta.

Quadro 6 – Resumo da coleta

<b>Construtora</b>	<b>Entrevistado(a)</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Meio de coleta</b>	<b>Duração</b>
A	Arquiteto	Questionário	Presencial	30 minutos
B	Diretor técnico e Arquiteto	Questionário	Presencial	25 minutos
C	Engenheiro Civil	Questionário	Presencial	20 minutos
D	Engenheiro Civil e de Produção	Questionário	Presencial	30 minutos

Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, para complementar foi utilizado dados secundários para demais informações a respeito da construtora. As informações foram obtidas através de sites institucionais e outros meios eletrônicos. Por último foram interpretados e discutidos os dados obtidos em cada empresa e depois foram comparadas para obtenção das conclusões finais desta pesquisa.

## **5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Serão apresentados os dados obtidos e a discussão acerca deles nos subitens abaixo.

### **5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS**

Nesse subitem serão apresentadas os perfis das empresas que participaram da pesquisa.

#### **Construtora A**

A construtora está no mercado desde 2011. No decorrer de sua atuação em 2017, a empresa foi certificada com o ISO 9001 e classificada com nível A pelo PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat) que é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996). Em 2018, a empresa começou um processo de grandes transformações: a separação da sociedade inicial e um reposicionamento de marca no mercado. Atualmente, a empresa possui mais de 60 obras entregues.

Atua no desenvolvimento de empreendimentos imobiliários residenciais e comerciais, desenvolvimento de loteamentos e condomínios e na prestação de serviços de construção civil para empresas. No momento está com cinco obras multifamiliares, sendo três na metade do processo e duas na fase de encerramento. Em média as edificações tem quatro pavimentos com oito apartamentos cada e um ou dois dormitórios por apartamento. O perfil dos compradores de edificações multifamiliares são investidores, a construtora também tem obras unifamiliares com exigências mais específicas e os compradores normalmente são os próprios moradores.

#### **Construtora B**

A Construtora teve início em maio de 2011. Focada na construção de prédios residenciais multifamiliares. A partir de junho de 2017, alicerçados em uma nova filosofia da empresa em estar alinhada à sustentabilidade todas as obras começaram a ter aproveitamento da água da chuva e captação de energia solar para o condomínio, gerando uma economia significativa nos custos, além de estar contribuindo com a preservação do meio ambiente.

Os novos prédios estão sendo construídos com o sistema de laje nervurada, o que propicia, além da velocidade de execução da obra, que o cliente execute seu projeto pessoal dentro de sua unidade, uma vez que pode dispor as paredes internas como bem lhe convier. Este sistema reduz o uso de madeira na obra em seus diversos níveis, chegando a eliminar 95% na utilização desta, o que vai ao encontro da busca da sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

A empresa possui o nível A no PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat e já obteve em uma de suas obras a Certificação Selo Azul Caixa de Construção Sustentável.

No momento está com quatro obras em andamento, sendo três dessas, edificações multifamiliares e uma edificação comercial. Tem em torno de 40.000m<sup>2</sup> de obra em construção e predomina em padrão B elevado com acabamento pastilhado, reaproveitamento de água da chuva, aproveitamento da energia solar, porcelanato retificado, forro de gesso negativo, porta frisada, fechadura cromada, entre outros, visando a valorização do empreendimento. O diferencial da construtora é que ela é a própria investidora do empreendimento, não faz obra para um grupo de investidores.

### **Construtora C**

A Construtora foi fundada em 1994. Seus principais produtos são apartamentos residenciais de um e dois dormitórios e espaços comerciais. Com 12 empreendimentos lançados em 25 anos, a construtora tem sua história consolidada no mercado imobiliário da cidade de Santa Maria. No momento a construtora está com apenas uma grande obra com aproximadamente 65.000m<sup>2</sup> construídos.

No pico da construção a obra já teve 210 funcionários contratados e contando com os terceirizados já chegaram em 350 funcionários no canteiro de obras. Os prédios em construção são padrão A. A laje é plana e nervurada e utilizam formas de isopor, já que a construtora justifica que com o vão criado e deixado pelas formas de plástico é gerado uma dificuldade de preenchimento para beneficiamento acústico.

### **Construtora D**

Teve a primeira obra em 2003 com 1000m<sup>2</sup> visando a proteção da água como seu principal foco. O reaproveitamento da água nos edifícios construídos foi um dos primeiros passos

dos empreendimentos colocando em prática o projeto que busca fazer a reutilização da água da chuva nas caixas acopladas de vasos sanitários e torneiras de jardim.

Em 2008 foi lançado um projeto pioneiro na cidade e que consiste na implantação de um sistema de recolhimento de óleo de cozinha.

Até o momento, oito edifícios residenciais e comerciais foram concluídos, um está em fase de finalização e outros três estão em andamento, seguindo padrões que buscam economia de água e atitudes sustentáveis.

A empresa enfatizou bastante o quanto prezam pela qualidade de seus empreendimentos, mesmo que muitas vezes fiquem em desvantagem quanto ao custo.

A empresa usa apenas laje nervurada com forma de plástico atualmente, já tendo testado diversos outros tipos, como convencional e com formas de isopor. Utiliza estrutura metálica em sua maior parte, sendo apenas a escada e algumas vigas com grande variabilidade de tamanhos que utilizam ainda formas de madeira.

O mês de março de 2013 marcou a história da empresa e a sua busca incessante por crescimento e reconhecimento. Na seguinte data, a empresa foi certificada no ISO 9001:2008, pela Det Norske Veritas, que consiste em uma Norma Técnica Internacional para Sistemas de Gestão da Qualidade.

## 5.2 DADOS COLETADOS

Os Quadros que seguem na sequência (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16) são referentes as questões aplicadas na pesquisa as construtoras.

### Quadro 7 – Questão 1

<b>1) A construtora adota métodos que busquem a sustentabilidade em suas obras e edificações? Se sim, como ocorre esse planejamento prévio? Se não, qual o motivo de não adotar?</b>	
<b>Construtora A</b>	A construtora adota muito pouco devido ao custo inicial. Em obras multifamiliares quando a compra é feita por investidores não ocorre a adoção de métodos sustentáveis, pois segundo o responsável o custo inicial é elevado o que dificulta a venda posteriormente. Já em residências unifamiliares, a adoção de métodos sustentáveis é mais comum e normalmente de interesse do morador pois ele entende os benefícios a longo prazo. Então quando são adotados os métodos sustentáveis é realizado um planejamento e um estudo prévio juntamente com o morador antes do projeto arquitetônico e são estabelecidos os principais interesses do

	<p>mesmo. Outro fator justificado foi que os projetos de suas obras em execução são bem antigos e foram elaborados por uma equipe com falta de qualificação, devido ao fato que a empresa passou por uma reorganização no ano de 2018 e objetivam adotar em seus futuros projetos alguns métodos sustentáveis, tendo um novo prédio já em discussão, porém ainda sem projeto arquitetônico.</p>
<b>Construtora B</b>	<p>A construtora adota métodos sustentáveis, e este ciclo de sustentabilidade inicia no planejamento desde a escolha do terreno dois anos antes do início da obra até a aprovação do projeto. Normalmente a parte de execução de obra dura de dois a três anos e o ciclo final que é a entrega do imóvel e pequenas alterações dura em média seis meses. A decisão de implantação de novos métodos é com base nas obras já realizadas e na análise de suas eficiências, por exemplo, a empresa já realizou a substituição do uso de madeira para formas e escoramentos em lajes convencionais para laje nervurada com cubetas plásticas e escoras metálicas onde a redução do uso de madeira é cerca de 95%, a partir dessa observação a empresa começou a aplicar em todos seus empreendimentos esse método. Assim como a utilização de métodos para beneficiar o condomínio futuramente como renovação da energia solar e o reaproveitamento de água da chuva em todos os empreendimentos, além da utilização de pastilhamento para o acabamento externo.</p>
<b>Construtora C</b>	<p>Esta é a primeira obra em que a construtora aplica métodos sustentáveis. Mas a construtora tem interesse em evoluir neste quesito já que o mercado tem sido moldado para essa mudança. Atualmente a empresa começou a transição de laje maciça convencional para nervurada e na obra em análise são utilizados os dois métodos, sendo a laje nervurada com formas de isopor.</p>
<b>Construtora D</b>	<p>A empresa desde sua criação já busca por métodos sustentáveis, dando prioridade a proteção da água em seus edifícios. Além disso, a empresa busca sempre se moldar ao mercado sustentável já que este mercado já não possui mais um consumidor leigo. A empresa também faz o uso de lajes nervuradas, e, além disso, busca influenciar a redução do uso de acabamento com gesso para gerar menos resíduos.</p>

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos.

É possível verificar que as construtoras pesquisadas encontram-se em diferentes níveis quanto a adoção de métodos sustentáveis. Enquanto as Construtoras B e D já incorporam sustentabilidade em seus projetos há muito tempo, a Construtora A adota somente em residências unifamiliares e a Construtora C está em sua primeira obra com a aplicação dessa metodologia. Esse fato tem sua justificativa na literatura que aponta como uma das principais barreiras para aplicações de uma construção sustentável o custo inicial gerado em comparação a construções tradicionais. Destaca-se também a falta de incentivo governamental, de um maior estudo no

estágio inicial do projeto e uma escassez de especialistas nessa área construtiva (KARUNASENA; RATHNAYAKE; SENARATHNE, 2016). Essa postura encontrada na literatura foi relatada pela Construtora A.

