

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
NÍVEL MESTRADO

HENRIQUE DUARTE SINOVETZ

Análise do impacto da certificação LEED nos canteiros de obra de uma empresa de grande porte na cidade de Porto Alegre e propostas de adequação

SÃO LEOPOLDO

2017

Henrique Duarte Sinovetz

Análise do impacto da certificação LEED nos canteiros de obra de uma empresa de grande porte na cidade de Porto Alegre e propostas de adequação

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Eng. Daniel Reis Medeiros

SÃO LEOPOLDO

2017

S617a Sinovetz, Henrique Duarte.
Análise do impacto da certificação LEED nos canteiros de obra de uma empresa de grande porte na cidade de Porto Alegre e propostas de adequação / Henrique Duarte Sinovetz. – 2017.
113 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2017.
"Orientador: Prof. Dr. Eng. Daniel Reis Medeiros."

1. Construção civil – Aspectos ambientais. 2. Proteção ambiental – Normas. 3. Sustentabilidade. 4. Canteiro de obras. I. Título.

CDU 72

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecário: Flávio Nunes – CRB 10/1298)

Henrique Duarte Sinovetz

Análise do impacto da certificação LEED nos canteiros de obra de uma empresa de grande porte na cidade de Porto Alegre e propostas de adequação

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Aprovado em 10 de março de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Reis Medeiros – UNISINOS

Prof. Dr. Bernardo Fonseca Tutikian

Prof. Dr. Jairo Jose de Oliveira Andrade

Aos meus pais, meus mestres, pelo exemplo de dedicação e amor.

AGRADECIMENTOS

A D'us, por me proporcionar saúde e momentos em que eu possa crescer e me desenvolver.

Aos meus pais, José e Teresinha, que sempre foram o exemplo da minha vida. Por todo o amor, carinho e apoio nesta jornada.

A minha irmã, Simone, pelo suporte e compreensão nos momentos difíceis.

A minha namorada, Suzana, por todo carinho, paciência e amor, em todos os momentos ao meu lado, mesmo sem eu poder dar a atenção que ela merecia.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, pela disponibilidade e dedicação.

Aos todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, pessoas excepcionais que sempre estiveram dispostas a me auxiliar.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma sempre acreditaram no meu potencial, colaborando para esta conquista pessoal e profissional.

RESUMO

A indústria da construção civil é uma das maiores responsáveis pelos significativos e danosos impactos ambientais, seja pelo consumo de matéria prima, seja pela contaminação do solo, pela geração de resíduos, ou ainda, pela contaminação do ar. Portanto, o tema da sustentabilidade vem sendo abordado com mais frequência no mercado imobiliário. Esse tema se demonstra na construção civil através de projetos que utilizam métodos construtivos que reduzem o impacto ambiental, como por exemplo, reutilização de água, uso de energia solar e redução de resíduos. Para o período de construção deve-se pensar em um planejamento e controle de canteiro de obras adequado, com planos ambientais e ações claras para cada situação. Em diversos países, inclusive no Brasil, a sustentabilidade tem sido aplicada unida a selos de certificação ambiental para construções, o que passa a ser um diferencial de venda, dada a alta competitividade do mercado atual. Nesse contexto e partindo de um objeto de estudo de uma empresa de grande porte, da cidade de Porto Alegre, que decidiu pela certificação de suas futuras incorporações, o presente trabalho tem como objetivo analisar quatro canteiros de obra como estudo de caso, quanto ao atendimento dos requisitos da certificação *LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)* no momento de construção. A partir desse diagnóstico foi possível sugerir adequações aos canteiros futuros. E depois disso criar diretrizes para os planos ambientais, tais como: erosão e sedimentação, gestão de resíduos e qualidade do ar interior. Demonstrando, assim, que com planejamento de ações pode-se reduzir os danos e produzir impactos positivos à sustentabilidade.

Palavras-chaves: Canteiro de obras, sustentabilidade, certificação ambiental.

ABSTRACT

The construction industry is one of the main responsible for the significant and damaging environmental impacts, either by the consumption of raw material, by the contamination of the soil, by the generation of combings, either by the contamination of the air. Therefore, the sustainability theme has been approached more frequently in the real estate market. This theme is demonstrated in the civil construction through projects that use constructive methods that reduce the environmental issues, such as reuse of water, use of solar energy and reduction of wasting. During the construction period should be think about planning and controlling of adequate construction site, with environmental plans and clear actions for each situation. In several countries, including Brazil, sustainability has been applied together with environmental certification seals for buildings, which becomes a selling differential, given the high competitiveness of the current market. In this context and with a study object of a large company, of the city of Porto Alegre, which decided for the certification of its future incorporations, the present work has the objective of analysing four construction sites as a study case, regarding the LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) certification requirements at the time of construction. From this diagnosis it was possible to suggest adjustments to the future beds. And after that create guidelines for environmental plans, such as: erosion and sedimentation, waste management and indoor air quality. Demonstrating, therefore, that with planning actions can reduce damages and produce positive impacts to sustainability.

Keywords: Construction site, sustainability, environmental certification.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Selo AQUA.....	26
Figura 2 Selo BREEAM.....	27
Figura 3 Selo DGNB.....	28
Figura 4 Categorias da certificação LEED	29
Figura 5 Etapas para certificação LEED	32
Figura 6 Localização dos empreendimentos.....	39
Figura 7 Empreendimento 1.....	41
Figura 8 Empreendimento 2.....	41
Figura 9 Empreendimento 3.....	42
Figura 10 Empreendimento 4.....	42
Figura 11 Delineamento da pesquisa.....	44
Figura 12 Lava rodas da obra 1	50
Figura 13 Caixa de decantação para tratamento de água	51
Figura 14 Caixa de decantação para tratamento de água	52
Figura 15 Ambiente de moldagem de corpo de prova obra 2	52
Figura 16 Início da retirada do material para execução do corpo de prova.....	53
Figura 17 Local de armazenamento de corpo de prova	53
Figura 18 Talude do empreendimento 1	54
Figura 19 Forma de proteção de taludes	54
Figura 20 Proteção de árvores da obra 2.....	55
Figura 21 Proteção de árvores de obra.....	56
Figura 22 Sedimentos e água do canteiro, em frente da obra 1.....	56
Figura 23 Proteção de boca de lobo com manta e brita.....	57
Figura 24 Proteção de boca de lobo com manta e grelha.....	58
Figura 25 Kit Mitigação.....	59
Figura 26 Via estabilizada com brita	60
Figura 27 Utilização de caminhões pipa para estabilização de solo	60
Figura 28 Drenagem sendo realizada no empreendimento 1.....	61
Figura 29 Segregação de resíduos do empreendimento 1	64
Figura 30 Segregação de resíduos do empreendimento 2	64
Figura 31 Segregação de resíduos do empreendimento 3	65

Figura 32 Falta de segregação de resíduos do empreendimento 4	65
Figura 33 Tonéis para segregação de resíduos	66
Figura 34 Segregação de resíduos na fonte	66
Figura 35 Coletores de resíduos na área administrativa	67
Figura 36 Baia de resíduos – empreendimento 1.....	67
Figura 37 Baia de resíduos – empreendimento 2.....	68
Figura 38 Segregação de resíduos do empreendimento 3	68
Figura 39 Caçamba de resíduo e recipiente de areia – empreendimento 3.....	69
Figura 40 Baia de resíduos 1 – empreendimento 4.....	69
Figura 41 Baia de resíduos 2 – empreendimento 4.....	70
Figura 42 Baia de resíduos modelo.....	70
Figura 43 Lava pincéis	71
Figura 44 Caminhões com caçambas protegidas	72
Figura 45 MTRCC do município de Porto Alegre	73
Figura 46 Planilha de controle de saída de resíduos	75
Figura 47 Exemplo de gráfico gerado através da planilha de controle.....	75
Figura 48 Horas de treinamento de educação ambiental.....	76
Figura 49 Sinalização Ambiental	76
Figura 50 Depósito de tubulação de ar condicionado	79
Figura 51 Dutos de ventilação tamponados	79
Figura 52 Depósito de placas de gesso protegido	80
Figura 53 Funcionário varrendo entorno do empreendimento 4.....	81
Figura 54 Higienização do entorno da obra	81
Figura 55 Utilização de caminhão pipa para higienização da obra	82
Figura 56 Equipamentos de proteção Individual	83
Figura 57 Barreira evitando dispersão de poeira.....	85
Figura 58 Depósito de materiais químicos	85
Figura 59 Papa pilhas	86

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1 Registros e certificações LEED no Brasil.....	32
Grafico 2 Registros por categoria LEED no Brasil.....	32
Grafico 3 Registros por tipologia no Brasil	33
Grafico 4 Atendimento Geral de itens quanto ao PCES.....	61
Grafico 5 Atendimento Individual de itens quanto ao PCES	62
Grafico 6 Análise geral de itens quanto ao PGRCC.....	77
Grafico 7 Comparativo individual de itens quanto ao PGRCC	77
Grafico 8 Comparativo geral de itens quanto ao PQAI.....	86
Grafico 9 Comparativo individual de itens quanto ao PQAI.....	87
Grafico 10 Percentual de atendimento geral por empreendimento	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Dados gerais dos empreendimentos	40
Quadro 2 Cronograma simplificado de obra.....	43
Quadro 3 Itens de pesquisa de acordo com seus Planos Ambientais.....	45
Quadro 4 Quadro de situação das fases dos empreendimentos.....	45
Quadro 5 Fases de obra possíveis para os empreendimentos	46
Quadro 6 Análise do empreendimento.....	46
Quadro 7 Situação dos empreendimentos	48
Quadro 8 Análise dos empreendimentos quanto ao PCES.....	49
Quadro 9 Análise dos empreendimentos quanto ao item 4.2.....	63
Quadro 10 Análise dos empreendimentos quanto ao PQAI.....	78

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CDF	Certificado de Destinação Final
CFC	Clorofluorcarboneto
CIB	Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COV	Composto Orgânico Volátil
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GBC	Green Building Council
HQE	Haute Qualité Environnementale
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Standardization Organization
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LEED-CS	Leadership in Energy and Environmental Design – Core & Shell
MTRCC	Manifesto de Transporte de Resíduos da Construção Civil
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NR	Norma Regulamentadora
PCES	Plano de Controle de Erosão e Sedimentação
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PQAI	Plano de Qualidade do Ar Interior
SGE	Sistema de Gestão do Empreendimento
VRF	<i>Variable Refrigerant Flow</i>
USGBC	United States Green Building Council

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 DEFINIÇÃO DO TEMA OU PROBLEMA	16
1.2 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	16
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo geral	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 JUSTIFICATIVA	17
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 SUSTENTABILIDADE	19
2.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	20
2.3 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS	25
2.3.1 AQUA	25
2.3.2 BREEAM	27
2.3.3 DGNB	27
2.3.4 Certificação LEED	28
2.3.4.1 Certificação LEED-CS	32
2.3.5 Certificação ambiental e os canteiros de obras	34
2.3.5.1 Plano de Controle de Erosão e Sedimentação	36
2.3.5.2 Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	37
2.3.5.3 Plano de Qualidade do Ar Interior	37
3 METODOLOGIA	39
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA E OBJETO DE ESTUDO	39
3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	44
4.1 PLANO DE CONTROLE DE EROSÃO E SEDIMENTAÇÃO (PCES)	49
4.1.1 Lavagem de rodas	50
4.1.2 Lavagem de bicas	51
4.1.3 Moldagem de corpo de provas	52
4.1.4 Proteção de taludes	53
4.1.5 Proteção de árvores	55
4.1.6 Controle de sedimentação	56
4.1.7 Proteção de boca de lobo	57
4.1.8 Mitigação de vazamentos	58
4.1.9 Controle de qualidade da água	59
4.1.10 Aspersão de água nas vias não estabilizadas	59
4.1.11 Drenagem do terreno	61
4.2 PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	62
4.2.1 Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil – demolição	63

4.2.2 Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil - segregação de Resíduos na fonte	63
4.2.3 Baias de resíduos.....	67
4.2.4 Lavagem de pincéis	71
4.2.5 Transporte de resíduos	72
4.2.6 Destinação de resíduos	72
4.2.7 Reaproveitamento/reciclagem	74
4.2.8 Planilha de controle de saída de resíduos	74
4.2.9 Treinamento.....	75
4.3 PLANO DE QUALIDADE DO AR INTERIOR	78
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
APÊNDICE A - PROCESSO: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE CONTROLE DE EROÇÃO E SEDIMENTAÇÃO	96
APÊNDICE C - PROCESSO: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE QUALIDADE DO AR INTERIOR	108
APÊNDICE D – CHECK LIST LEED CS	112

1 INTRODUÇÃO

Os recursos naturais fazem parte de um mecanismo de transformação da matéria-prima para a conversão ao produto, e, de cada vez mais, buscar inovações tecnológicas para construir de forma mais racional, procurando a melhoria contínua de processos. A partir disso, surgem as edificações sustentáveis, onde o viés da construção visa a qualificação e técnicas que não agridam o meio, e que se possa assim, construir de forma responsável.