Dentro do processo de planejamento de uma obra sustentável a gestão da construção é caracterizada pela análise do local, organização no canteiro de obras, cuidado com a mão de obra e estudo do ciclo de vida da obra, assim como a manutenção do empreendimento (SÁNCHEZ, 2006). Esses pontos foram observados de maneira mais acentuada na construtora B, fato que demonstra uma preocupação mais ampla na etapa inicial do projeto.

Pode-se destacar um dado relevante relatado pelas empresas B, C e D, a aderência do método construtivo de lajes nervuradas. Esse método quando comparado com o método convencional diminui cerca de 90% o consumo de madeira, pois através desse sistema é possível obter maiores vãos e uma distribuição estratégica dos pilares gerando uma flexibilidade na resolução da planta se comparado às tradicionais maciças. A montagem é mais ágil e é aliada a um sistema de formas reaproveitáveis, por esse motivo tem conseguido grande aceitação nas construtoras (TÉCHNE, 2018). Isso reafirma que inovações construtivas podem estar em conformidade com as ideias fundamentais da sustentabilidade. Cabe ressaltar que a Construtora B utiliza laje nervurada com forma plástica e faz o acabamento em gesso. A construtora C ainda está em fase de transição, utilizando tanto lajes maciças quanto nervuradas com o uso de formas de isopor. Já a construtora D, utiliza somente lajes nervuradas com formas plásticas e ainda realiza o incentivo ao cliente de não utilizar o acabamento em gesso, reduzindo assim os resíduos e obtendo uma finalização mais robusta. Um atraso quanto a adoção dessa metodologia é encontrado na Construtora A que ainda aplica somente lajes maciças com formas de madeira que geram um enorme desperdício.

A construtora B salienta a adoção de pastilhamento em suas obras. Esse revestimento externo é considerado uma solução inteligente. Haja visto, que reduz as atividades de manutenção e os impactos ambientais associados a repintura frequente da fachada, que também apresenta custos elevados (JOHN; PRADO, 2010).

Sob o ponto de vista de não haver mais um consumidor leigo, citado pela empresa D, encontra-se na literatura a confirmação deste fato, a existência de um público consumidor consciente e informado a respeito das empresas e dos fornecedores. Esses procuram dados sobre métodos adotados na produção, tipos de materiais e o seguimento de normas e regulamentos. Além disso, preocupa-se cada vez mais com a geração de valor e impacto social do produto que consomem (ZYLBERSTAIN; LINS, 2010). Por esse motivo, uma atitude sustentável além de

auxiliar a construtora e o consumidor, satisfaz as expectativas das diversas partes interessadas (SINGH et al., 2014).

Quadro 8 – Questão 2

<b>2) Acontece o aproveitamento dos recursos naturais passivos (sol, chuva, vento, vegetação, clima) nas obras e edificações buscando uma redução de gasto energético e hídrico? Quais?</b>	
<b>Construtora A</b>	A Construtora relatou que acontece, porém salienta que em obras multifamiliares muitas vezes pela grande quantidade de apartamentos por pavimento não tem como atender da melhor maneira a todos os apartamentos e suas orientações. Entretanto para residências unifamiliares é facilitado o uso de recursos naturais passivos para uma melhor eficiência.
<b>Construtora B</b>	Durante a obra a Construtora afirma que o aproveitamento dos recursos naturais passivos é mais dificultado devido ao fato que tudo passa por uma auditoria externa, por exemplo, não acontece o aproveitamento de água da chuva durante a obra pois toda água utilizada torna-se obrigação da construtora dar um destino correto o que acarretaria algumas dificuldade. Já na edificação é realizado um estudo detalhado tentando aproveitar sempre ao máximo todos recursos naturais passivos, sendo visível a redução de gastos para o condomínio.
<b>Construtora C</b>	A Construtora justificou que acontece dentro do possível, principalmente do sol e da chuva.
<b>Construtora D</b>	A Construtora afirmou que o aproveitamento dos recursos passivos acontece desde a obra, no momento da escavação quando é encontrado um olho d'água é instalada uma bomba que utiliza essa água para limpeza de ferramentas e para molhar as lajes, o gasto de energia para este bombeamento é mínimo perto do gasto de água que é economizado.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos.

Com base nas respostas dos entrevistados, no geral as construtoras afirmaram que é complexo priorizar a adoção de recursos naturais passivos na obra e na edificação, principalmente em âmbito multifamiliar devido ao fato de existir uma grande quantidade de apartamentos por pavimento, sendo assim não se pode beneficiar individualmente todos os apartamentos. Porém, a literatura salienta que frente às inovações para a redução do consumo energético e o uso racional dos recursos naturais, o setor da construção civil deve ser renovado e buscar soluções sustentáveis para as edificações, este fato atualmente é indispensável (D'AVILA et al., 2010).

Além disso, Perém (2007) afirma que “A ventilação natural, além de melhorar o conforto térmico e a qualidade do ar interno, promove a troca térmica da estrutura do edifício, resfriando-o e diminuindo os gastos de energia com sistemas de climatização artificial”. Porém, segundo Olesen (2007) a economia energética não deve reduzir o conforto e afetar a saúde das

peçoas, sendo assim o consumo de energia das edificações pode ser reduzido através da adoção de estratégias passivas.

Quadro 9 – Questão 3

<b>3) Acontece o uso de equipamentos e/ou aparelhos para uma melhor eficiência energética nas edificações? Como por exemplo, o uso de placas fotovoltaicas para aquecimento de água ou uso de sensores para luzes nos corredores.</b>	
<b>Construtora A</b>	Em edificações multifamiliares a Construtora ainda não faz o uso de equipamento como placas fotovoltaicas, apenas de equipamentos mais simples e de baixo custo como os sensores para as luzes nos corredores, evitando assim um gasto excessivo de energia. Já para residências unifamiliares são adotados conforme o interesse do cliente que normalmente é o próprio morador.
<b>Construtora B</b>	A responsável ressaltou que todas as obras e edificações usam sensores nas escadarias, corredores e na presença de carro em movimento na garagem. Além disso, todas as lâmpadas e luminárias são sempre padrão A do INMETRO, sendo LED opção escolhida e usa elevadores nível A de eficiência, também quando entregam academia ou salões de festa os eletrodomésticos ou equipamentos entregues também são selo A. Em todas obras também há o uso de placas foto voltaicas para uma maior eficiência energética.
<b>Construtora C</b>	A Construtora utiliza placas fotovoltaicas para geração de energia para os elevadores, iluminação e sistema de emergência. E uma empresa terceirizada que é contratada para levantamento do número de placas, fazer o dimensionamento e calcular a inclinação necessária para o melhor aproveitamento. Também são utilizados sensores em diversos locais para economia de energia.
<b>Construtora D</b>	Segundo a Construtora acontece o uso de placas fotovoltaicas nos prédios de alto padrão. O uso de sensores e lâmpadas econômicas são utilizados em todos os prédios. Na escolha de uma lâmpada econômica é levado em consideração o pico de consumo, normalmente a escolhida é a LED.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos.

Conforme afirmado pelas empresas todas já tiveram a experiência de uso de placas fotovoltaicas. A construtora A justificou que até o momento apenas utiliza placas fotovoltaicas em residências unifamiliares, pois os investidores de edificações multifamiliares não demonstram interesse devido ao alto custo inicial. Já a construtora B aplica esse método em todos seus prédios. No caso da Construtora C é a primeira obra na qual ela investe nessa tecnologia. Enquanto isso, a Construtora D aplica as placas fotovoltaicas somente em seus prédios de alto

padrão fato que condiz com o custo do produto. Na literatura encontramos que quanto a instalação de placas fotovoltaicas o custo inicial ainda é elevado para os padrões brasileiros, mas tendem a ser barateado com o passar do tempo. Apesar da economia mais imediata ser refletida na conta energética, há ganhos de imagem das construtoras, porque revela um compromisso da edificação com a sustentabilidade (SINDUSCON-SP, 2017).

Em muitos casos, inovações tecnológicas e sistemas ambientalmente corretos já existem, entretanto ainda não são economicamente viáveis a todos os empreendimentos. A medida que os sistemas de produção evoluírem ou as regulamentações e as estruturas de incentivo mudarem, tais tecnologias e sistemas podem tornar-se mais acessíveis favorecendo a construtora e o consumidor (BOCKEN et al., 2014).

Todas as construtoras pesquisadas afirmaram que já adotam sensores de presença nos corredores e nas garagens visando uma redução de gasto energético. Por ser uma tecnologia barata e de fácil acesso, a utilização de sensores de presença para o controle e monitoramento das lâmpadas torna-se uma estratégia eficaz para a utilização mínima de energia. Assim como o uso de lâmpadas tipo LED, que demonstram uma maior eficiência energética (FILHO, 2017).