Para o Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB; UNEP, 2002), a construção sustentável é a forma de manter o equilíbrio entre o meio ambiente e o ambiente construído. Também é importante salientar que o crescimento econômico deve estar alinhado com o desenvolvimento da sociedade.

O entendimento de meio ambiente por vezes é tido como sinônimo de flora, fauna, solo, clima, entre outros. No entanto, é a união destas relações que o representam, em conjunto com suas condições de manutenção e perenização da vida, onde a forma da ação humana faz parte deste contexto, uma vez que as interações sociais garantem a sobrevivência humana (BUENO, 2007).

A partir de meio ambiente também pode-se entender como a interação entre o meio, formado pelas ações e intervenções humanas, socioculturais e o ambiente físico, a partir da condição dada por este conjunto (SANCHEZ, 2013).

Sustentabilidade é a busca pelo desenvolvimento. Ela é tida como conceito ecológico, porém impraticável na atualidade, devendo haver uma busca por processos que a façam prática e deixe de ser apenas uma utopia (ROSA, 2007). A preservação ambiental não significa a negação do acesso à natureza, mas sim, a utilização adequada e que não desestabilize esse sistema vivo.

Assim como os seres humanos, as empresas buscam imediato resultado para as soluções encontradas e aos planos traçados. No entanto, é necessário que, quando houver a discussão sobre o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, não deixemos de pensar em longo prazo. As ações tomadas hoje serão refletidas nas gerações futuras, de acordo com a Comissão Brundtland (WCED, 1987) serão eles os maiores beneficiados.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 80%

da população brasileira aloca-se nos grandes centros urbanos. Conjuntamente com esse crescente número populacional, deve-se preparar para que a infraestrutura da cidade seja suficiente para as necessidades básicas do ser humano, como abastecimento de água e o tratamento de esgotos (CBIC, 2011).

A construção sustentável não é uma simples tendência. É uma abordagem de construção adaptada às exigências do seu tempo, cuja relevância e importância só continuarão a aumentar. Os seus benefícios são diversos, e podem ser classificados em três frentes: ambiental, econômica e social (NAPIER, 2016).

A sustentabilidade, dentro da arquitetura necessita da integração das partes, como fatores ambientais, sociais, infraestrutura e econômicos, e desta forma o conceito é adequado conforme as necessidades do projeto e do contexto no qual o mesmo é inserido (GONÇALVES; DUARTE, 2006). Apesar da contribuição no desenvolvimento socioeconômico do país, sabe-se que o ciclo construtivo traz diversos males ao meio. Desde a aquisição do terreno, retirada de árvores, manufatura de insumos e posterior construção, modificação da arquitetura da sociedade e destinação dos resíduos construtivos e/ou sua demolição, o impacto negativo é bastante claro, e por isso, faz-se importante uma reflexão quanto à necessidade de construir de forma sustentável (CIB; UNEP, 2002).

Foi na década de 1990 que o tema sustentabilidade apareceu com maior força no Brasil, dando ênfase à arquitetura (GONÇALVES; DUARTE, 2006). Desde lá, tem-se evoluído exponencialmente quanto à preocupação com o meio ambiente no país. Atualmente, o Brasil ocupa a 4ª colocação no *ranking* mundial de empreendimentos sustentáveis com certificação *Leadership in Energy & Environmental Design (LEED)*.

Representada pela organização não governamental *Green Building Council Brasil* (GBC Brasil), a certificação ambiental para novas construções tem vem apresentando um maior interesse do mercado imobiliário pela sustentabilidade. Porém, percebe-se que esses empreendimentos são basicamente comerciais, existindo, ainda, resistência à certificação ambiental de prédios residenciais com temor ao custo gerado pelas alterações necessárias em projetos e durante a execução.

Para Kats (2003), projetar de forma sustentável é mais barato do que se

pensa e gera mais renda que o previsto. Através de pesquisa realizada nos Estados Unidos mensurou-se o consumo de energia de edificações em 45%; número este que pode ser otimizado fazendo-se uso de ações sustentáveis.

1.1 DEFINIÇÃO DO TEMA OU PROBLEMA

De acordo com o IBGE (2013) em 2030 o Brasil será formado por mais de 223 milhões de habitantes. Em decorrência desse crescimento populacional e do desenvolvimento das cidades, torna-se imprescindível um olhar correlacionado à sustentabilidade no meio imobiliário.

A construção civil brasileira tem passado por grandes mudanças nas últimas décadas, que são decorrentes de fatores como o aumento de exigências do consumidor, a baixa disponibilidade de mão-de-obra e a escassez de matéria-prima. Por isso, diversas empresas têm investido nas inovações de tecnologia construtiva, porém ainda se dá pouca importância na sustentabilidade das edificações residenciais. O mercado ainda não enxerga que construir a partir de projetos sustentáveis pode gerar economia de água e energia, além de aumentar a qualidade de vida da população.

1.2 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho está voltado ao estudo das adequações necessárias no sistema de gestão de engenharia no canteiro de obras de uma empresa de grande porte de Porto Alegre para certificação ambiental *LEED* de forma a que suas próximas edificações atendam aos requisitos necessários. As análises elaboradas serão limitadas à fase de construção do empreendimento.

1.3 OBJETIVOS

Os objetivos desta proposta de pesquisa dividem-se em geral e específicos, conforme apresentado a seguir.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é analisar e propor adequações quanto aos requisitos de responsabilidade da gestão do canteiro de obras de uma construtora na cidade de Porto Alegre, para que as próximas edificações obtenham a certificação ambiental *LEED*.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a. realizar diagnóstico em quatro empreendimentos da empresa em relação ao atendimento dos itens referentes à etapa de obras da Certificação *LEED*, a partir dos seus requisitos presentes nos seguintes documentos: Plano de Controle de Erosão e Sedimentação, Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, Plano da Qualidade do Ar Interior;
- b. a partir do diagnóstico realizado propor adequações na gestão dos canteiros de obra,
- c. por fim, propor modelos de diretrizes adaptados à característica da empresa para elaboração dos Planos.

1.4 JUSTIFICATIVA

A preocupação com o meio ambiente e o desenvolvimento urbano sustentável tem sido palco para diversas discussões no mundo atual, devido à escassez de recursos. Alinhado a isso, com o crescente desenvolvimento do mercado imobiliário no Brasil, é necessário que seja pensada uma forma de construir sem agredir ao meio ambiente e a própria população.

A construção civil consome uma grande diversidade de materiais, energia, água, dentre outros recursos. À medida que este consumo seja otimizado e seu uso aproveitado da melhor maneira possível, garante-se um melhor desenvolvimento para a população, imbuindo também a conscientização para todas as partes envolvidas no processo. Em meio a essa realidade, surgem os processos de certificação ambiental de empreendimentos, que colaboram minimizando os

impactos ambientais, utilizando de uma forma mais consciente os recursos naturais e trazendo diversos benefícios ao usuário.

Estando a empresa projetando a construção de um empreendimento sustentável certificado, surge a necessidade de um maior entendimento do tema. Com isso, a escolha foi direcionada para uma área da qual ainda não existem grandes estudos; as responsabilidades do canteiro de obras para a certificação de empreendimentos quanto ao selo *LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)*.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa encontra-se dividida em cinco capítulos. No primeiro capítulo, introduz-se o tema, onde se destacam o contexto e a justificativa da pesquisa, havendo o delineamento do objetivo geral e objetivos específicos. O segundo capítulo constitui a revisão bibliográfica, cujo tema principal é a sustentabilidade e demais itens que corroboram para a compreensão do tema. Destacam-se: a atividade da construção civil, as certificações ambientais e as ações em canteiro de obras. No terceiro capítulo, a partir da definição do problema e da fundamentação teórica, discorre-se sobre a metodologia da pesquisa adotada para elaboração da dissertação e apresenta-se o estudo de caso. No quarto capítulo, são apresentados os resultados deste trabalho, que contemplam: a caracterização dos canteiros de obras visitados, comparações com trabalhos similares e identificação das melhorias necessárias para melhoria dos canteiros. Por fim, no quinto capítulo, apresentam-se as considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SUSTENTABILIDADE

A palavra sustentabilidade é empregada para explicar o valor sistêmico que congrega vários setores das esferas sociais. Nestes conceitos, as diferentes áreas atuam em conjunto, relacionando-se entre si sem perder suas características próprias, mas ampliando o seu escopo através de trocas. Na área da construção civil não é diferente. Meio ambiente, economia e sociedade são núcleos relacionados em um único projeto, sendo que cada área é utilizada e influenciada de alguma forma pelo setor da construção civil. Porém, a causa ambiental assume dimensões mais graves, uma vez que compromete o equilíbrio do ecossistema e atinge as demais camadas socioeconômicas. A intensa utilização de recursos naturais como madeira, a extração inadequada de areias, o uso excessivo de energia e os destinos inadequados de resíduos causam reflexos bastante negativos nos ecossistemas e na perda da biodiversidade (ROCHETA; FARINHA, 2007).

Outro aspecto a salientar é o uso de fontes de energia para o desenvolvimento das atividades sociais. A medida da evolução e crescimento da população existe a necessidade de buscar-se fontes renováveis. Elementos que no passado não tinham seu custo mensurado, como energia, ar e água, que são essenciais à vida humana atualmente, passam a ser alternativa (LUCON; GOLDEMBERG, 2007).

Para Zangalli Júnior (2012), o entendimento de sustentabilidade não se baseia apenas no meio, mas busca a sua interação entre a sociedade e a natureza. A partir desta conjunção de elementos os conceitos ambientais devem ser formados, de forma que os mesmos não agridam a nenhuma das partes.

Segmentos que fazem parte da organização social, como os meios de transporte e comunicação, além das residências, indústrias, comércio, agricultura e vários campos da sociedade, precisam da disponibilidade das várias formas de energia. Desta forma, na corrida acirrada pelas mudanças para galgar mais vantagens e benefícios socioeconômicos, a cada ano a procura por recursos para a

geração de energia cresce e recebe nova configuração de caráter estratégico e até disputas internacionais em busca de muitos desses recursos. É o que afirma Sattler (2011), quando considera os danos causados pela cadeia da atividade construtiva, desde a extração e o uso de materiais brutos, até o seu transporte e posterior conversão na obra, onde se darão desperdício e geração de resíduos, sem mencionar-se a durabilidade dos produtos finalizados.

Neste cenário, o ramo da construção civil precisa considerar e avaliar todos esses aspectos para ordenar de forma equilibrada sem causar estagnação dos recursos naturais. Ao mesmo tempo precisa contemplar as expectativas de cunho monetário que envolvem as negociações que são inerentes à área. E se faz necessário diferenciar o correto uso do meio ambiente do impacto ambiental. Para a NBR ISO 14001:1996, o aspecto ambiental é todo o impacto que a empresa gera ao meio ambiente, desde as suas atividades até o produto final. Já o impacto ambiental é qualquer interferência no meio ambiente causado pelas atividades, produtos ou serviços de uma organização. Complementando, pode-se dizer que a relação entre aspectos ambientais e impactos é uma relação de causa e efeito em que um aspecto ambiental se refere a um elemento da atividade, produto ou serviço da organização, que pode ter um impacto benéfico ou adverso sobre o meio ambiente. Assim, o impacto ambiental se refere às mudanças que ocorrem no meio ambiente como um resultado do aspecto (DEGANI; CARDOSO, 2002).

2.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção tem uma importância significativa no desenvolvimento (SANTOS; CAMPOS, 2014). A construção civil é um dos setores da economia que mais geram impactos nocivos sobre o meio ambiente, como consumo de energia e água, utilização de materiais e produção de resíduos, e esse fato exige a consciência da necessidade do desenvolvimento sustentável, pois é preciso evitar a diminuição gradativa dos recursos naturais do planeta sustentável (ROCHETA; FARINHA, 2007).

Os edifícios e outras obras influenciam a natureza, função e aparência do meio ambiente (ROCHETA; FARINHA, 2007). Caso seja fundamentada nas

preocupações de sustentabilidade implica um processo permanente, constituído por um conjunto de medidas diversificadas, que devem ser integradas ao processo construtivo, desde a extração de matérias-primas, passando pelo planeamento, projeto de construção e utilização até a possível demolição e destino final dos resíduos resultantes. Em todas estas fases há a geração de resíduos.

Existem muitos aspectos negativos ambientalmente durante o período construtivo de empreendimentos residenciais. A poluição é um exemplo. Ao iniciar a construção de um edifício se deve ter o cuidado com a não contaminação do solo e com o descarte dos resíduos sólidos gerados. No que se refere aos resíduos líquidos, os mesmos deveriam ser tratados para posteriormente serem destinados à rede pública, evitando contaminação das águas (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Garantir que as etapas do processo de construção de edificações, de cunho residencial ou comercial, sejam efetivadas sem altos índices de degradação ambiental deve ser prerrogativa das construtoras para serem bem vistas perante o nicho de mercado e da sociedade. Segundo o *United States Green Building Council*, bom desempenho ambiental é quando um empreendimento minimiza e/ou elimina os seus impactos negativos no meio ambiente e nos usuários (DEGANI; CARDOSO, 2002).

De acordo com Tamayo (2011) é necessário que todos os envolvidos no desenvolvimento de empreendimentos imobiliários, como investidores, desenvolvedores, designers e usuários finais sejam conscientes da importância que representa para a preservação da planeta reduzir o impacto ambiental causado pela construção e operação de edifícios.

O mercado imobiliário brasileiro tem demonstrado apresentado tender à sustentabilidade, fazendo acreditar-se que num futuro próximo seja uma demanda do consumidor o desenvolvimento de edificações *greenbuilding*. Assim, construir de forma sustentável, além de uma necessidade ambiental, pode se transformar numa estratégia de mercado das construções (MOULIN NETTO, 2010).

É fundamental que os profissionais de engenharia e arquitetura se reúnam para discutir as premissas do projeto e adequações necessárias para atingir o nível de sustentabilidade objetivado. Desta forma, entende-se que a troca de ideias, a busca por inovações construtivas e de materiais é importante para atingir o potencial

operacional mais alto possível para o edifício (AMARAL, 2013).

Responsável por um grande consumo de água tratada (21%), eletricidade (42%) e geração de resíduos (65%), a construção civil é um dos setores com maior impacto negativo ao meio ambiente. No entanto, esses percentuais podem reduzir drasticamente, variando de 30% (em referência à utilização de água) a até 50% na geração de resíduos da construção civil (CASADO, 2011).

Tomando como base as empresas que têm priorizado a construção de suas edificações com critérios sustentáveis, e realizando uma análise dos aspectos e impactos ambientais das atividades construtivas durante o ciclo de vida dos edifícios, podem ser verificadas várias oportunidades de melhoria nos projetos arquitetônicos (DEGANI; CARDOSO, 2002). Para tanto, a pré-organização das fases permite melhor gerenciamento, controle de materiais e utilização consciente e sustentável dos meios naturais. A fase de planejamento é um dos pontos mais relevantes a ser priorizado na construção, pois é a partir desta que existe a coleta de informações referentes ao empreendimento como um todo. Depois desse levantamento, é possível definir as especificações gerais do produto. Assim, determina-se as exigências e regulamentações em determinada localidade.

A fase de implantação refere-se à evidenciação das primeiras consequências decorrentes dos recursos selecionados. Por esse motivo, torna-se fundamental a seleção consciente de recursos, de acordo com as características e métodos construtivos associados, para que desta forma não desencadeiem problemas como agressão ao meio ambiente durante o transporte, descarga e local de armazenagem no canteiro, bem como a forma de sua aplicação, que deve ser de maneira menos nociva ao ambiente o possível. Para isso, a empresa deve dotar de sistema de qualificação de seus fornecedores, tanto de mão-de-obra quanto de materiais. Assim sendo, a escolha por recursos naturais deve ter como premissa a capacidade de minimizar a geração de resíduos, e que os mesmos, quando forem gerados, possam ser reciclados ou renovados no ambiente. Mais eficiente é o procedimento quando consegue fazer uso de materiais recicláveis, ou com elementos recicláveis, e, se possível, que sejam de fácil aquisição em locais de comércio ao entorno da obra, a fim de evitar longos percursos de transporte. Nessa etapa deve-se definir os métodos construtivos adotados. A padronização dos métodos construtivos dentro do

canteiro de obras facilita nesta etapa. Com a repetitividade de processos e sequenciamento dos mesmos é possível controlar com maior propriedade o desperdício de materiais e evita-se o consumo de energia. (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Na etapa de uso, pode-se fazer uma analogia a norma de desempenho NBR 15.575 – Desempenho em edificações. A mesma rege níveis de desempenho mínimos a serem atendidos pelas construções. Ao projetar e construir uma edificação é necessário considerar a durabilidade dos elementos desta, além de não criar ambientes insalubres. Quanto à previsão de consumos de água e energia despendidos nesta etapa, estes serão resultado de um projeto pensado na etapa de concepção, onde soluções para minimizar estes gastos devem ter sido previstas (DEGANI; CARDOSO, 2002).

A fase de manutenção é decorrência de um bom estudo, execuções e soluções adotadas em projeto nas fases anteriores. A partir da edificação existente deve-se facilitar o acesso a todas instalações, fazendo com que as atividades de manutenção sejam as mais eficientes possíveis. Também devem constar no projeto, as possibilidades de expansão e modernização no empreendimento para o futuro, observando o mínimo de impacto no entorno do mesmo (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Na fase de demolição é necessário pensar como um efetivo desmonte racional dos elementos de construção, e não a sua destruição. Após este, também deve haver um cuidado para a destinação destes materiais. O ideal é que todos os componentes tenham a possibilidade de serem reciclados ou reutilizados, evitando perdas e agressões ao ambiente. Neste último quesito também deve ser tomado cuidado com o possível desprendimento de gases inflamáveis como o clorofluorcarbono (CFC) (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Segundo Pinheiro (2003), os edifícios construídos pelos preceitos de sustentabilidade asseguraram grande satisfação aos ocupantes, relativa à eficiência para operar e por serem mais saudáveis na utilização, desencadeando operações para uma manutenção mais reduzida e, conseqüentemente, menos onerosa. De acordo com o GBC (2011), desde 2007, ano em que o primeiro edifício da América Latina, recebeu a certificação *LEED*, a indústria da construção sustentável tem

crescido consideravelmente. As questões relativas à sustentabilidade estão em voga e o meio ambiente tem ganhado força nos últimos anos, principalmente, na sociedade brasileira.

O termo *greenbuilding*, no início da atuação do GBC Brasil, foi questionado quanto a sua aplicabilidade. Assim sendo, Kats (2003) explica que o termo é sugerido apenas às edificações e espaços urbanos que buscam a minimização do impacto ambiental durante sua construção e operação.

A criação de ambientes salubres para lazer e trabalho, integrando valores comerciais, sociais e ambientais trazem à tona o verdadeiro valor do *greenbuilding*. Atualmente, diversos são os casos no mundo onde este tipo de construção, a qual traz ganhos para a sociedade, recebe descontos tarifários como forma de incentivo.

Com o crescimento do tema sustentabilidade nas construções também se torna crescente o número de soluções existentes para se atingir uma satisfação quanto à execução dos processos e ao resultado final (GONÇALVES; DUARTE, 2006). Com o passar do tempo estas novas diretrizes e novos processos construtivos geram parâmetros para as construções de forma a se integrarem nas práticas construtivas e concepções dos edifícios.

A legislação brasileira não contempla conceitos e critérios para uma arquitetura sustentável sendo que os códigos de obra são muito mais normativos do que viabilizados para prática (GONÇALVES; DUARTE, 2006). Quanto ao impacto ambiental do edifício em construção ou do edifício em operação, não existe ainda um suporte legitimado pela constituição brasileira que preconize itens de edificações de menor impacto ambiental, como um indicador de consumo de energia, por exemplo. No entanto, medidas calçadas nos valores metodológicos e científicos já elaboradas e em desenvolvimento no Brasil estão com a aptidão legal de serem implementadas atreladas à decisão política.

Diversos países possuem seus sistemas de certificação ambiental, devido a preocupação com o impacto causado pelas construções. No Brasil, muitos empreendimentos já foram certificados e outros ainda estão em processo, mesmo que seguindo estas diretrizes estrangeiras (PICCOLI *et al*, 2012).

2.3 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS

Quando surge a necessidade de se qualificar edifícios em termos de sustentabilidade, surgem os sistemas de certificação sustentável de edifícios. A maioria avalia o desempenho de sistemas de construção em termos de eficiência energética, uso da água, localização, materiais, qualidade do ar usado e interior. (TAMAYO; 2011)

A etapa de construção responde por uma parcela significativa dos impactos ambientais negativos causados pela construção civil (COSTA, *et al.* 2012). De acordo com Barros e Silva (2015), o desenvolvimento das certificações ambientais baseia-se na busca pela redução, e até mesmo eliminação dos impactos ambientais causados pela construção.

Assim, diversas formas de certificação são criadas ao redor do mundo, possuindo seus próprios requisitos e métodos de análise, desde a sua localização até o bem-estar dos colaboradores da edificação. Ainda, elementos como prevenção de impactos ao solo, ar e escolha de materiais adequados também fazem parte do escopo das mesmas (CARDOSO, 2006).

2.3.1 AQUA

O processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é uma certificação brasileira baseada no HQE (*Haute Qualité Environnementale*), que busca aumentar a qualidade ambiental de um empreendimento em construção ou em reforma. O AQUA traz exigências de um Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) que permitem o planejamento, a operacionalização e o controle de todas as etapas de seu desenvolvimento.

Além de existir um sistema de gestão específico para o empreendimento, deve haver a avaliação da qualidade em três fases: pré-projeto, projeto e execução. Ela é feita para 14 categorias de preocupação ambiental e classificada nos níveis BASE, BOAS PRÁTICAS ou MELHORES PRÁTICAS, conforme perfil ambiental definido pelo empreendedor na fase pré-projeto. São as categorias:

- Relação do edifício com seu entorno
- Escolha de produtos e processos construtivos

- Canteiro de obras de baixo impacto ambiental
- Gestão de energia
- Gestão de água
- Gestão de resíduos de uso e operação do edifício
- Manutenção
- Conforto higrotérmico
- Conforto acústico
- Conforto visual
- Conforto olfativo
- Qualidade sanitária dos ambientes
- Qualidade sanitária do ar
- Qualidade sanitária da água

A Certificação AQUA-HQE é concedida pela Fundação Vanzolini, que faz três auditorias presenciais ao longo do desenvolvimento do empreendimento, a fim de verificar que todos os critérios de sustentabilidade foram atendidos. Fase Pré-Projeto (após elaboração do pré-projeto), fase Projeto (após elaboração dos projetos) e fase Execução (após a entrega da obra).

Figura 1 Selo AQUA



Fonte: AQUA, 2015.

A figura 1 representa o selo da certificação AQUA, entregue aos empreendimentos que atendem a todos os requisitos do sistema.

2.3.2 BREEAM

O sistema de certificação *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), foi o primeiro método de avaliação de edifícios, criado no Reino Unido em 1990. Atualmente, possui mais de 554.000 empreendimentos certificados e quase 2.254.800 registrados para avaliação.

A certificação é baseada em parâmetros de desempenho em uma série de categorias, como concepção de baixo impacto e redução de emissões de carbono; projetar durabilidade e resistência; adaptação às alterações climáticas; e valor ecológico e proteção da biodiversidade. Suas avaliações são realizadas por auditores independentes e licenciados, e após entregue o selo de certificação, representado pela figura 2.

Figura 2 Selo BREEAM



Fonte: BREEAM 2017

2.3.3 DGNB

O *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* (DGNB – Sociedade Alemã de Construção Sustentável) foi fundado em 2007 em colaboração com o Ministério dos Transportes, Edificações e Assuntos Urbanos. É um sistema de avaliação que incorpora a visão integrada do edifício ao longo de todo seu ciclo de vida (BARROS; SILVA, 2014), atualmente contando com mais de 400 projetos certificados.

Segundo o DGNB, o sistema de avaliação abrange todos os principais aspectos da construção sustentável: ambientais, econômicos, socioculturais e funcionais, tecnologia, processos e propriedade. Isso significa que o Sistema DGNB

é o único que valoriza tanto os aspectos econômicos como ambientais para uma construção sustentável.

O DGNB avalia o desempenho geral de um edifício ou zona urbana. O desempenho global sustentável de um edifício é avaliado com base em cerca de 50 critérios diferentes, agrupados em 6 categorias.

Figura 3 Selo DGNB



Fonte: DGNB 2017

2.3.4 Certificação LEED

O ciclo de projeto baseia-se em concepção, construção e uso/operação. Com o intuito de incentivar a otimização desse ciclo nos projetos, com o foco na sustentabilidade, foi criado o sistema *LEED* (GBC, 2015).

De acordo com Zangalli Júnior (2012), a certificação ambiental é incipiente no seu formato, uma vez que cada empresa emprega padrões técnicos diferentes entre si, havendo desta forma uma grande quantidade de órgãos certificadores ambientais.