#### Quadro 10 – Questão 4

<b>4) Como a construtora gerencia o uso da água? Faz reuso das águas cinzas ou aproveitamento da água da chuva? Ou então faz o uso de aparelhos restritores de vazão?</b>	
<b>Construtora A</b>	A construtora faz a gestão do uso da água nas edificações em partes, nas edificações multifamiliares até o momento do estudo a construtora ainda não realiza o reuso das águas cinzas, nem o aproveitamento de água da chuva e também não usa aparelhos restritores de vazão. Já para as obras unifamiliares quando é de interesse do cliente a construtora normalmente realiza o aproveitamento de água da chuva através do uso de cisternas para o armazenamento e faz o uso de aparelhos restritores de vazão, já o reuso de água cinzas ainda não foi realizado pela construtora.
<b>Construtora B</b>	O entrevistado menciona que a Construtora faz o reaproveitamento de água da chuva em todos seus empreendimentos captando 50% do que é coletado no telhado para evitar problemas no extravasor, e então armazena em uma caixa de água e filtra, daí com auxílio de uma bomba a água é direcionada para o reservatório superior e então tem-se uma distribuição de uma tubulação independente para cada vaso sanitário da edificação, ficando a critério do moradores usar esta água pluvial filtrada ou a água potável pois é oferecido os dois pontos de mangote. A Empresa usa aparelhos restritores de vazão como descargas de dupla função há bastante tempo. A Construtora não adota o reuso de águas cinzas.

<b>Construtora C</b>	A construtora faz o aproveitamento de água da chuva através de uma caixa de 10.000 litros e utiliza somente para irrigação dos canteiros. Utiliza em banheiros comuns uma descarga com sensor que identifica o tempo que a pessoa ficou no vaso e aciona a descarga necessária.
<b>Construtora D</b>	A construtora desde sua primeira obra utiliza caixas acopladas e bico arejador e em 2004 começou a fazer o aproveitamento da água da chuva, que gera uma economia de 30 a 40% de água. Também já fez estudos para o reuso das águas cinzas e pretende aplicar em seus próximos projetos.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos.

No âmbito das edificações multifamiliares, durante a obra, a única construtora que armazena água pluvial durante o estágio inicial é a Construtora C, entretanto, o armazenamento da água da chuva para fins da edificação já são adotados pelas construtoras B, C e D, com diferentes fins. Na Construtora B a água da chuva é armazenada, filtrada. O responsável explicou que no vaso sanitário são instalados e oferecidas duas opções de mangotes, uma com água potável e outra com a água da chuva filtrada, sendo assim, o morador pode optar por qual sistema ele deseja usar em seu equipamento sanitário. Na Construtora C a água pluvial armazenada é utilizada durante a obra e durante a edificação para irrigação dos canteiros. Na Construtora D acontece o aproveitamento de água da chuva para o atendimento do condomínio buscando reduzir os gastos hídricos. Já a construtora A ainda não introduziu a prática do armazenamento de água pluvial em edificações multifamiliares, apenas em residências unifamiliares.

No contexto atual, cada vez mais é notável que as construtoras apresentem a preocupação com a economia de água potável. Encontramos vários autores que mencionam o quanto é necessário a conservação desse líquido tão precioso. É relevante que a água seja conservada e gerida de forma eficiente para garantir a sustentabilidade do meio ambiente e diminuir as mudanças climáticas (ENSHASSI; ELZEBDEH; MOHAMED, 2017). Efetivar atitudes corretas para a conservação da água nas obras é indispensável. É preciso monitoramento e controle para assegurar que o desperdício seja minimizado e os benefícios sejam garantidos na eficiência do uso hídrico apropriado (WAIDYASEKARA; DE SILVA; RAMEEZDEEN, 2017).

O reuso de águas cinzas não é adotado por nenhuma das construtoras pesquisadas. Apenas a construtora D demonstrou interesse em aplicar futuramente e afirmou que já realizou estudos visando esta aplicação.

À respeito da aplicabilidade de aparelhos restritores de vazão em edificações multifamiliares apenas a Construtora A não demonstrou interesse, as demais já aplicam algum tipo de

inovação neste sentido. Essa melhoria hídrica nos edifícios é uma ação importante, porém deveria acontecer de uma forma unanime. Também existem outras opções que deveriam ser implementadas habitualmente, como a instalação de sistemas sanitários e torneiras mais eficientes que os convencionais. De acordo com Dolman e Ogunyoye (2018) reduzir o risco e melhorar a eficiência dos serviços de água e saneamento será fundamental para manter o equilíbrio durante um futuro climático incerto do planeta.

Quadro 11 – Questão 5

<b>5) Como acontece a gestão de resíduos na obra? Utiliza o método de reutilização ou reciclagem? Cumpre as normas de separação/armazenamento/transporte/destinação?</b>	
<b>Construtora A</b>	A construtora adota um planejamento eficiente, porém na prática não segue a rigor algumas normas. Segundo o responsável, a Construtora não utiliza o método de reciclagem, apenas de reutilização. Cerca de 50% dos materiais descartados são reutilizados, fato que coopera para a sustentabilidade e reduz custos. Ainda afirma que o desperdício na empresa é mínimo. Todavia a empresa adota ainda alguns métodos que visam alterar em suas próximas obras como o uso de madeira para a estruturação das edificações, sendo este o material mais desperdiçado.
<b>Construtora B</b>	Segundo o Diretor Técnico ocorre a separação de resíduos na obra por papel, aço e madeira. O aço é vendido por quilo e reutilizado, sendo assim obtendo a destinação correta. A madeira compensada não é doada, mas é reutilizada ao seu máximo em diversas obras e encaminhada ao destino correto, já madeira limpa, sem químicos, é doada. O papel ou é vendido ou doado para papaleiros. Já sacos de cimento, latas de tinta, madeiras com químicos são enviados para reciclagem. No caso do gesso o valor do entulho é dobrado, por esse motivo o terceirizado que é responsável por esse serviço leva o resíduo para El Dourado do Sul que é o único local do estado que faz a reciclagem do mesmo. Após a conclusão da obra, para o condomínio é instalado lixeiras de coleta seletiva.
<b>Construtora C</b>	A construtora faz a gestão correta dos resíduos. As sobras de formas de madeira são utilizadas para a estrutura de bancos doados para a prefeitura. Alguns resíduos também são utilizados para base de fundação. Eles são separados em resíduos sujos (papelão, plástico, ferro) e resíduos limpos (tijolo, concreto, pó de cimento). E o gesso que é encaminhado diretamente para a GR2 que dado o destino correto. O material de resíduos gerado pelos funcionários é recolhido para reciclagem por um funcionário que faz essa organização e em troca a empresa gera o transporte, porém o lucro deste encaminhamento é exclusivo do funcionário, ou seja é uma doação. A madeira é reutilizada ao seu máximo e posteriormente oferecida aos funcionários e então as sobras tem o encaminhamento correto.

<b>Construtora D</b>	Segundo a Construtora a gestão de resíduos na obra é bem organizada. Acontece a separação correta. Ocorre a reutilização de materiais como, por exemplo, blocos que podem ser triturados na própria obra e utilizados para aterramento em algum outro lugar. Dos resíduos gerados pelo gesso é perdido em cerca de 15%, e dos resíduos de azulejo é perdido cerca de 20%. A reciclagem somente é realizada pelas empresas para as quais os materiais são encaminhados. Alguns materiais como madeira e papelão são doados na maioria das vezes.
----------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos.

Os resultados demonstram que as empresas pesquisadas procuram fazer a sua separação de resíduo da melhor forma possível, procurando separar por tipo de material. Entretanto como citou o responsável da empresa A, nem sempre a norma é seguida.

Quanto a reutilização, todas as empresas adotam de forma parcial, e reconhecem que ao empregar materiais reutilizáveis acontece a redução de custos nas compras de insumos e com isso um maior lucro é gerado e as matérias- primas podem ser preservadas. As mesmas afirmam que o planejamento e monitoramento acontece com frequência durante a construção, pois o desperdício gera custo adicional. Uma das formas de aproveitamento de resíduos que acontece e foi citada é para aterros e contrapisos nas obras. No entanto, a maior parte dos materiais é destinado para uma empresa especializada para ter um descarte correto. Conforme Maab e Grundmann (2018) os padrões crescentes de produção e consumo cooperam para escassez de recursos naturais e o aumento da produção de resíduos são relevantes. Por isso, soluções para reduzir o desperdício e aumentar a reciclagem e a reutilização de materiais são imprescindíveis. John e Prado (2010) apontam que para agilizar a reutilização é necessário elaborar um planejamento educativo e capacitar os trabalhadores sobre a gestão de resíduos. Esse aprimoramento da mão de obra deve orientar desde a separação, recolhimento, acondicionamento e transporte dos entulhos até a destinação correta.

Foi possível observar no que se refere a reciclagem que nenhuma construtora realiza o processo na própria obra, mas encaminham para uma empresa responsável por essa função. Encontra-se na literatura que no Brasil, a tecnologia da reciclagem dos resíduos de construção e demolição é bastante recente o que justifica a pequena prática por parte das construtoras (FIEB; SENAI; SEBRAE; GTZ, 2018). Além de que quando planejada e organizada, a implantação de reciclagem de resíduos pode haver vantagens sociais para a cidade, somado a um benefício financeiro viável (ABRECON, 2018).

<b>6) Existe algum planejamento para a qualidade do ar e do ambiente interno? (Aberturas, ventilação, renovação do ar....)</b>	
<b>Construtora A</b>	Conforme a Construtora existe o planejamento conforme a norma, porém não buscam priorizar em unidade multifamiliares pois normalmente são muitos apartamentos por andar.
<b>Construtora B</b>	Segundo o entrevistado a Construtora segue o Plano Diretor, mas devido ao maior aproveitamento possível do espaço algumas questões de orientação não ficam favorecidas.
<b>Construtora C</b>	Segue a norma, porém não tem nenhum planejamento especial
<b>Construtora D</b>	Segue a norma e é pensado no melhor aproveitamento para os vãos de janelas, buscando a melhor qualidade de ventilação.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos.

Os responsáveis pelas construtoras entrevistadas não foram muito específicos nesta questão. Porém, essa postura de não priorizar tanto esse item diverge da literatura onde estudos relativos a qualidade do ar em edificações foram intensificados quando foi detectado que a diminuição das taxas de troca de ar nos ambientes internos era responsável pelo aumento da concentração de poluentes biológicos e não biológicos no local, já que grande parte das pessoas, cerca de 80-90%, passam grande parte do seu tempo dentro de edifícios e com isso estão expostas a poluentes locais (LEE; AWBI, 2004; BRICKUS, 1999).

#### Quadro 13 – Questão 7

<b>7) Quais estratégias a empresa adota para obter conforto termo acústico em suas edificações?</b>	
<b>Construtora A</b>	A construtora afirma que segue as norma 15.575.
<b>Construtora B</b>	A Construtora segue o Plano diretor e tem preocupação com a norma de desempenho, por isso a construtora utiliza bloco celular (19cm) que é um bloco maciço com incorporador de ar, o que já garante 51dB e termicamente é o melhor do mercado e em paralelo ainda tem o reboco (5cm) e o pastilhamento exterior (3cm) finalizando assim uma camada de 27 cm com uma transmitância térmica menor, melhorando a qualidade do ambiente. No prédio alto padrão em todas as tubulações é utilizada lã de vidro. Para garantir um conforto acústico em todas as obras é utilizada uma manta entre piso com uma técnica eficiente, deixando a manta subir no rodapé para evitar o contato do piso, argamassa e contrapiso com parede, obtendo assim o direcionamento certo da vibração. O uso da laje nervurada também ajuda a absorver o impacto, pois as nervuras dissipam melhor a onda de vibração e ajuda a absorver o ruído do impacto (espessura e isolamento na horizontal). Além disso, a camada de ar gerado pelo rebaixo do gesso ajuda a absorver o ruído aéreo. No empreendimento de padrão A o nível superior de isolamento é atingido.

<b>Construtora C</b>	Segue as norma 15575, porém ainda não aplicou testes e laudos que especifiquem o desempenho. Acreditam que atende ao mínimo de desempenho.
<b>Construtora D</b>	Segue as norma 15575 e atinge desempenho intermediário, próximo ao superior, em todas suas obras, inclusive em prédios comerciais.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos.

As empresas A, C e D apontaram basicamente que seguem a norma ABNT NBR 15575. Estudos apontam que a NBR 15575 (2013) é a principal norma direcionada ao desempenho de edificações habitacionais. Ela busca analisar os sistemas em conjunto através de parâmetros conforme situações previamente determinadas em projeto durante sua vida útil. Segundo esse processo normativo, a durabilidade é caracterizada como a capacidade de uma edificação manter sua funcionalidade ao longo do tempo, perante condições de uso e manutenção especificadas.

Possan e Demoliner (2013) afirmam que a norma associa desempenho a vida útil e durabilidade de uma edificação, tratando não apenas do nível de qualidade da edificação, mas também de quanto tempo a edificação é capaz de manter esse nível de qualidade, sendo fundamental para retardar o surgimento de patologias no empreendimento.

Diferentemente das demais construtoras, o responsável pela construtora B relatou que há preocupação elevada com tal requisito, desde o uso de um bloco melhor termo e acusticamente classificado, que é o bloco celular, até o uso de mantas e lã de vidro em seus prédios de alto padrão. Segundo Serrano (2018), o bloco celular autoclavado devido a sua estrutura celular é um bom isolante termoacústico. Ele supera na ordem de quatro a oito vezes o tijolo comum e de oito a dez vezes mais que o concreto, além de ser incombustível, podendo assim ser utilizado para proteção contra o fogo e como isolante termoacústico.

#### Quadro 14 – Questão 8

<b>8) A construtora usa alguma outra tecnologia sustentável ou inovação não comentada nas questões anteriores? Se sim, qual?</b>	
<b>Construtora A</b>	A construtora afirma que não utiliza nenhuma outra inovação em obras multifamiliares. Entretanto em residências unifamiliares já adotou telha termo acústica, lã de vidro e vidro duplo em algumas construções.
<b>Construtora B</b>	Segundo o Arquiteto a Construtora busca utilizar o máximo de equipamentos possíveis para diminuir a mão de obra, como elevador cremalheira e grua em todas as obras. Diminuindo a mão de obra tem-se um menor desperdício e um menor consumo de água e energia. O uso

	da grua retira em torno de 10 a 12 funcionários que poderiam estar ociosos ou gerando desperdícios, sendo isso vantajoso comparado com seu pequeno gasto energético.
<b>Construtora C</b>	A Construtora não possui outra inovação.
<b>Construtora D</b>	Segundo a Construtora para a pintura é aplicado através de uma pistola airless que é 3x mais econômica e mais rápida se comparada a uma pintura com rolo e gera uma melhor qualidade de serviço, e também um maior rendimento da mão de obra. Para o reboco estão testando a aplicação através de uma projetor e na próxima obra já será plicado em sua totalidade.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos.

Ao analisar as respostas das construtoras B e D observa-se que buscam algumas inovações durante a obra principalmente pelo fato de diminuir a quantidade de mão de obra. Nesse contexto, é fundamental que as construtoras busquem formas de melhorias nos seus processos construtivos, já que existem várias soluções de engenharia que otimizam processos arcaicos. Tais melhorias além de diminuir o número de trabalhadores beneficiam para minimizar problemas como desperdício de materiais e de tempo (CARVALHO et al., 2007). Corroborando Cinchinelli (2010) afirma que a adoção de tecnologias na obra apresenta-se como uma ótima opção para aumentar a produtividade e conseqüentemente a velocidade da obra.

#### Quadro 15 – Questão 9

<b>9) A empresa possui o conhecimento a respeito das certificações que estão presentes no mercado brasileiro? A empresa possui alguma certificação sustentável?</b>	
<b>Construtora A</b>	A empresa possui o conhecimento porem não obtém nenhuma certificação sustentável, apenas é classificada com nível A pelo PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat).
<b>Construtora B</b>	A Empresa possui o conhecimento e também é classificada com nível A pelo PBQP-H. E ainda em prédio de alto padrão alcançou a certificação sustentável Selo Casa Azul nível Ouro, sendo a única construtora no sul do brasil que conseguiu esta certificação.
<b>Construtora C</b>	A construtora possui o conhecimento, porém não possui nenhuma certificação sustentável.
<b>Construtora D</b>	A empresa possui o conhecimento. Porem só obtém no momento a ISO 9001 e é classificada com nível A pelo PBQP-H, não tem nenhuma certificação sustentável.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos.

De acordo com as respostas, observa-se que todas as construtoras possuem o conhecimento quanto às certificações sustentáveis presentes no mercado brasileiro atual. Diante

disso, constatou-se que as construtoras A, B e D possuem outra classificação que é a nível A pelo PBQP-H, Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat, instituído em 1998, como resultado da iniciativa do setor da construção civil em parceria com o Governo Federal. A empresa D também citou que obteve a ISO 9001. Porém, tanto a ISO 9001 quanto o PBQP-H também são de grande importância para garantir a qualidade das construções, entretanto, não são específicas para a área ambiental.

Conforme informado pelos entrevistados das empresas A, C e D nenhuma das empresas avaliadas possui algum tipo de certificação na área ambiental, e, portanto, não possuem certificação ambiental específica para o setor da construção civil, como LEED, AQUA, ou Selo Casa Azul da CAIXA. Tal fato apresenta a situação geral das empresas construtoras de Santa Maria. Isto mostra um cenário diferente da realidade a nível nacional, que demonstra crescimento maior pela conquista certificações ambientais para o setor de construção civil.

O objetivo das certificações ambientais é que o próprio incentivo econômico impulse o melhoramento ambiental, tanto que em alguns países já é condição para legalização do edifício (PICCOLI et al., 2010).

A empresa B é a única que apresenta alguma certificação sustentável que é o Selo Casa Azul Caixa nível Ouro, que consiste em uma classificação socioambiental de empreendimentos residenciais da Caixa Econômica Federal. Visando contribuir para sustentabilidade esse selo incentiva o uso racional de recursos naturais, reduz o custo de manutenção dos edifícios e as despesas mensais dos usuários, além da conscientização das vantagens das construções sustentáveis (CEF, 2010).

#### Quadro 16 – Questão 10.

<b>10) Qual a opinião da empresa sobre as certificações? (Lucratividade, custo, diferencial no mercado, dificuldade de implantação, burocracia...)</b>	
<b>Construtora A</b>	A empresa afirma que as certificações são muito importantes, porém a burocracia e o custo inicial para o alcance dos objetivos gerados por elas são altos e devem ser estudados e analisados.
<b>Construtora B</b>	O Arquiteto afirma que não existe uma dificuldade de implantação, apenas que qualquer prática sustentável exige um investimento inicial maior, mas este fator torna-se um facilitador de venda pois o comprador fica ciente dos benefícios a curto e médio prazo.
<b>Construtora C</b>	A construtora entende que esse é um grande diferencial de marketing, porém com os prazos curtos e cronograma apertado é complicado a aplicação da parte burocrática que é solicitada.