Através do GBC Brasil, o sistema *LEED*, além de certificador, é orientativo ambientalmente para a construção das edificações, com o poder de transformar projetos (SANTOS; CAMPOS, 2014). O sistema *LEED* foi criado pelo United States Green Building Council (USGBC) para aferição do nível de sustentabilidade das construções (ROCHETA; FARINHA, 2007). O objetivo da certificação americana é de abranger um montante de 25% de construções sustentáveis no país e, a partir disso, disseminar a cultura para o percentual restante (HERNANDES; DUARTE; 2007). Esta aferição é feita através do *checklist*, onde quanto mais requisitos são atendidos, maior é a pontuação do empreendimento, podendo este se enquadrar em quatro categorias: a) bronze; b) silver; c) gold e d) platinum, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 Categorias da certificação LEED



Fonte: Que es LED, 2015.

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

a) *LEED for New Construction*: destinado a novas edificações e grandes que venham a incluir o sistema de ar condicionado, envoltória e realocação;

b) *LEED for Core& Shell*: destinado a edificações que comercializarão os espaços internos posteriormente. São foco da certificação a área comum, o sistema de ar condicionado, estrutura principal e fachadas. Costumeiramente têm-se como público desta certificação os empreendimentos comerciais;

c) *LEED for Commercial Interiors*: é a certificação para interiores comerciais voltados para o alto desempenho, baseando-se em condições salúbres e no aumento de produtividade por parte dos ocupantes. Escritórios os quais possuem este tipo de certificação possuem custos minimizados em sua operação e manutenção;

d) *LEED for Schools*: certificação destinada às escolas. Os ambientes criados devem propiciar aos ocupantes ambientes saudáveis e confortáveis, aumentando seu desempenho durante as aulas e da mesma forma, o bem-estar dos professores;

e) *LEED for Healthcare*: esta certificação é direcionada as necessidades específicas hospitalares. A partir de estudos realizados é possível comprovar que o ambiente construído do hospital, adjunto a capacitação de bem estar propicia aos pacientes uma recuperação mais rápida;

f) *LEED for Retail*: certificação voltada para as loja de varejo esta tipologia aborda duas opções de certificação:

g) *LEED for Retail NC*: LEED para novas construções ou grandes reformas em lojas de varejo;

h) *LEED for Cl*: LEED para interiores comerciais, quando a loja esta localizada dentro de um edifício; □

i) *LEED for Existing Buildings*: certificação focada na eficiência da operação e manutenção de edifícios existentes. Tem por objetivo maximizar a eficiência da operação;

j) *LEED for Neighborhood Development*: esta certificação é voltada para o desenvolvimento de bairros em sua totalidade; desde ruas até casas e áreas públicas. Integra princípios do desenvolvimento urbano sustentável por meio de diferentes tipologias de edificações e mistura de usos dos espaços urbanos.

De acordo com o GBC (2015), a certificação LEED possui sete focos a serem avaliados. São eles:

a) Espaço sustentável: este item baseia-se no todo do empreendimento, procurando minimizar o impacto da construção no ecossistema existente;

b) Eficiência do uso da água: foco no uso racional da água e redução do consumo de água potável. Busca por alternativas de tratamento e reuso;

c) Energia e atmosfera: busca por estratégias simples e inovadoras com o intuito de gerar eficiência energética nas edificações;

d) Materiais e recursos: incentiva o uso de materiais de baixo impacto ambiental, controle da geração de resíduos e seu correto descarte, evitando a sua destinação aos aterros sanitários;.

e) Qualidade ambiental interna: promove a qualidade ambiental interna, desde o ar até mesmo o conforto térmico e conforto luminico para os ocupantes. Cabe também a busca por materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, de forma a não agredir a saúde dos envolvidos;

f) Inovação e processos: incentiva a busca de conhecimento sobre *greenbuildings* e processos inovadores não descritos nas categorias do LEED;

g) Créditos de prioridade regional: incentiva os créditos definidos de acordo com as diferenças ambientais e socioeconômicas existentes em cada local.

A pontuação a ser atingida para certificação podera variar de 40 pontos, nível certificado, a 110 pontos, nível platina, sendo seus benefícios nos âmbitos econômico, social e ambiental conforme segue:

a) Econômicos: redução dos custos operacionais; valorização do imóvel; aumento na velocidade de ocupação (no caso de locação); modernização e aumento da produtividade do funcionário;

b) Sociais: melhoria da saúde dos ocupantes; aumento da integração com a comunidade; conscientização de trabalhadores da construção e ocupantes; necessidade dos fornecedores buscarem maiores responsabilidades socioambientais e aumento da satisfação e bem-estar dos usuários;

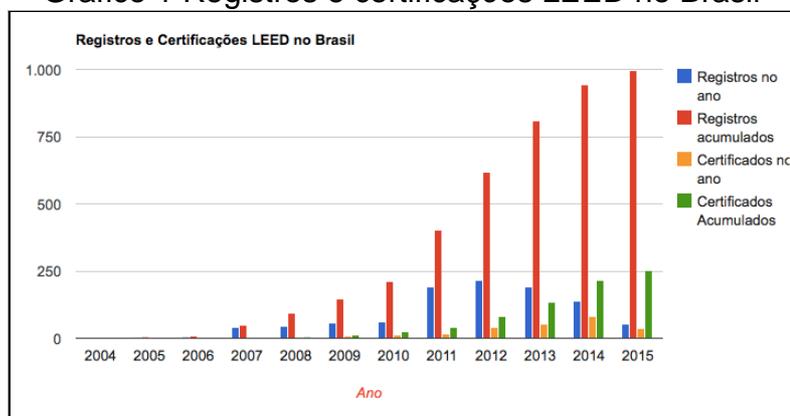
c) Ambientais: redução da extração dos recursos naturais, como água e energia; implantação consciente e ordenada; uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental, de forma racional; busca pela redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção.

Em relação ao incentivo da pratica sustentável nos Estados Unidos pode-se evidenciar uma série de fatores os quais se diferenciam no Brasil, tais como, o entendimento da sustentabilidade como elemento estratégico do desenvolvimento, apoio de instituições públicas e credibilidade da imagem de sustentabilidade. No Brasil, no entanto, os pontos principais se relacionam à valorização do projeto, ao mercado de fornecedores e ao efeito publicitário na divulgação dos produtos (ROCHETA; FARINHA, 2007).

No Brasil, o primeiro certificado *LEED* foi conferido a uma agência do Banco Real, o qual foi posteriormente adquirido pela instituição Santander, que passou a utilizar as práticas sustentáveis em toda a sua rede (GBC Brasil, 2014).

Atualmente, o Brasil consta com quase 1.000 empreendimentos registrados desde 2006, porém chegando a uma marca de apenas 250 certificados, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 Registros e certificações LEED no Brasil



Fonte: GBC Brasil, 2017

Para adquirir a certificação é necessário seguir o fluxo indicado pelo GBC Brasil (2017), conforme a figura 5:

Figura 5 Etapas para certificação LEED



Fonte: GBC Brasil, 2017.

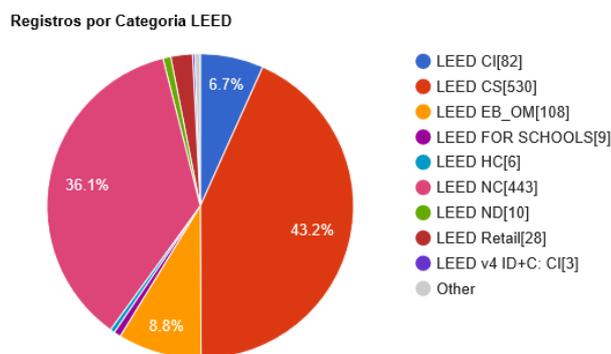
As etapas compreendidas pelo fluxo são:

- escolhe-se a tipologia do projeto a ser certificado;
- registra-se o mesmo pelo LEED ONLINE;
- envia-se os templates pelo LEED ONLINE;
- o material enviado é analisado por uma empresa auditora,
- recebe-se um aviso com o status da certificação.

2.3.4.1 Certificação LEED-CS

LEED *Core& Shell* (envoltória e estrutura principal), segundo o GBC Brasil (2015), é destinado para edificações cujos espaços internos sejam comercializados posteriormente, e desta forma não são levados em conta na certificação. Esta categoria representa 44,2% dos empreendimentos registrados atualmente no Brasil, conforme mostra o Gráfico 2.

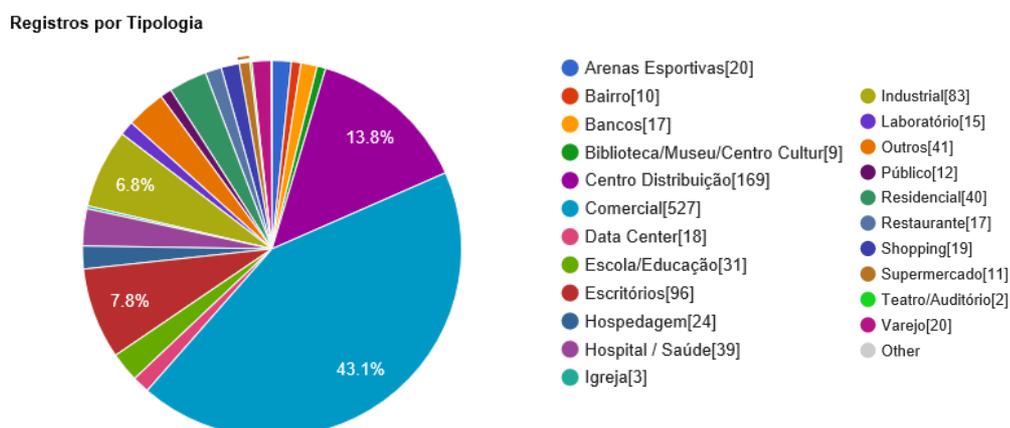
Gráfico 2 Registros por categoria LEED no Brasil



Fonte: GBC Brasil, 2017.

Os critérios da certificação englobam a área comum, o sistema de ar condicionado, a estrutura principal, além de elevadores e fachadas, facilitando, desta forma, a certificação de prédios comerciais. Independente da tipologia Core and Shell, pode-se perceber, com a leitura do Gráfico 3, que os empreendimentos comerciais são extremamente representativos, apresentando 41,9% do global de certificações.

Gráfico 3 Registros por tipologia no Brasil



Fonte: GBC Brasil, 2017.

O certificado LEED-CS é um processo que deve ser composto da participação de todos os envolvidos com o empreendimento, desde a concepção do projeto até os funcionários que irão colaborar com a construção (SANTOS; CAMPOS, 2014). Diversas são as estratégias aplicáveis a empreendimentos em suas fases de projeto, obra e uso. As mesmas podem envolver o bem-estar dos ocupantes como inserção de nichos de esportes e criação de bicicletários, fomentando a redução de

gases gerados pelos automóveis; e também devem prospectar conceitos arquitetônicos e construtivos, como, por exemplo prever a infraestrutura para instalação de ar condicionado tipo variablerefrigerantflow (VRF); busca por parceiros locais os quais possam fornecer os materiais; e projetar pisos e fachada com cores claras (SANTOS; CAMPOS, 2014).

O Eldorado Business Tower foi inaugurado em 2007 e foi o primeiro edifício a ter a certificação LEED-CS Platina na America Latina e o quarto no mundo. Diversas foram as tecnologias aplicadas na obra, visando a certificação, como medidores de consumo de água e energia individuais e reutilização da água para a limpeza do prédio. Porém, o mesmo foi certificado na versão 2.0 do LEED. A versão atual é a 3.0, aonde alguns itens de pontuação sofreram alterações. Com isso, pode-se perceber através da tabela 1 que a atualização do sistema de certificação busca uma maior rigidez para obtenção do certificado (SANTOS, 2012).

Tabela 1 Compartivo da certificação LEED 2.0 x LEED 3.0

Nível de certificação	Pontuação necessária no LEED 2.0	Pontuação necessária no LEED 3.0
Certificado	23 a 27 pontos	40 a 49 pontos
Prata	28 a 33 pontos	50 a 59 pontos
Ouro	34 a 44 pontos	60 a 79 pontos
Platina	45 a 61 pontos	80 pontos ou mais

Fonte: Santos, 2012.

2.3.5 Certificação ambiental e os canteiros de obras

Toda construção gera impactos sobre o meio e a sociedade. O intuito de construir sob a ótica sustentável é limitar ao máximo esses danos, beneficiando assim, todos os envolvidos no processo (NIAG; SOARES, 2004). Baseado nas metodologias de certificação, os canteiros de obra são uma importante preocupação para que se possa atingir os objetivos de construirmos de forma sustentável (CARDOSO, 2006).

Para Sousa (2012), os conceitos ambientais devem estar presentes desde o projeto até a fase de execução. No projeto é quando existe a possibilidade de haver

uma economia de investimentos. Assim, a sustentabilidade estará presente no projeto, na construção e na operação do edifício.