<b>Construtora D</b>	A empresa entende a importância da sustentabilidade, porém não acredita que seja um diferencial de venda, já que o investidor se importa muito com o custo. O custo e a burocracia são empecilhos. A empresa está estudando em evoluir porém tem receio em aumentar muito o investimento inicial, já que ela precisa se manter competitiva no mercado em questão de custos para o investidor que hoje visa o bom preço, a boa localização e uma excelente qualidade.
----------------------	--

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos.

Percebe-se que os entrevistados possuem o entendimento de que atualmente a sustentabilidade apresenta-se como um elemento capaz de melhorar a reputação e a imagem da empresa, no entanto nem todas as empresas veem as certificações como algo positivo. As empresas A, C e D consideram a burocracia e o custo de investimento um empecilho para sua implementação. A empresa B diferentemente das outras afirma que o custo das práticas sustentáveis podem ser vistos como investimento no valor da obra e a curto e médio prazo acontece um retorno financeiro.

Notamos que as respostas das empresas A, C e D divergem de afirmações encontradas na literatura, onde as certificações são vistas como aceleradoras no crescimento da construção civil através de ações mais sustentáveis, beneficiando a gestão da obra e minimizando consumo e perda de materiais, e com isso o empreendimento pode ser atestado com melhor desempenho ambiental (COSTA; MORAES, 2013).

Em concordância com o exposto pela empresa B, Silva (2003) indica várias vantagens na adoção de sistemas de certificação ambiental através da evolução da imagem da empresa e reconhecimento pelo mercado. Os custos a médio e longo prazo tendem a praticamente zerar acontecendo uma maior lucratividade, qualidade do ambiente interno e satisfação dos clientes.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo analisar o panorama das ações sustentáveis na cidade de Santa Maria - RS. Como resultado, foi possível concluir que as construtoras analisadas possuem algumas inovações sustentáveis e direcionam-se para uma evolução neste panorama, um desses direcionamentos é através da adoção de certificações que ainda são vistas pela maioria das construtoras pesquisadas como de alto custo inicial e extensa burocracia.

A pesquisa revelou que apesar de não haver ainda tanto interesse em associar o nome da empresa a uma certificação, as construtoras estão visando evoluir e melhorar seu desempenho e eficiência sustentável através de ações estratégicas apesar de ser uma movimentação ainda muito lenta.

Foi verificado que apenas três das quatro construtoras pesquisada já estão neste caminho de evolução em edifícios multifamiliares, deixando de lado uma construção mais convencional e arcaica onde o consumo energético e hídrico é muito elevado. Além disso, por conter em sua maioria uma mão de obra não especializada, torna-se muito tardia a adaptação a esta nova realidade do mercado da construção civil.

A cidade de Santa Maria - RS ainda se encontra muito aquém de uma cidade que procure obras totalmente sustentáveis. Pela pesquisa realizada, foi possível observar a relevância de se difundir o tema relacionado a sustentabilidade na construção civil e buscar um maior relacionamento entre todos os envolvidos no setor, através da conscientização e educação das pessoas influentes do mercado da construção.

Além disso, são necessárias ações governamentais mais rígidas, que imponham ao setor exigências específicas quanto a sustentabilidade em troca de documentações básicas para a funcionalidade do empreendimento.

Um projeto de construção de um edifício sustentável bem planejado e uma execução de obras seguindo esse conceito, aliado ao uso de materiais sustentáveis, um plano eficiente de funcionamento e manutenção a longo prazo, gera inúmeras vantagens ao ambiente e a sociedade, além de aumentar o padrão do empreendimento se comparado a um edifício de construção convencional.

É de suma importância a aplicação de planos de conscientização, tanto para os futuros moradores quanto para os funcionários das empresas do setor. Busca-se atingir também os grandes investidores, para que uma nova visão deste mercado sustentável seja atingida, através da lucratividade a médio e longo prazo.

A construção civil requer atualização nas práticas construtivas através da busca por inovações tecnológicas que objetivem a preservação ambiental, atendendo assim a um mercado consumidor mais consciente, interessado e preocupado com a sustentabilidade.

O presente trabalho possui limitações, pois a pesquisa foi realizada somente no contexto da cidade de Santa Maria – RS e dispôs de um número pequeno de participantes no questionário aplicado, impedindo a generalização dos resultados.

Futuramente pode ser elaborada uma nova pesquisa comparando com a atual e visando verificar as mudanças que ocorreram e as inovações no mercado da construção civil na cidade de Santa Maria – RS.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, R.; JEANRENAUD, S.; BESSANT, J.; DANYER, D.; OVERY, P. Sustainability-oriented Innovation: A systemic Review. **International Journal of Management Reviews**, v. 18, p. 180-205, maio. 2017.
- AKTAS, B.; OZORHON, B. Green Building Certification Process of Existing Buildings in Developing Countries: Cases from Turkey. **Journal of Management in Engineering**, v.31, nov. 2015.
- ALMEIDA, F. **Experiências Empresariais em sustentabilidade: avanços dificuldades e motivações de gestores e empresas**. Rio de Janeiro: Editora Campus Elsevier, 2009.
- ALVES, W. C. et al. **Tecnologias de conservação em sistemas prediais**. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 219-294. Disponível em: <[www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5\\_tema%205.pdf](http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5_tema%205.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- AMEER, R.; OTHMAN, R. Sustainability Practices and Corporate Financial Performance: A study based on the top global corporations. **Journal of Business ethics**, v. 108, p. 61-79, out. 2012.
- ARAÚJO, M. A. **A moderna construção sustentável**. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/>>. Acesso em: 20 set. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10184**: Coletores solares planos para líquidos: determinação do rendimento térmico. Rio de Janeiro, 1988a.
- \_\_\_\_\_. **NBR 10185**: Reservatórios térmicos para líquidos destinados a sistemas de energia solar: determinação de desempenho térmico. Rio de Janeiro, 1988b.
- \_\_\_\_\_. **NBR 12269**: Execução de instalações de sistemas de energia solar que utilizam coletores solares planos para aquecimento de água. Rio de Janeiro, 1992.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2003.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO (ABRAVA). **A ABRAVA** - Disponível em: <<http://www.abrava.com.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (ABRECON), 2018. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/entulho/o-que-e-entulho/>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

ASSOCIAÇÃO DE ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE MARINGÁ (AEAM). **As tecnologias ambientais amigáveis são a base da construção sustentável**. Disponível em: <<http://www.aeam.eng.br/noticia/id/101>>. Acesso em: 04 out. 2019.

AVARELO, J.; CASTELLÓ, I.; COLLE, S.; LENSEN, G.; NEUMANN, K.; ZOLLO, M. Introduction to the special issue: integrating sustainability in business models. **Journal of Management Development**, v. 30, p. 941-954, out. 2011.

AZEVEDO, N. D. **Sustentabilidade do ambiente construído: aplicação à habitação de interesse social na região metropolitana do Recife**. 2008. 263 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

BARROS, A. D. M. **A adoção de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil: Motivações, benefícios e dificuldades**. 2012. 203 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

BOCKEN, N. M. P.; SHORT, S. W.; RANA, P.; EVANS, S. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 42-56, 2014.

BRANCO, S. M. **O meio ambiente em debate**. São Paulo: Ed. Moderna, 1988.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. (ELETROBRÁS). **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.eletronbras.gov.br/procel>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução n. 9 de 16 de janeiro de 2003**. Brasília: ANVISA, 2003.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n.º 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, Brasília, DF, 2002.

\_\_\_\_\_. NBR, ABNT. 15575 – Edificações Habitacionais: Desempenho. Partes de 1- 5, v. 1-5, 2013.

BRASILEIRO, L. L. **Utilização de Agregados Reciclados Provenientes de RCD em Substituição ao Agregado Natural no Concreto Asfáltico**. 2013. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Materiais) - Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2013.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, v. 61, p. 178-189, abr./jun. 2015.

BRICKUS, L. S. R.; AQUINO-NETO, F. R. A qualidade do ar de interiores e a química. **Quím Nova**, v. 22, n. 1, p. 56-74, 1999.

BRICKUS, L. S. R.; AQUINO, N. F. R. A qualidade do ar de interiores e a química. **Química Nova**, v. 22, p. 65-74, 1999.

BUENO, C. **Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais: análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro**. 2010. 123 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Escola de Engenharia da São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

CABRAL, E. B.; SCHALCH, V.; DAL MOLIN, D. C. C.; RIBEIRO, J. L. D.; RAVINDRA-RAJAH, R. S. Desempenho de concretos com agregados reciclados de cerâmica vermelha. **Cerâmica**, v. 55, p. 448-460, 2009.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas e Letras – Editora e Gráfica, 2010.

CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. 2014. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

CARDOSO, F. F.; ARAUJO, V. M. **Levantamento do Estado da Arte – Canteiro de Obras – Tecnologias para construção habitacional mais sustentável** – Projeto FINEP 2386/04 - São Paulo, 2007. CARRIJO, C. R. **Gestão e Marketing da Sustentável Construções de Alto Desempenho Ambiental**. Comunicação Pessoal, 2011.

CARMO, A. T.; PRADO, R. T. A. **Qualidade do ar interno**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

CARVALHO, A.; RIBAS, L. **Ganhos no potencial produtivo através da substituição de argamassa de revestimento rodada em obra por industrializada em sacos**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, 2007.

CARVALHO, L. S.; PIOVESAN, T. R.; JASKULSKI, F. M.; SILVA, T. K. **Construções sustentáveis: alternativa para os problemas ambientais gerados pela construção civil**. Disponível em: <file:///C:/Users/amand/Downloads/8983-1-37885-1-10-20180215%20(1).pdf>. Acesso em: 05 out. 2019.

CASTELLANELLI, C. A. Sustentabilidade empresarial: aproveitamento dos recursos naturais para a geração de energia. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, abr. 2016.

CEHELLA, J. C. **Análise comparativa entre método tradicional x método sustentável de construção de um centro comunitário no bairro quarta linha, Criciúma/SC**. 2015. 120 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Ambiental) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, 2015.

CEOTTO, L. H. **Avaliação de sustentabilidade: balanço e perspectivas no Brasil**. In: I Simpósio Brasileiro de Construção Sustentável – SBCS 08, São Paulo, 2008.

CHAVES, H. O. **Diretrizes sustentáveis na construção civil: avaliação do ciclo de vida.** 2014. 58 f. Projeto de Graduação (Curso de Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

CHINI, A. R.; BRUENING, S. F. Deconstruction and Materials reuse in the United States. **The future of Sustainable Construction**, ed. especial, maio 2003.

CICHINELLI, G. Solução Bombeada: Sistemas a seco ou via úmida agilizam ritmo de obra, mas exigem espaço, planejamento e treinamento da mão de obra. **Revista Técnica**, 163. ed. out. 2010.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum.** Rio de Janeiro: Ed. Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Missão, Visão e Origem.** Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/institucional/show.asp?ppg-Code=BCCF20BC-8628-4D3D-83ED-FBA37CFA560D>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (CDES). **Colóquio Empregos Verdes e Construções Sustentáveis - Construções Sustentáveis: Conceitos Básicos**, 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. **Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos 137 resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

CÓRDOBA, R. E. **Estudo da influência de lixiviados de aterros de resíduos da construção civil na qualidade dos recursos hídricos.** 2014. 339 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2014.

CORTEZ-BARBOSA, J.; INO, A. **Madeira, material de baixo impacto ambiental na construção: análise do ciclo de vida.** Encontro Nacional e Encontro Latino Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. ANTAC, 2001.

COSTA, E. D.; MORAES, C. S. B. **Construção Civil e a Certificação Ambiental: Análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental).** In: XIV ENGEMA Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2013, São Paulo/ SP. Anais... São Paulo: FEA/ USP - FGV, 2013.

COUTINHO, S. M.; VIEIRA, D. R. Perceptions of Sustainability in Civil Construction Projects: Analysis of Brazilian Construction Sites. **The Journal of Modern Project Management**, v. 2, p. 71–81, ago. 2014.

CRIA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL. **Construção sustentável custa mais caro?** Disponível em: <<http://www.criarquiteturasustentavel.com.br/>>. Acesso em: 28 set. 2019.

CZARNECKI, L.; GEMERT, V. D. Innovation in construction material engineering versus sustainable development. **Bulletion of the polish academy of Science technical Science**, v. 65, p. 765-771, dez. 2017.

D'AVILA, M. R.; PERALTA, E. dos S.; FRITSCHER, J. P. C.; CUNHA, S. C. C. **Levantamento, análise, avaliação da influencia da cobertura da edificação e estudo de estratégia passiva para o melhoramento do conforto térmico**. Estudo de caso: sala de aula em edificação do campus central da PUCRS. Em: Building communities for the cities of the future / 54° IFHP World Congress. Porto Alegre: EdiPUCRS, 176 p. 2010.

DEGANI, C. M., CARDOSO, F. F. **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico**. In: NUTAU, 2002 - Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, out. 2002.

DIVULGADOR DE NOTÍCIAS (DINO). **A tecnologia chegou ao canteiro de obras**. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/dino/a-tecnologia-chegou-ao-canteiro-de-obras/>>. Acesso em: 04 out. 2019.

DOLMAN, N.; OGUNYOYE, F. How water challenges can shape tomorrow's cities. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. **Civil Engineering**, v. 171, n. 6, p. 22-30, 2018.  
ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca**. São Paulo: Ed. Makron Books, 2011.

ENSHASSI, A.; ELZEBDEH, S.; MOHAMED, S. Drivers affecting household residents water and related energy consumption in residential buildings. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, v. 35, n. 2, p.159-175, 2017.

FACHIM, Z.; SILVA, D. M. **Acesso à água potável: direito fundamental de sexta dimensão**. Campinas: Millennium, 2011.

FARIA, C. **Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/construcao-sustentavel>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

FERREIRA, A. R.; STEFANO, N.; JOÃO, D. M.; GODOY, L. P. **A gestão de design estratégico como diferencial para produtos ecologicamente corretos**. Ensus, 2008.

FIEB/SEBRAE/SENAI/GTZ. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: Redução, Reutilização e Reciclagem**. Disponível em: <[http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos\\_id\\_177\\_xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3\\_2692013165855\\_.pdf](http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177_xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2019.

FIESP. **Manual de Conservação e reuso de água em edificações**. São Paulo: Editora gráfica, 2005.

FILHO, A. M. **Construção civil de baixo e médio padrão começa a obter certificados de sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.blogdomacedo.com.br/2016/10/construcao-civil-de-baixo-e-medio.html>>. Acesso em: 10 set. 2019.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI (FCAV) e CERWAY. **Regras de Certificação Aqua-Hqe™ Edifício sem Operação**. São Paulo, Brasil, 2016.

\_\_\_\_\_. **Guia prático Aqua-Hqe™ edifícios em operação uso sustentável**. São Paulo, Brasil, 2017.

\_\_\_\_\_. **Guias e Referenciais para Certificação AQUA – Alta Qualidade Ambiental**. São Paulo, Brasil, 2012.

\_\_\_\_\_. **Referencial de avaliação da qualidade ambiental de edifícios residenciais em construção**. São Paulo, Brasil, 2007.

GARDNER, G. **Mind over matter: recasting the role of materials in our lives**. Washington, DC: Worldwatch Institute, 1998.

GBC BRASIL. **Certificações LEED**. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em: 06 de set. 2019.

GIBBERD, J. **Integrating Sustainable Development into briefing and design processes of buildings in developing countries: an assessment tool**. 2003. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Engenharia, ambiente construído e tecnologia de informação, Universidade de Pretória, Pretória, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIODA, A. **Poluição Atmosférica e de Interiores: Influência Mútua e Seus Reflexos na Saúde**. Tese (Doutorado em Química Orgânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

GOULART, S. **Sustentabilidade nas Edificações e no Espaço Urbano** - Laboratório de Eficiência Energética em edificações, UFSC - Disciplina Desempenho Térmico de Edificações, 2007.

GOUVINHAS, R. P.; PIMENTA, H. C. D. **Ferramentas da Gestão Ambiental Competitividade e Sustentabilidade**. Natal: Ed. CEFET-RN, 2008.

GREENWOOD. **Construction waste minimisation: good practice guide**. Centre of Research in Built Environment. Cardiff, 2004.

GRÜNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre leed for homes, processo aqua e selo casa azul. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, p. 195-214, abr./jun. 2014.

HOFER, R. **Sustainable Solutions for Modern Economies**. Londres: Ed. Royal Society of Chemistry, 2009.

INCOBEN. **O conceito eco-friendly na construção civil**. Disponível em: <<http://incoben.com.br/blog/o-conceito-eco-friendly-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 04 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/santa-maria/panorama>>. Acesso em: 06 out. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Programa Brasileiro de Etiquetagem**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. 2019.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA (IDHEA). **Nove passos para a Obra Sustentável**. Disponível em: <<https://aplicweb.feevale.br/site/files/documentos/pdf/23233.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2019.

IZAR. Site Institucional da Empresa IZAR – **Isolamentos térmicos. Lã de vidro – Isolamento acústico**. Disponível em: <<http://www.isar.com.br/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

JESUS, V. D. de. **Medidas adotadas em projetos de Edificações que otimizam a Sustentabilidade na construção**. 2014. 117p. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo: Edusp, 2000.

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J. A. R. **Levantamento do Estado da Arte – Seleção de Materiais – Tecnologias para construção habitacional mais sustentável** – Projeto FINEP 2386/04 - São Paulo, 2007.

JOHN, V. M.; PRADO, R.T.A. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

JONES, A. P. Asthma and domestic air quality. **Soc. Sci. Med.**, v. 47, p. 755- 764, 1998.

KARUNASENA, G.; RATHNAYAKE, R. M. N. U.; SENARATHNE, D. Integrating sustainability concepts and value planning for sustainable construction. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 6, n. 2, p. 125-138, 2016.

KIBERT, C. J. **Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery**. Estados Unidos: John Wiley & Sons, 2008.

KRYGIEL, E.; NIES, B.; MCDOWELL, S. **Green Bim: Successful Sustainable Design With Building Information**. Ed. Wiley Publishing, 2008.