Dentre os danos causados atualmente pelas construções, podemos citar: acústico, ruídos da obra; poeira e sujeira, tapumes, de forma a evitar que qualquer elemento de obra saia do terreno, toxicidade de materiais utilizados, causando malefícios aos trabalhadores, danos nos solos, etc (NIAG; SOARES, 2004). Da mesma forma, Serra e Zeule (2014) comentam que a gestão sustentável realizada nos canteiros visa à redução dos impactos ambientais causados pelo uso inadequado dos materiais/recursos ou componentes no canteiro de obras, e os mesmos podem ser minimizados ao se adotar políticas de planejamento e gestão.

Assim, entende-se que as certificações que buscam um canteiro de obras sustentável buscam um menor impacto ambiental a partir da otimização da gestão dos resíduos, redução dos incômodos, redução da poluição e redução do consumo de recursos (ARAÚJO, 2014).

Já para Carvalho e Furukawa (2011), os principais conceitos relacionados ao processo de construção sustentável são:

- Eficiência energética das edificações;
- Gestão sustentável da água;
- Reuso de materiais e elementos de construção;
- Uso de materiais e técnicas ambientalmente corretas;
- Conforto e qualidade interna dos ambientes;
- Gestão do canteiro de obras de baixo impacto ambiental.

Para a certificação BREEAM alguns itens do canteiro de obras são controlados, como os resíduos do canteiro, os quais são monitorados durante a obra, triados e reciclados; busca-se a minimização dos riscos de poluição do ar, minimização dos riscos de poluição do solo, cursos d'água e das redes públicas (CARDOSO, 2006).

Por sua vez, baseado no sistema HQE, a certificação AQUA traz dois itens relacionadas aos impactos ambientais causados por atividades nos canteiros de obras: da gestão dos resíduos do canteiro e redução dos incômodos, poluições e consumos gerados pelo canteiro (CARDOSO, 2006), situação esta afirmada por Barro e Silva (2015), através de diagnóstico realizado entre as certificações. Ainda, a

certificação AQUA exige que a empresa possua um Sistema de Gestão Integrado na empresa.

Para Barros e Silva (2015) a certificação DNBG atua nos canteiros de obra focando principalmente na qualidade do ar interior, aspectos de sustentabilidade na fase de idealização, documentação para o gerenciamento de facilidades, impacto ambiental da construção e garantia do controle de qualidade da construção.

Os planos ambientais que exigem maior cuidado ao construir são: Gestão de Resíduos, Gestão da Qualidade do Ar Interior e Controle de Erosão e Sedimentação (COSTA et. al 2012). Todos estes planos citados são exigidos pela certificação LEED, e englobam a maior parte dos requisitos contemplados nas demais certificações, tornando assim, a LEED a mais adequada para o estudo e certificação das obras da empresa.

2.3.5.1 Plano de Controle de Erosão e Sedimentação

Para entender o plano é necessário que dois termos sejam esclarecidos: erosão e sedimentação. A erosão é o processo pelo qual a superfície terrestre é desgastada pela ação da água ou do vento. A sedimentação é o movimento e a de suspensão de partículas do solo. Geralmente é mais fácil evitar a erosão do que controlar a saída dos sedimentos de um canteiro de obras (EPA, 2007).

Em estudo realizado por PICCOLlet al (2012), é possível dizer que deve haver um planejamento fortemente ligado às necessidades do canteiro sustentável. Desta forma reduz-se a movimentação e exposição do solo.

O Plano de Controle de Erosão e Sedimentação (PCES) para atendimento ao LEED possui requisitos baseados no guia do U.S. Environmental Protection Agency (EPA), a agência de proteção ambiental americana. O objetivo do mesmo visa:

- Estabilização do local
- Proteção de vias e taludes
- Reduzir superfícies impermeáveis e infiltrações
- Controle do entorno da obra
- Controle de águas pluviais e da sedimentação
- Medidas de prevenção de poluição

- Minimização da área e de exposição do solo

As estratégias desenvolvidas para o controle de erosão e sedimentação devem ser detalhadas em um Projeto de Canteiro de Obras, onde são evidenciados proteção dos taludes e solos expostos, aspersão de água nas vias de circulação de veículos, sistema de drenagem da obra, execução de lava-rodas, execução de lava-bicas, etc (SOUSA, 1012).

2.3.5.2 Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

Atualmente entende-se que uma construção sustentável deve atender a um planejamento rigoroso em todos os âmbitos, o qual deve ter um bom controle das entradas e saídas da obra. Isso vale para os resíduos, os quais devem ser monitorados em todo o processo de descarte (LOPES, 2013).

Os resíduos sólidos advindos de processos de construção são responsáveis por problemas de cunho ambiental, social e econômico enfrentados pelas cidades e pela sociedade, onde destaca-se, ainda, o descaso e a ausência de políticas públicas responsáveis pela coleta desses resíduos (VINCIGUERRA, 2013). Porém, de acordo com Oliveira (2014), a partir de Resoluções Federais, faz-se necessária a criação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil objetivando um planejamento macro desde a estimativa de sua geração até o seu destino final, passando pelos pontos:

- Tipologia de resíduos a serem gerados
- Triagem Inicial dos resíduos
- Coleta e transporte de resíduos
- Acondicionamento dos resíduos no canteiro de obras
- Reutilização dos resíduos
- Destinação final.

2.3.5.3 Plano de Qualidade do Ar Interior

O objetivo do mesmo é minimizar os problemas da qualidade do ar interior, proporcionando maior bem estar para os funcionários e ocupantes da edificação. Prevenir o desenvolvimento de problemas relacionados à qualidade do ar interno

significa contribuir para o conforto dos ocupantes (VALENTE; 2009).

O planejamento de manutenção preventiva e a criação de procedimentos para operação de equipamentos do sistema de ventilação e refrigeração; limpeza dos ambientes e proibição do fumo são itens a serem planejados num canteiro de obras que busca a certificação.

Além desta preocupação com o fumo, tem-se por medida o controle de poluentes de materiais de acabamento. O COV (Composto orgânico volátil), pela sua composição, possuem materiais os quais são prejudiciais ao meio ambiente. Desta forma propicia-se conforto aos ocupantes da edificação (VALENTE; 2009).

Para Cavacanti (2010) o Plano de Gestão da Qualidade do ar deve estar inserido num Plano de Gestão Ambiental mais amplo, envolvendo todos os recursos naturais, baseado em sistema de monitoramento integrado da qualidade do ar, monitoramento contínuo das principais fontes de emissão.

3 METODOLOGIA

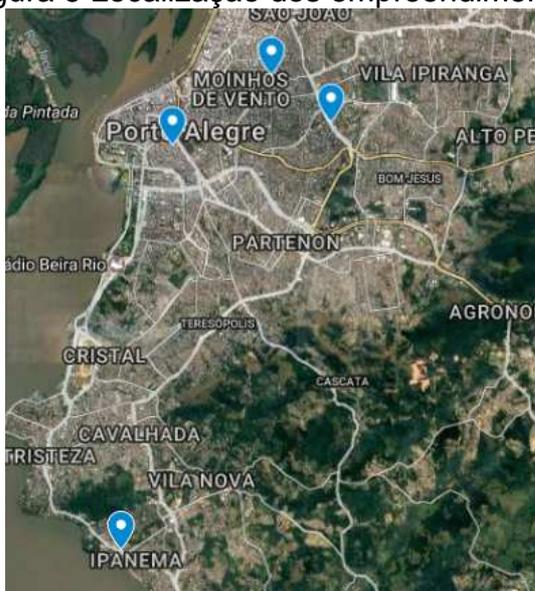
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA E OBJETO DE ESTUDO

Para responder aos objetivos deste trabalho utilizou-se o estudo de caso como estratégia de pesquisa. De acordo com Gil (2002), o estudo de caso como estratégia de pesquisa pode descrever a situação do contexto em que a mesma está sendo feita.

O objeto de estudo consiste em uma empresa construtora e incorporadora do estado do Rio Grande do Sul, da cidade de Porto Alegre, com mais de 40 anos no segmento de construção de empreendimentos comerciais e residenciais, a qual decidiu que para todas as suas futuras construções irão em busca da certificação *LEED*, concedida pelo USGBC (*United States Green Building Council*).

No mapa da cidade estão localizados os quatro empreendimentos que foram objeto do diagnóstico de atendimento aos requisitos LEED quanto ao período de construção. Os mesmos encontram-se em diferentes posições da cidade, conforme apresentado na figura 6.

Figura 6 Localização dos empreendimentos



Fonte: adaptado pelo autor (Google Maps)

As construções diferem-se quanto a suas tipologias. No entanto, o sistema construtivo da empresa segue um padrão e procedimentos executivos. Desta forma pode-se criar um parâmetro para adequações necessárias de forma a que a nova construção possa se enquadrar nos requisitos mínimos necessários para atender a certificação. As características dos empreendimentos apresentam-se no quadro 1:

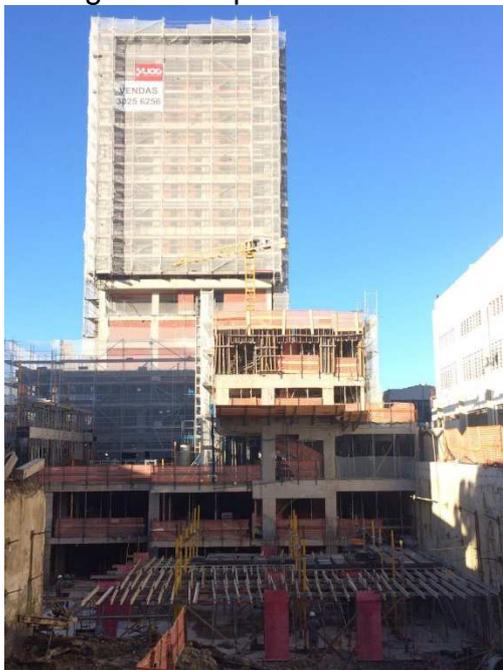
Quadro 1 Dados gerais dos empreendimentos

Caract. Empr.	Metragem construída	nº torres	nº unidades	Estrutura	Vedações internas	Vedações externas	Revestimento Externo
Empreendimento 1	18.000	2	205	Concreto armado	Gesso acartonado	Bloco cerâmico	Pintura + Rev. cerâmico
Empreendimento 2	23.000	10	63	Concreto armado	Bloco cerâmico	Bloco cerâmico	Pintura + Pedra
Empreendimento 3	80.000	3	577	Concreto armado	Gesso acartonado	Bloco cerâmico + Vidro	Pintura + Granito + Vidro
Empreendimento 4	45.000	3	393	Concreto armado	Gesso acartonado	Bloco cerâmico + Vidro	Pintura + Granito + Vidro

Fonte: autor

A obra 1, conforme demonstrado no quadro 1, trata-se de um empreendimento de duas torres, onde uma é comercial e outra residencial. Na figura 7 apresenta-se a atual situação de construção do empreendimento.

Figura 7 Empreendimento 1



Fonte: autor

O empreendimento 2, apresentado pela figura 8, trata-se de uma obra mais horizontalizada do que as demais. Seu canteiro de obras é mais extenso, e desta forma necessita de um cuidadoso planejamento de construção e gestão de canteiro. Isso porque diversas são as atividades que ocorrem simultaneamente nas torres.

Figura 8 Empreendimento 2



Fonte: autor

Os empreendimentos 3 e 4 são similares na sua tipologia, como apresentado no quadro 1. Ambos são formadas por 3 torres, sendo uma comercial, uma corporativa e uma residencial. Na figura 9, apresenta-se a obra 3.

Figura 9 Empreendimento 3



Fonte: autor

Nos estudos de caso 3 e 4, as torres formam um complexo onde no térreo é previsto um mall de serviços. Na figura 10 apresenta-se o empreendimento 4.

Figura 10 Empreendimento 4



Fonte: autor

Como os empreendimentos estão em diferentes fases de construção será possível observar todos os itens referentes aos planos ambientais e traçar adequações às necessidades de certificação e propor um modelo de elaboração dos mesmos. Para situar as obras dentro da etapa de construção, serão considerados quatro momentos construtivos, de forma que estas etapas representam o cronograma macro da construção, conforme quadro 2.