LACERDA, J. F. S. B. **Avaliação da sustentabilidade na construção civil dos sistemas convencionais construtivos convencionais e industrializados no brasil**. 2014. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Campo Montenegro, São José dos Campos, São Paulo, 2014.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A. **Levantamento do Estado da Arte – Energia – Tecnologias para construção habitacional mais sustentável** – Projeto FINEP 2386/04 - São Paulo, 2007.

LEE, H. H.; NUNES, M.; CRUZ, J. Competition for limited critical resources and the adoption of environmentally sustainable strategies. **European Journal of Operational Research**, v. 264, p. 1130-1143, fev. 2018.

LEE, H.; AWBI, H. B. Effect of internal partitioning on indoor air quality of rooms with mixing ventilation m- basic study. **Build Environ**, v. 39, n. 2, p. 27-41, 2004.

LEE, H.; AWBI, H.B. Effect of internal partitioning on indoor air quality of rooms with mixing ventilation m- basic study. **Build Environ**, v. 39, p.27-42, 2004.

LEITE, V. F. **Certificação ambiental na construção civil – Sistemas LEED e AQUA**. 2011. 59 f. Dissertação (Projeto de Graduação do Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

LIMA DE PAULA, J. F. **Aeromicrobiota do ambiente cirúrgico: princípios e peculiaridades da climatização artificial**. 2003. 111f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem Fundamental) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

LIMA, F. S. N. S. **Aproveitamento de resíduos de construção na fabricação de argamassas**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

LJUNGBERG, L. Y. Materials selection and design for development os sustainable products. **Materials & Design**, v. 28, p. 466-479, 2005.

LOURENÇO, P. B.; BRANCO, J. M. **Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI**. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/26503>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

MAAB, O.; GRUNDMANN, P. Governing Transactions and Interdependences between Linked Value Chains in a Circular Economy: The Case of Wastewater Reuse in Braunschweig. **Sustainability**, n. 10, v. 1125, 2018.

MACINTYRE, A. J. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2012.

MARTINEZ, M. F. B. **Avaliação Energética visando Certificação de Prédio Verde**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MATTHEWS, E. et al. **The weight of nations: material outflows from industrial economies**. Disponível em: <[http://archive.wri.org/publication\\_detail.cfm?pubid=3023](http://archive.wri.org/publication_detail.cfm?pubid=3023)>. Acesso em: 01 set. 2019.

MEDINA, H. V. **A análise de ciclo de vida aplicada a pesquisa e desenvolvimento de eco-materiais no Brasil**. A Avaliação do Ciclo de Vida: A ISO 14040 na América Latina / Org. Armando Caldeira Pires. Brasília, 2005.

MELLER, J. G. **Etiquetagem e Certificação Leed – leadership in energy and environmental design – na construção civil**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

MELLO, M. F.; SANTOS, E. V.; DORNELES, R. L.; COSTA, G. T.; ROSA, L.; DIAS, R. K. A importância de estratégias bioclimáticas aplicadas no projeto arquitetônico. **Revista de Administração da UFSM**, v. 10, p. 09-25, ago. 2017.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 28. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Acordo de Paris**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 25 set. 2019.

MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M. T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, p. 84-119, maio 2009.

NETTO, G. F. Conexões da saúde com a agenda da sustentabilidade. **Saúde em debate**, v.36, p. 20-22, jun. 2012.

NUNES, K. R. A.; MAHLER, C. F. **Resíduos Sólidos na Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.cabo.pe.gov.br/pners/CONTE%20C3%9ADO%20DIGITAL/RES%20C3%8DDOS%20DA%20CONSTRU%20C3%87%20C3%83O%20CIVIL/NO%20C3%87%20C3%95ES%20RES%20C3%8DDUOS%20DA%20CONSTRU%20C3%87%20C3%83O%20CIVIL.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

OLESEN, B. W. **The philosophy behind EN15251: Indoor environmental criteria for design and calculation of energy performance of buildings**. Energy and Buildings, v. 39, n. 7, p. 740-749, 2007.

OLIVEIRA L. et al. **Levantamento do Estado da Arte – Água – Tecnologias para construção habitacional mais sustentável** – Projeto FINEP 2386/04 - São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, J. A. C.; SPOSTO, R. M.; BLUMENSCHNEIN, R. N. Ferramenta para avaliação da sustentabilidade ambiental na fase de execução de edifícios No Distrito Federal. **GE-PROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 7, p. 11-21, abr./jun. 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **17 Objetivos para transformar o mundo**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods11/>>. Acesso em: 25 set. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **OMS estima que sete milhões de mortes ocorram por ano devido a contaminação atmosférica**. Disponível em:

<[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4609:oms-estima-que-sete-milhoes-de-mortes-ocorram-por-ano-devido-a-contaminacao-atmosferica&Itemid=839](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=4609:oms-estima-que-sete-milhoes-de-mortes-ocorram-por-ano-devido-a-contaminacao-atmosferica&Itemid=839)>. Acesso em: 15 set. 2019.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE (OPS). **Água e Saúde**. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/ambiente/UploadArq/água.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2019.

OTOBO, A. O.; SANTANA, A. C.; COSTA, C. F. Índice De Responsabilidade Socioambiental Empresarial No Distrito Administrativo De Icoaraci (Daico), Belém – Pará. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 12, p. 287-310, jan./abr. 2016.

PASSOS, L. S.; BRUNA, G. C. Certificação ambiental LEED: mapeamento em São Paulo. **Mix Sustentável**, v. 5, p. 41-54, jul. 2019.

PAULA, H. M. **Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de Goiânia: avaliação da qualidade da água em função do tempo de detenção no reservatório**. 2005. 215 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

PEARSON EDUCATION DO BRASIL. **Gestão Ambiental**. São Paulo: Ed. Pearson Prentice Hall, 2011.

PERÉM, J. I.; CARAM, R. M. **Interação da ventilação natural, mecânica e climatização: estudo do Hospital Sarah Kubitschek Fortaleza, do arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé**. Em: ENCAC 2007 – IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2007, Ouro Preto – MG. Anais do ENCAC, 2007.

PETERSEN, A. K.; SOLBERG, B. Greenhouse gas emissions, life-cycle inventory and costefficiency of using laminated wood instead of steel construction. **Environmental Science & Policy**, 2002.

PICCOLI, R.; KERN, A.; GONZÁLEZ, M.; HIROTA, E. A certificação ambiental de prédios: exigências usuais e novas atividades na gestão da construção. **Revista Ambiente Construído**, v. 10, n. 3, p. 69-79, jul./set. 2010.

PINHEIRO, M. D. **Ambiente e construção sustentável**. 1. ed. Amadora (Portugal): Instituto do Ambiente, 2006.

PIRES, F. M. **Análise do Comportamento Sustentável das Empresas do Setor da Construção Civil da Grande Florianópolis**. 2008. 73 f. Monografia (Graduação em Economia) – Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

PORTO, M. E. H.; SILVA, S. V. **Gestão do projeto de reaproveitamento dos entulhos de concreto gerados pela construção civil**. Disponível em: <[www.labceo.com.br/bibliografia/archive/files/h-28\\_e619786fa7](http://www.labceo.com.br/bibliografia/archive/files/h-28_e619786fa7)>. Acesso em: 03 set. 2019.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C.A. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: ABORDAGEM GERAL. **Revista Técnico Científica**, v. 1, n. 1, 2013.

PRADO, R. T. A. et al. **Levantamento do Estado da Arte – Energia Solar – Tecnologias para construção habitacional mais sustentável** – Projeto FINEP 2386/04 - São Paulo, 2007.

QUADROS, R.; TAVARES, A. N. **À conquista do futuro: sustentabilidade como base da inovação de pequenas empresas**. Disponível em: <<https://ideiasustentavel.com.br/next-mpe-sustentabilidade-como-base-da-inovacao-de-pequenas-empresas/>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

REIS, R. P. A. **Proposição de parâmetros de dimensionamento e avaliação de desempenho de poço de infiltração de água pluvial**. 2005. 228 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

RÍOS-OSORIO, L. A.; CRUZ-BARREIRO, I. C.; WELSH-RODRÍGUEZ, C. M. The concept of sustainable development from an ecosystem perspective: history, evolution, and epistemology. **WIT Transactions on State-of-the-art in Science and Engineering**, v. 64, p. 29-45, 2013.

ROSCOE, M. T. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. Monografia (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

RUIZ, A. G. **Eficiência energética na construção civil**. Disponível em: <<http://www.brasiliengenharia.com/portal/noticias/noticias-da-engenharia/7653-eficienciaenergetica-na-construcao-civil>>. Acesso em: 02 set. 2019.

SALVADOR, S. **Inovação de produtos ecológicos em cortiça**. Disponível em: <[http://www.dem.ist.utl.pt/~m\\_pta/pdf/SofiaSalvadorProjecto.pdf](http://www.dem.ist.utl.pt/~m_pta/pdf/SofiaSalvadorProjecto.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2019.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental e seu papel na gestão de empreendimentos**. In: VILELA, A. J.; DEMAJOROVIC, J. (ed.), Modelos e ferramentas da gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações, Senac, São Paulo, p. 85-114, 2006.

SANTO, H. M.; INÁCIO, E. **Procedimentos para uma certificação da construção sustentável**. Repositório Universidade Nova: Lisboa, Portugal, 2010.

SANTOS, A. N. **Diagnóstico da situação dos resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Petrolina (PE)**. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2008.

SANTOS, G. M. **CERTIFICAÇÃO LEED: Sustentabilidade em empreendimentos imobiliários para certificação ambiental**. São Paulo, 2014.

SAVASTANO, H. **Materiais à base de cimento reforçados com fibras vegetais: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo**. 2000. 152 f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SCHIRMER, W. N. et al. A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. **Ciência e saúde coletiva**, v. 16, p. 3583-3590, ago. 2011.

SEEBODE, D.; JEANRENAUD, S.; BESSANT, J. Managing innovation for sustainability. **R&D Management**, v. 42, p. 195-206, maio 2012.

SERRANO, C. H. B. **Casa Popular: Bloco Celular Autoclavado. Universidade para o desenvolvimento do estado e da região do pantanal curso de engenharia civil bacharelado.** Osasco, São Paulo. 2018.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS (SEBRAE). **Construções sustentáveis conquistam consumidores.** Disponível em: <[http://www.sebraepr.com.br/portal/page/portal/PORTAL\\_INTERNET/ASN\\_AGENDA/ASN\\_PA](http://www.sebraepr.com.br/portal/page/portal/PORTAL_INTERNET/ASN_AGENDA/ASN_PA)>. Acesso em: 02 set. 2019.

SFAKIANAKI, E. Resource-efficient construction: rethinking construction towards sustainability. **World Journal of Science, Technology and Sustainable Development**, v. 12, p. 233-242, jul. 2015.

SILVA, A. F. F. **Gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com a resolução CONAMA nº. 307/02: estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte.** 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SILVA, P. D. R. **Reutilização de elementos Construtivos na Construção.** 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto, Porto, Portugal, 2008.

SILVA, V. G. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica.** 2003. 31 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: Diretrizes e bases metodológicas. São Paulo.** 2003. 333 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2003.

SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ L. A. **Potencial de Economia de Água Tratada Através do Aproveitamento de Águas Pluviais em Postos de Combustíveis: Estudos de Caso.** CLACS' 04 – I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais.... CD Rom, 2004.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE SÃO PAULO (SINDUSCON/SP). 2017. Site institucional. Disponível em: <<http://sindusconsp.com.br/msg2.asp?id=87>>. Acesso em: 01 nov. de 2017.

SINGH, N.; PARK, Y. H.; MTOLMIE, C. R.; BARTIKIWSKI, B. Green Firm-Specific Advantages for Enhancing Environmental and Economic Performance. **Global Business and Organizational Excellence**, nov./dez, 2014.

SOLANO, R. B. P. **A importância da Arquitetura Sustentável na redução do impacto ambiental.** Disponível em: <<https://www.usp.br/nutau/CD/28.pdf>>. Acesso em 26 set. 2019.

SOUSA, P. M. da S. **Construção Sustentável – contributo para a construção de sistema de certificação**. 2012. 307 f. Dissertação (Engenharia Civil) - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

SOUZA, M. **Construção Sustentável – Eco Friendly**. Disponível em: <<http://www.stant.com.br/construcao-sustentavel-eco-friendly/>>. Acesso em: 04 out. 2019.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V.; ANDRADE, A. C. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Revista Ambiente Construído**, v. 4, p. 33-46, out./dez. 2004.

SPERB, M. R. **Avaliação de tipologias habitacionais a partir da caracterização de impactos ambientais relacionados a materiais de construção**. 2000. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SUSTENTARE. **Implementação de um sistema de avaliação de desempenho ambiental da construção – LEED**. Consultoria em Sustentabilidade: Lisboa – Portugal, 2009.

TÉCHNE. **Como construir: lajes nervuradas e formas reaproveitáveis**. 2018. Disponível em: <<https://techne.pini.com.br/2018/03/como-construir-lajes-nervuradas-e-formas-reaproveitaveis/>>. Acesso em: 06 nov. 2019.

TURIEL, I.; HOLLOWELL, C. D.; MIKSCH R.; RUDY J. V.; YOUNG, R. A.; COYE, M.J. The effects of reduced ventilation on indoor air quality in an office building. **Atmos Environ**, v. 17, p. 51-64, 1983.

VALENTE, J. P. **Certificações na Construção Civil: um comparativo entre LEED e HQE**. 2009. 71 f. Dissertação (Projeto de Graduação do Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

VERAS, M. R. **Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social na Cidade de São Paulo: análise de obras**. 2013. 150 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.

VIANNA, N. S.; RAMOS, J. O. **Acústica arquitetônica & urbana**. Apostila do Curso de Extensão em Arquitetura e Urbanismo da Empresa YCON, 2005, 79 p.

WAIDYASEKARA, K. G. A. S.; DE SILVA, L.; RAMEEZDEEN, R. Application of “R” principles to enhance the efficiency of water usage in construction sites. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 7, n. 4, p. 400-412, 2017.

WINES, J. **Green Architecture**. Milão: Taschen, 2000.

WOLKOFF, P.; NIELSEN, G. D. Organic compounds in indoor air -Their relevance for perceived indoor air quality? **Atmos Environ**, v. 35, p. 4407-4417, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Indoor Air Quality: Organic Pollutants**. EURO Reports and Studies n. 111. Copenhagen, 1989.

WORLDWATCH INSTITUTE. **Vision for a Sustainable World**. Disponível em: <<http://www.worldwatch.org/>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

YEMAL, J. A.; TEIXEIRA, N. O. V.; NAA, I. A. cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 1-10, maio 2013.

YIP, W. H. A.; BOCKEN, N. M. P. Sustainable Business model archetypes for the banking industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 150-169, fev. 2018.

ZENID, G. J. **Madeira**: uso sustentável na construção civil. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

ZULBERSZTAIN, D.; LINS, C. **Sustentabilidade e geração de valor: a transição para o século XXI** – Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

## APÊNDICE A

### MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: **PANORAMA DAS AÇÕES SUSTENTÁVEIS NAS CONSTRUTURAS DA CIDADE DE SANTA MARIA - RS**

Pesquisador responsável: Amanda de Mello Oliveira

Instituição/Departamento: UFSM

Telefone e endereço postal completo: (55) 3220-8144. Avenida Roraima, 1000, prédio 07, Centro de Tecnologia, 97105-970 - Santa Maria - RS.

Local da coleta de dados: Santa Maria, RS

Eu Amanda de Mello Oliveira, responsável pela pesquisa PANORAMA DAS AÇÕES SUSTENTÁVEIS NAS CONSTRUTURAS DA CIDADE DE SANTA MARIA – RS, o convidamos a participar como voluntário deste nosso estudo.

Esta pesquisa pretende verificar nas construtoras da cidade de Santa Maria - RS, através de pesquisa aplicada, as estratégias e o panorama das ações sustentáveis utilizadas. Para sua realização será feito o seguinte: será realizada uma pesquisa diretamente com as construtoras. O instrumento de coleta de dados será um questionário. A partir das informações coletadas, posteriormente serão analisadas e interpretadas a fim de que sejam obtidos os elementos necessários para discorrer sobre o tema proposto. Sua participação constará de responder o questionário empregado no estudo.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores.

Você tem garantida a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Também serão utilizadas imagens.

Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica, também, garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

### **Autorização**

Eu, \_\_\_\_\_, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

---

Assinatura do voluntário

---

Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

Santa Maria, RS.

## APÊNDICE B

### QUESTIONÁRIO SOBRE O PANORAMA DAS AÇÕES SUSTENTÁVEIS NAS CONSTRUTORAS DA CIDADE DE SANTA MARIA - RS

Autora: Amanda de Mello Oliveira

- 1) A construtora adota métodos que busquem a sustentabilidade em suas obras e edificações? Se sim, como ocorre esse planejamento prévio? Se não, qual o motivo de não adotar?
- 2) Acontece o aproveitamento dos recursos naturais passivos (sol, chuva, vento, vegetação, clima) nas obras e edificações buscando uma redução de gasto energético e hídrico? Quais?
- 3) Acontece o uso de equipamentos e/ou aparelhos para uma melhor eficiência energética nas edificações? Como por exemplo o uso de placas fotovoltaicas para aquecimento de água ou uso de sensores para luzes nos corredores.
- 4) Como a construtora gerencia o uso da água? Faz reuso das águas cinzas ou aproveitamento da água da chuva? Ou então faz o uso de aparelhos restritores de vazão?
- 5) Como acontece a gestão de resíduos na obra? Utiliza o método de reutilização ou reciclagem? Cumpre as normas de separação/armazenamento/transporte/destinação?
- 6) Existe algum planejamento para a qualidade do ar e do ambiente interno? (Aberturas, ventilação, renovação do ar...)
- 7) Quais estratégias a empresa adota para obter conforto termo acústico em suas edificações?
- 8) A construtora usa alguma outra tecnologia sustentável ou inovação não comentada nas questões anteriores? Se sim, qual?
- 9) A empresa possui o conhecimento a respeito das certificações que estão presentes no mercado brasileiro? A empresa possui alguma certificação sustentável?
- 10) Qual a opinião da empresa sobre as certificações? (Lucratividade, custo, diferencial no mercado, dificuldade de implantação, burocracia...)