Quadro 2 Cronograma simplificado de obra

Fases de construção	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17
Escavação	■	■	■	■																					
Estrutura e vedações					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Instalações														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Acabamento e Paisagismo																								■	■

Fonte: autor

a) Escavação: Para a etapa de escavação será considerada a etapa de obra desde a demolição da antiga construção até o final da escavação do empreendimento, adequando o nível do terreno requerido pelo projeto para a execução das fundações;

b) Estrutura e Vedações: Na etapa de estrutura estão concentrados desde a execução das fundações do empreendimento até a finalização das vedações externas e internas com seus revestimentos argamassados

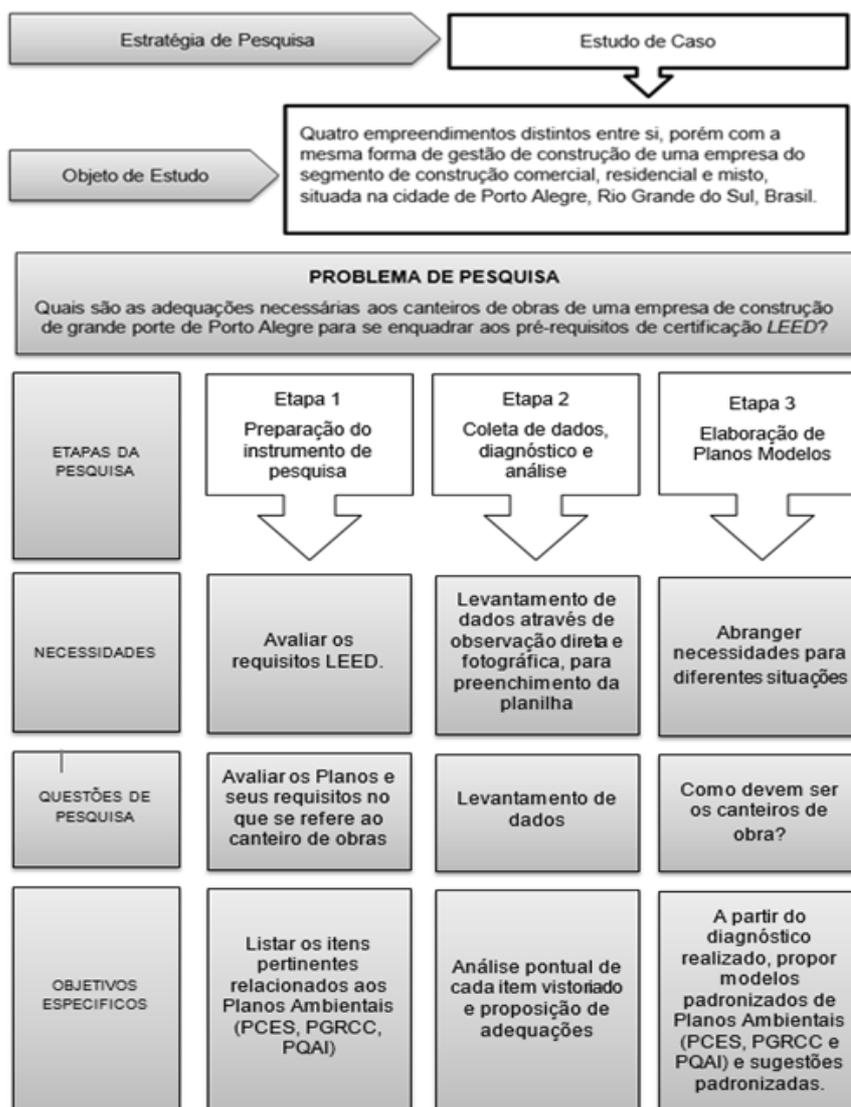
c) Instalações: são considerados nessa faseos serviços de instalação elétrica, hidráulica e demais, como ar condicionado, exaustão, etc. É neste período que tem-se a maior parte de tubulações e dutos dentro do canteiro de obras.

d) Acabamento e Paisagismo: Acontece o revestimento cerâmico das unidades e pintura das mesmas.É neste momento quando são gerados grandes volumes de pó da lixa da pintura e poeira da terra a ser instalada no paisagismo.

3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Gil (2002) propões uma série de passos para a formulação de um estudo de caso. São eles a formulação do problema; definição de uma unidade-caso; determinação do número de casos, elaboração de formulários, coleta dos dados, avaliação e análise dos dados. Assim, para o delineamento da pesquisa seguiu-se o fluxo representado pela figura 11.

Figura 11 Delineamento da pesquisa



Fonte: autor (adaptado de Antonioli, 2015)

Fase 1: A primeira etapa da pesquisa buscou verificar os itens pertinentes ao canteiro de obras e seus requisitos mais importantes, de acordo com o *Check List LEED*. Com isto, verificou-se que as maiores interferências do canteiro de obras estão concebidas nos Planos de Controle de Erosão e Sedimentação, Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil e Plano da Qualidade do Ar Interior. Assim, obteve-se o quadro 3, o qual demonstra os itens de pesquisa de maior importância para o estudo do trabalho:

Quadro 3 Itens de pesquisa de acordo com seus Planos Ambientais

Plano de Erosão e Sedimentação	Plano de Gerenciamento de Resíduos	Plano de Qualidade do Ar Interior
Lavagem de rodas	Segregação de resíduos na fonte	Proteção de dutos e equipamentos
Lavagem de bicás	Baias de resíduos	Armazenamento de materiais pulverulentos
Moldagem de corpo de prova	Lava pincéis	Varrição e limpeza
Proteção de taludes	Transporte correto	Proibição de fumo
Proteção de árvores	Destinação correta	Uso de EPI
Controle de sedimentação	Reaproveitamento/reciclagem	Controle de poluição na fonte
Proteção de bocas de lobo	Planilha de controle de saída de resíduos	Controle de COV dos materiais
Mitigação de vazamentos	Treinamento	Isolamento de áreas
Controle de qualidade da água		Depósito de materiais químicos
Aspersão de água nas vias não estabilizadas		Armazenamento de combustíveis
Drenagem do terreno		

Fonte: autor

Fase 2: Para acompanhamento do trabalho foi necessária a criação de planilhas auxiliares, de forma a organizar a coleta de dados e posterior compilação de resultados. A primeira planilha criada foi referente a necessidade de atendimento dos itens de certificação frente a seu momento de construção, visto que os requisitos analisados se modificam de acordo com a etapa de obra. Para isso, tem-se o quadro 4.

Quadro 4 Quadro de situação das fases dos empreendimentos

Itens de atendimento na etapa de obra	Escavação	Estrutura e Vedações	Instalações	Acabamentos e Paisagismo
1.1 Lavagem de rodas	x	x		

Fonte: autor

Com esta planilha foi possível avaliar quais os requisitos são necessários em cada etapa de obra e manter-se de acordo com o padrão esperado pela certificação.

A segunda planilha situa os empreendimentos estudados nos momentos de obra, verificando quais eram os requisitos que cada canteiro de obra deve atender, conforme o quadro 5.

Quadro 5 Fases de obra possíveis para os empreendimentos

Empreendimentos	Escavação	Estrutura e Vedações	Instalações	Acabamentos e Paisagismo
Empreendimento 1	x	x		

Fonte: autor

Por fim, após estes estudos tem-se a planilha definitiva para coleta de dados, conforme quadro 6, demonstrado a seguir.

Quadro 6 Análise do empreendimento

Itens de atendimento na etapa de obra	Empreendimento 1		
	S	N	NA
1.1 Lavagem de rodas	x		

Fonte: autor

Com esta planilha, através de visitas periódicas aos canteiros de obras, foi feita a coleta e análise de dados de cada item, sendo utilizados os conceitos S, N ou NA, sendo:

- a) S: caso o item seja pertinente ao empreendimento e houver evidências que o mesmo seja atendido será considerado SIM.
- b) N: caso o item seja pertinente ao empreendimento e não houver evidências de seu cumprimento, será considerado NÃO.
- c) NA: para os casos onde o item não for pertinente ao empreendimento será considerado NÃO APLICÁVEL.

Assim sendo, como estudo de caso, foram escolhidos quatro empreendimentos da empresa de onde serão extraídos os dados do estudo das adequações necessárias no canteiro devido ao atendimento dos requisitos da certificação de sustentabilidade.

Isso devido ao fato de que a gestão de construção da empresa é padronizada, ou seja, todas obras devem seguir um modelo e também porque os empreendimentos estão em momentos diferentes de execução. Desta maneira, todos os itens entendidos como importantes poderão ser analisados.

Nas etapas seguintes, de análise de dados e discussões, serão identificados os itens atendidos por cada empreendimento. Assim, é possível gerar dados para que desta forma veja-se as necessidades para obter-se um canteiro de obras que atenda aos requisitos da certificação LEED.

Fase 3: Uma vez cumpridas as etapas anteriores, é possível a elaboração de diretrizes para planos modelos de uso em obra, conforme necessidade de atendimento dos requisitos da certificação. Junto das diretrizes de elaboração dos planos também são sugeridas adequações para atendimento de cada requisito apresentado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento de diretrizes para a criação de um documento padronizado de atendimento aos requisitos da certificação ambiental *LEED* deve partir da discussão da análise de resultados obtidos em diagnóstico realizado nos canteiros de obras que formam o estudo de caso. Neste trabalho, a análise comparativa realizada entre os quatro canteiros de obras baseou-se nos critérios descritos na metodologia do capítulo anterior.

Planejar a logística do canteiro de obras é crucial para que os planos ambientais sejam corretamente seguidos e implementados. Através de um correto estudo do canteiro, pontos importantes como aproveitamento de iluminação e ventilação natural bem como o reuso de águas pluviais podem ser analisados e diferenciados para a gestão da obra, apesar de não serem obrigatórios pela certificação. No entanto, o cuidado com a preservação da vegetação do ambiente e o impacto socioambiental no entorno da obra devem ser respeitados, assim como o controle da poluição do solo e do ar.

Primeiramente, antes da apresentação dos resultados do diagnóstico realizado, é necessário situar cada um dos empreendimentos em uma fase de obra, conforme divisão apresentada na metodologia, resultando no quadro 7:

Quadro 7 Situação dos empreendimentos

Empreendimentos	Escavação	Estrutura e Vedações	Instalações	Acabamentos e Paisagismo
Empreendimento 1	x	x		
Empreendimento 2	x	x		
Empreendimento 3			x	x
Empreendimento 4			x	x

Fonte: autor

Conforme o quadro 7, percebe-se que os empreendimentos 1 e 2 têm parte das obras em escavação de terreno e parte em execução de estrutura e vedações. Por sua vez, os empreendimentos 3 e 4 encontram-se, igualmente, em execução de instalações e acabamentos, bem como iniciando seu paisagismo. Com isto, as necessidades de atendimento aos requisitos LEED tornam-se diferentes, devido as suas etapas de construção.

Para facilitar a realização do diagnóstico foi elaborada a subdivisão dos itens, ligando os mesmos aos seus referidos planos:

- a) Plano de controle de erosão e sedimentação
- b) Plano de gerenciamento de resíduos
- c) Plano de qualidade do ar interior

Desta forma pode-se analisar cada um dos resultados do diagnóstico para que seja possível listar as adequações necessárias aos itens, fazendo com que os mesmos estejam adequados a expectativa da certificação.

4.1 PLANO DE CONTROLE DE EROSIÃO E SEDIMENTAÇÃO (PCES)

Conforme apresentado no quadro 8, pode-se verificar que nenhum dos empreendimentos avaliados possuía o Plano de Erosão e Sedimentação. No entanto, algumas medidas do mesmo estavam sendo realizadas, mas a empresa não entendia como necessária a formalização de um plano para tal fim.

Quadro 8 Análise dos empreendimentos quanto ao PCES

Itens de atendimento na etapa de obra	Empreendimento 1			Empreendimento 2			Empreendimento 3			Empreendimento 4		
	S	N	NA									
1 Plano de Erosão e Sedimentação		x			x			x			x	
1.1 Lavagem de rodas	x			x					x			x
1.2 Lavagem de bicas	x			x				x			x	
1.3 Moldagem de corpo de prova	x			x					x			x
1.4 Proteção de taludes		x				x		x				x
1.5 Proteção de árvores			x	x				x			x	
1.6 Controle de sedimentação		x			x				x			x
1.7 Proteção de bocas de lobo		x			x			x			x	
1.8 Mitigação de vazamentos		x			x				x			x
1.9 Controle de qualidade da água		x			x			x			x	
1.10 Aspersão de água nas vias não estabilizadas		x			x				x			x
1.11 Drenagem do terreno	x					x			x			x

Fonte: autor

As obras da empresa devem criar um Plano de Erosão e Sedimentação, o qual deverá ser fielmente seguido pelas empresas executoras dos serviços. Sempre que necessário, o plano deverá ser atualizado. No caso da construção do Novo

Maracanã, segundo France (2013), fez-se uso da contratação de um profissional especializado para a montagem do plano.

4.1.1 Lavagem de rodas

Para Sousa (2012), o sistema de lava rodas trata-se de uma estratégia imprescindível para o controle de sedimentos na obra, principalmente nas fases de terraplanagem e retirada de terra, que é o caso dos empreendimentos 1 e 2.

Ele baseia-se num ambiente específico onde possa haver a limpeza das rodas de todos os caminhões que trafeguem por solos expostos no canteiro de obras (SOUSA, 2012).

Conforme representado no quadro 8, entre os empreendimentos 1 e 2 visitados, é possível perceber que existe um lava rodas. No entanto, no momento da visita da obra 1 foi diagnosticado que a rede do mesmo estava sendo direcionada para o solo do canteiro de obras sem haver o processo de decantação da água. Evidencia-se o fato através da figura 12.

Figura 12 Lava rodas da obra 1



Fonte: autor

Apesar da existência do lava rodas deve-se ter maior atenção para que o mesmo seja utilizado, de modo a evitar a poluição da via pública no entorno da obra. No momento de execução do piso de concreto para o lava rodas é necessário que o mesmo tenha inclinação necessária para uma caixa de decantação, onde a água possa ser tratada antes de enviada para a rede pluvial, assim como na figura 13 (CARVALHO; FURUKAWA, 2011).

Figura 13 Caixa de decantação para tratamento de água



Fonte: Carvalho e Furokawa (2011)

É necessário que, no momento em que for feito o cronograma de obra e início das instalações provisórias, se faça um correto dimensionamento do lava rodas, para que o mesmo atenda as necessidades do canteiro. Assim, gera-se menor volume de manutenções e possibilita-se a reutilização da água (SOUSA, 2012).

4.1.2 Lavagem de bicas

Lava bicas entende-se como um local específico por onde os caminhões betoneira devem passar, após a concretagem, para a limpeza das calhas dos caminhões. Analisando o quadro 8, apenas o empreendimento 1 possuía o processo de lava bicas, utilizando o lava rodas como espaço. Porém, não há processo de decantação da água residual. Em nenhum outro empreendimento foi prevista a instalação do sistema.

No entanto, bem como o lava rodas, o controle de uso do lava bicas deve ser melhorado, de forma a obter a lavagem das bicas de 100% dos caminhões betoneira que acessam à obra devido a concretagem. Da mesma forma, deverá ser criado um sistema de decantação para o resíduo referente a esta lavagem, de forma que a água final tenha um nível de pureza adequado e evitar a poluição das áreas urbanas. Poços de decantação podem ser criados para armazenamento desta água em caso de reuso futuro (FRANCE, 2013).

O sistema de decantação pode ser utilizado também para equipamentos fixos de obra, como betoneiras, assim como na figura 14 (JESUS; NASCIMENTO, 2016).

Figura 14 Caixa de decantação para tratamento de água



Fonte: autor

4.1.3 Moldagem de corpo de provas

A figura 15 apresenta o ambiente de moldagem de corpo de prova da obra 2. Apesar de o espaço não estar delimitado fisicamente, é possível perceber que existe a preocupação por parte da gestão da obra para que o serviço seja realizado dentro de um espaço específico. No empreendimento 1 foi visto que existe local específico para armazenamento dos corpos de prova e sua moldagem.

Figura 15 Ambiente de moldagem de corpo de prova obra 2



Fonte: autor

Para atendimento à certificação, assim como asseguram Carvalho e Furokawa (2011), os corpos de prova deverão ser moldados em local destinado especificamente para este fim, assim como apresenta-se a figura 16.

Figura 16 Início da retirada do material para execução do corpo de prova



Fonte: Carvalho e Furokawa (2011)

Este local deverá ser coberto, ter piso impermeável e mureta de contenção no perímetro, evitando possíveis vazamentos, conforme figura 17. Nos empreendimentos 3 e 4 não foi possível verificar este item pois não estava nesta fase de construção.

Figura 17 Local de armazenamento de corpo de prova



Fonte: Carvalho e Furokawa (2011)

4.1.4 Proteção de taludes

O empreendimento 1, devido à fase de obra, é o que mais apresenta a situação de corte de taludes. No entanto, conforme quadro 8, não foi visto sistema algum para a proteção dos mesmos. Nem com tela, nem com aspersão de massa. Os taludes apresentados, conforme exemplificado na figura 18 demonstram que a obra não apresenta cuidado com a proteção dos mesmos. Como processo

construtivo, a gestão de engenharia da empresa preocupa-se apenas com o grau do corte dos taludes, e não para a proteção dos mesmos.

Figura 18 Talude do empreendimento 1



Fonte: autor

O empreendimento 3, de igual forma, não apresentou nenhum sistema de proteção de taludes, enquanto os empreendimentos 2 e 4 não apresentaram taludes expostos.

As proteções dos taludes deverão sofrer manutenção periódica, evitando, assim, erosão e desmoronamento de terra. Existem diversas formas para realizar esta proteção, a qual o canteiro de obras 1 deveriarealizar. Uma destas é a utilização de manta geotêxtil para proteção dos taludes, conforme figura 19.

Figura 19 Forma de proteção de taludes



Fonte: autor

Em estudo realizado por Carvalho e Furukawa (2011), como solução encontrada foi utilizado o concreto que sobrava dos caminhões betoneiras para criar

uma camada fina de proteção nos taludes, encostas e solos expostos, além de melhorar a acessibilidade no canteiro de obras.

4.1.5 Proteção de árvores

Em três dos quatro empreendimentos, foi detectada a necessidade de proteção de árvores. São eles o empreendimento 2, empreendimento 3 e empreendimento 4. Não existem árvores a serem preservadas dentro do canteiro de obras 1. No canteiro de obras 2 todas as árvores do empreendimento estão protegidas, conforme a figura 20.

Figura 20 Proteção de árvores da obra 2



Fonte: autor

Os empreendimentos 3 e 4 já haviam realizado os transplantes de árvores exigidos pela legislação do município. No entanto, não foi possível perceber cuidado quanto à preservação das mesmas. Essa falta de cuidado deve-se a gestão de engenharia do canteiro de obras, que mantinha o foco na execução da construção.

Assim como no empreendimento 2, todas as árvores remanescentes no terreno do empreendimento devem estar devidamente cercadas e protegidas, evitando danos à sua estrutura principal e à sua copa, que podem ocorrer devido às atividades de obra.

O sistema de proteção de árvores foi o mesmo apresentado por France (2013), onde foi feito um cercamento nas árvores existentes na obra com o objetivo de evitar derramamento de produtos que pudessem contaminá-las e para que máquinas, caminhões não danificassem nenhum tronco.

Figura 21 Proteção de árvores de obra



Fonte: Consorcio Maracanã RIO 2014

4.1.6 Controle de sedimentação

Quanto ao controle de sedimentação foram analisadas as obras 1 e 2. Como percebe-se na figura 22, foi verificado que o empreendimento 1 não tem forma de retenção nem controle do sedimento que sai do mesmo, bem como a obra 2. Isso devido ao fato de não haver processo na empresa nem legislação local que obrigue tais cuidados.

Figura 22 Sedimentos e água do canteiro, em frente da obra 1



Fonte: autor

No entanto, deverá ser contido todo o excesso de sedimentos dentro dos limites do terreno. Para tal, é importante garantir que as proteções do perímetro (tapumes, muros, muretas) estejam adequados.

A execução de escavação, terraplenagem e fundações são as atividades que requerem um maior cuidado neste quesito. No entanto, pode-se aproveitar o mesmo

para criar estratégias as quais geram economia para o canteiro de obras. No caso do Novo estádio Maracanã, fez-se o tratamento da lama betonítica, proveniente das fundações e ainda se utilizou este material para confecção de tijolos e telhas (FRANCE, 2013).

4.1.7 Proteção de boca de lobo

Nenhum canteiro de obras tem a precaução de atentar-se as bocas de lobo do entorno do empreendimento, apenas no caso das mesmas encontrarem-se obstruídas. Isso devido a falta de cobrança deste quesito, tanto por parte de processo da empresa quanto das autoridades locais.

Em estudo realizado, Carvalho e Furokawa (2011) afirmam que a construção civil gera uma série de resíduos, e a partir disto, deve-se evitar o assoreamento de cursos d'água e a contaminação criando-se esta proteção de bocas de lobo e galerias pluviais. O excesso de sedimentos na rede pública ocasiona graves problemas ambientais, como enchentes.

Na figura 23 segue um exemplo de proteção, a qual deverá ser executada para obras que desejarem obter a certificação.

Figura 23 Proteção de boca de lobo com manta e brita



Fonte: autor

Outra opção de proteção das mesmas, é fazê-la composta por manta de bidim (produto geotêxtil aplicado como elemento filtrante) e grelha de aço, conforme demonstrado na figura 24:

Figura 24 Proteção de boca de lobo com manta e grelha



Fonte: Carvalho e Furokawa (2011)

4.1.8 Mitigação de vazamentos

Não foi observado o cuidado com vazamentos de óleos de máquinas e afins, nem tratamento do solo em nenhum empreendimento. As obras, até então, consideravam este material como solo contaminado e encaminhando para locais destinados a seu tratamento.

Embora muitos cuidados sejam realizados, ainda assim existe o risco de ocorrência de vazamento de fluidos tóxicos. Com isso, para que os possíveis vazamentos sejam rapidamente corrigidos, é necessária a presença de um ou mais kits de mitigação, constituídos de, no mínimo, um recipiente para coleta, serragem ou outro material absorvente, pá e luvas (CARVALHO; FUROKAWA, 2011). Com isso, o procedimento de mitigação já pode ser realizado. O uso de mantas absorventes ou contentores de derrames pode fazer parte do procedimento de mitigação, dependendo da quantidade do material vazado. A figura 25 apresenta um modelo de kit mitigação.

Figura 25 Kit Mitigação



Fonte: Carvalho e Furokawa (2011)

4.1.9 Controle de qualidade da água

Em nenhuma obra foi possível perceber existência de controle da qualidade da água. Assim como em outros requisitos já citados, não existe exigência por parte das autoridades locais e da gestão de engenharia da empresa.

Dentre as medidas possíveis para melhoria da qualidade da água, está a inserção de filtros no sistema de decantação, a construção de mais uma caixa para o sistema, ou a limpeza das caixas existentes.

4.1.10 Aspersão de água nas vias não estabilizadas

Enquanto as vias internas do terreno não forem estabilizadas ou pavimentadas, é importante considerar, em períodos de clima seco e estiagem, a aspersão de água nos locais onde há tráfego de veículos, a fim de evitar poeira em suspensão no ambiente de obra e na vizinhança. De acordo com (COSTA; OLIVEIRA, 2011), os resíduos de construção civil são utilizados frequentemente como base para pavimentação ou nivelamento e justamente a estabilização de vias de terra. A qualidade do material não é de grande importância e seu uso é fácil, por reaproveitar material originado no ambiente. A figura 26 demonstra a utilização de brita para estabilização de via interna da obra.

Figura 26 Via estabilizada com brita



Fonte: autor

Outra forma de estabilização é apresentada na figura 27, a qual é citada por Serra e Zeule (2014), onde são utilizados caminhões pipa para aspersão de água de maneira a estabilizar o terreno.

Figura 27 Utilização de caminhões pipa para estabilização de solo



Fonte: Serra e Zeule, 2014

Dentre os empreendimentos analisados (1 e 2), conforme quadro 17, foi visto que em ambos os casos não existem vias estabilizadas no interior do canteiro de obras. O acesso de visitantes na área de vivência da obra 1 é estabilizado. No entanto, no interior da obra não verifica-se o mesmo. A engenharia da obra alega que atualmente encontra-se em período de escavação de taludes e o canteiro está em constante mudança, e assim que o serviço for finalizado a estabilização será realizada. Já na obra 2, a justificativa da engenharia da obra é que o solo está compactado e não necessita de material para evitar a circulação de partículas no ar. Porém, isto não foi verificado na visita a obra.

4.1.11 Drenagem do terreno

Apenas o empreendimento 1 apresentou a necessidade de drenagem do terreno devido a sua etapa construtiva. O terreno está sofrendo escavações de grandes dimensões e como observa-se na figura 28, a drenagem é necessária.

Figura 28 Drenagem sendo realizada no empreendimento 1

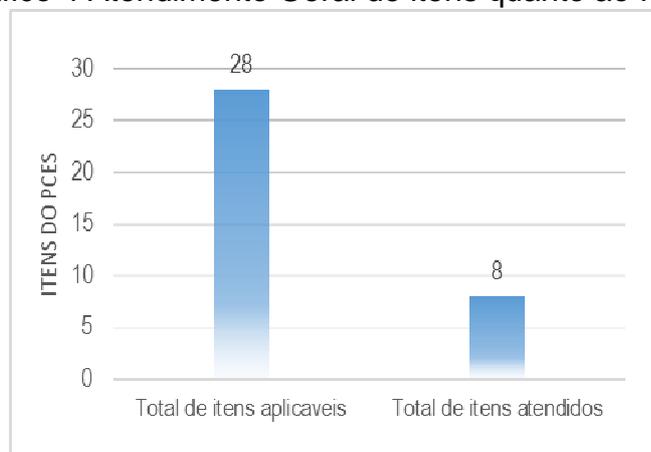


Fonte: autor

Deve ser evitado o acúmulo de água no terreno, pois pode encobrir buracos perigosos, dificultar a mobilidade de pessoas e veículos, além de propagar doenças e gerar desperdício de alguns materiais que ficam submersos. Para minimizar a situação, é possível executar canaletas e bacias.

Percebe-se assim, que no geral, entre os quatro empreendimentos haviam 28 itens enquadrados na situação e apenas 8 foram atendidos, resultando em 29%.

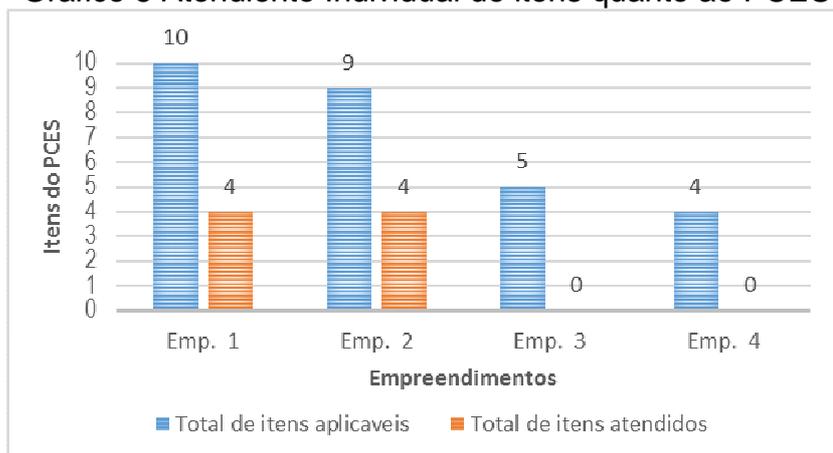
Gráfico 4 Atendimento Geral de itens quanto ao PCES



Fonte: autor

Apesar de ter-se chegado a um percentual geral de 29% de adequações no atendimento dos itens referentes ao PCES, nota-se que os empreendimentos 1 e 2 estão mais alinhados do que os empreendimentos 3 e 4, chegando a um percentual em volta de 42%, tendo 8 itens atendidos dentre 19 possíveis.

Grafico 5 Atendimento Individual de itens quanto ao PCES



Fonte: autor

É possível explicar esta diferença devido ao fato da forma de gestão de engenharia de obra ter sofrido uma mudança ao longo do processo construtivo dos empreendimentos 3 e 4. No início da construção não havia um sistema de gestão da qualidade o qual determinava ações a serem seguidas no canteiro, diferentemente dos empreendimentos 1 e 2, os quais já iniciaram sob uma visão diferente no aspecto de gestão de construção e planejamento de obra.

4.2 PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Analisando o quadro 9, é possível observar que todos os empreendimentos possuem o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. O mesmo é obrigatório pelo município, sendo assim, objeto de preocupação por parte da gestão da obra. No entanto, alguns itens necessários para a certificação LEED não estão contemplados dentro do mesmo. Desta forma, faz-se necessária a análise de cada um dos itens, bem como a sua descrição e resultados obtidos através do diagnóstico feito nas visitas aos empreendimentos.

Quadro 9 Análise dos empreendimentos quanto ao item 4.2

Itens de atendimento na etapa de obra		Empreendimento 1			Empreendimento 2			Empreendimento 3			Empreendimento 4		
		S	N	NA									
2	Plano de Gerenciamento de Resíduos	x			x			x			x		
2.1	Plano de Gerenciamento de Resíduos - Demolição		x			x			x			x	
2.2	Segregação de resíduos na fonte		x			x			x			x	
2.3	Baias de resíduos	x			x			x			x		
2.4	Lava pincéis			x			x		x			x	
2.5	Transporte correto	x			x			x			x		
2.6	Destinação correta	x			x			x			x		
2.7	Reaproveitamento/reciclagem	x			x			x			x		
2.8	Planilha de controle de saída de resíduos		x			x			x			x	
2.9	Treinamento	x			x			x			x		

Fonte: autor

4.2.1 Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil – demolição

Serviços de demolição são extremamente importantes, no momento em que o edifício antigo deve ser demolido, abrindo caminho para a construção de um novo edifício. É importante que seja contratada uma empresa de demolição especializada em desconstrução planejada, e se possível, fazer com que exista o cuidado de beneficiamento de material, para que o mesmo possa haver o seu reuso. (P, PONNADA; 2015)

Entre os empreendimentos estudados, em nenhum caso foi verificado um Plano de Resíduos para o período de demolição da edificação anteriormente construída, como percebe-se no quadro 19. Isso porque a legislação não exige o plano. Em todos os casos haviam edificações as quais necessitaram de demolição.

4.2.2 Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil - segregação de Resíduos na fonte

Em todos os empreendimentos foi verificada a existência de sinalização de obra nas quais identificavam necessidade de separação de resíduos gerados. No entanto, efetivamente, esta prática não pôde ser percebida nos canteiros em sua totalidade, devido a dimensão das obras em questão.

Figura 29 Segregação de resíduos do empreendimento 1



Fonte: autor

A figura 29 demonstra um recipiente específico para armazenar o papelão dos sacos recipientes de argamassa no canteiro de obras 1. No entanto, foi percebido que continha nos mesmos, no momento da visita, parte de calça advinda de blocos de alvenaria.

Já no empreendimento 2, conforme a figura 30, pode-se perceber uma maior falta de organização no que diz respeito a segregação de resíduos na fonte. O mesmo local de descarte de calça estava sendo utilizado para descartar madeira e plástico.

Figura 30 Segregação de resíduos do empreendimento 2



Fonte: autor

No empreendimento 3 estavam em execução as instalações e forros de gesso acartonado. Através de registro fotográfico, conforme figura 31, percebe-se que existe a mistura de todo o tipo de resíduos.

Figura 31 Segregação de resíduos do empreendimento 3



Fonte: autor

O empreendimento 4, no próprio local de armazenamento foi percebido que existe resíduo de papelão que não haviam sido destinados ao descarte.

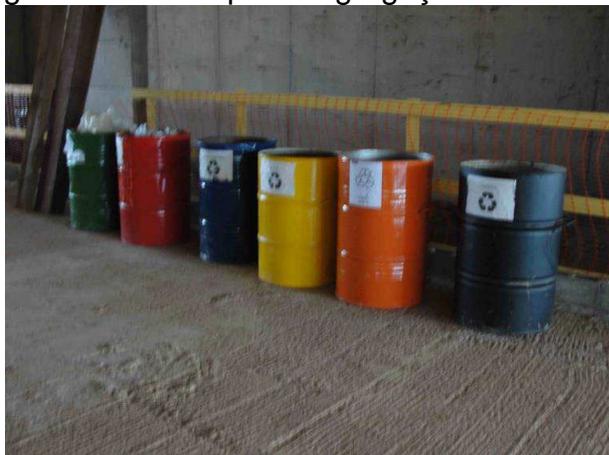
Figura 32 Falta de segregação de resíduos do empreendimento 4



Fonte: autor

Aumentar o número de coletores como tonéis, bags ou bombonas sinalizados próximos aos locais de execução dos serviços, como demonstrado na figura 33 é uma forma possível de melhorar a segregação dos materiais no momento da sua geração (OLIVEIRA, 2014).

Figura 33 Tonéis para segregação de resíduos



Fonte: Oliveira, 2014

Brum (2013) ressalta que o treinamento periódico dos funcionários é de extrema importância para o atendimento deste item. A segregação de resíduos, como demonstrado na figura 34 faz com que a logística de construção melhore, no que diz respeito a ganho de tempo para limpeza do ambiente.

Figura 34 Segregação de resíduos na fonte



Fonte: Brum, 2013

Ainda, como boa prática, pode ser instalada junto a área administrativa da obra, coletores seletivos, como apresentado na figura 35. Assim, a equipe de liderança passa o exemplo ao restante dos envolvidos no processo.

Figura 35 Coletores de resíduos na área administrativa



Fonte: Oliveira, 2014

4.2.3 Baias de resíduos

Todos os empreendimentos apresentaram suas baias de resíduos, como visto no quadro 9. No entanto, algumas adequações são necessárias para que o requisito seja atendido, conforme a certificação LEED recomenda.

O empreendimento 1 apresentou apenas baia de madeira, alegando que seus resíduos de concreto e vedações estão sendo recolhidos em caçambas.

Figura 36 Baia de resíduos – empreendimento 1



Fonte: autor

A figura 37, referente ao empreendimento 2, por sua vez, apresenta uma baia de resíduos bem estruturada e identificada. Os resíduos encontravam-se todos

segregados de forma correta. O único ponto para melhoria é a conservação da baia, a qual apresentou-se mal pintada.

Figura 37 Baia de resíduos – empreendimento 2



Fonte: autor

O empreendimento 3, ao invés de baias de resíduos, apresentou uma série de caçambas, as quais não estavam bem sinalizadas e seus resíduos não estavam segregados. A figura 38 apresenta a distribuição das caçambas, enquanto a figura 39 mostra uma das caçambas do empreendimento fora do entorno da obra, junto a recipiente de areia.

Figura 38 Segregação de resíduos do empreendimento 3



Fonte: autor

Figura 39 Caçamba de resíduo e recipiente de areia – empreendimento 3



Fonte: autor

Assim como o empreendimento 2, o canteiro de obras 4 apresentou uma baia de resíduos organizada com os mesmos segregados da maneira correta. Através das figuras 40 e 41 pode-se perceber que existiam mais de uma baia de resíduos dentro do canteiro de obras no momento da visita.

Figura 40 Baia de resíduos 1 – empreendimento 4



Fonte: autor

Figura 41 Baia de resíduos 2 – empreendimento 4



Fonte: autor

Em atendimento ao PGRCC da obra, deverá ser previsto ao menos um espaço central de armazenamento de resíduos, onde os diferentes tipos de resíduos gerados em canteiro serão acumulados para posterior destinação final. As baias deverão ser sinalizadas, ter piso impermeável e serem cobertas. A baia de resíduos contaminados merece atenção especial, exigindo mureta de contenção contra vazamentos e portão para restringir o acesso de pessoas. A quantidade de baias será definida pelas características construtivas da obra, a qual deverá verificar o dimensionamento das mesmas.

As baias centrais de resíduos deverão armazenar todo o material de descarte antes da sua remoção do canteiro para a destinação final, as quais deverão manter a organização e sinalização utilizada na empresa. A figura 42 representa uma baia de resíduos ideal.

Figura 42 Baia de resíduos modelo



Fonte: autor

4.2.4 Lavagem de pincéis

Apenas os empreendimentos 3 e 4 necessitaram atender este quesito. Porém, em nenhum canteiro de obras foi observado procedimento de lavagem de pincéis em local especificado para tal finalidade. Não é processo da empresa este tipo de cuidado. Ao final do serviço as obras encaminham o material para uma empresa especializada no tratamento deste tipo de resíduo.

A lavagem de pincéis deverá ocorrer durante o uso de tintas e vernizes em diversas etapas de obra. Deve ser proibida a lavagem dos pincéis em água corrente, a não ser que esteja em ciclo fechado de reaproveitamento. Assim, devem ser providenciados recipientes com água limpa para este fim. Para reduzir a geração de volume de resíduo contaminado, quando a água estiver saturada, deve-se fazer uso de um floculante. Assim, é possível separar o resíduo contaminado da água e reaproveita-la mais vezes. A “borra” resultante da decantação promovida pelo floculante, deverá ser devidamente acondicionada e destinada a um local licenciado (FRANCE, 2013). Na figura 43 é possível verificar todo o processo do lava pincéis proposto.

Figura 43 Lava pincéis



Fonte: Consórcio Maracanã RIO 2014

4.2.5 Transporte de resíduos

Em todos os empreendimentos foi verificado que o transporte dos resíduos se dá através de empresas licenciadas e da forma correta. Este é um item requerido com rigidez pela legislação municipal. Além do transportador adequado, a forma de transporte também deve ser adequada (ARAÚJO, 2014). Exemplo disso é a figura 44, que apresenta um caminhão de transporte com sua caçamba protegida.

Figura 44 Caminhões com caçambas protegidas



Fonte: Araújo, 2014

4.2.6 Destinação de resíduos

Em todos os empreendimentos foi verificado que a destinação dos resíduos é feita para empresas licenciadas, e de forma que as mesmas sempre optem pela reciclagem ao descarte em aterros. Bem como o item 2.5, este é um item requerido com rigidez pela legislação municipal. Na figura 45 observa-se a imagem de um MTRCC (Manifesto de Transporte de Resíduos da Construção Civil). Este é um documento exigido pela prefeitura do município, aonde está descrito tanto o transporte do resíduo como sua destinação.

Figura 45 MTRCC do município de Porto Alegre

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE		Nº 526	
MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS CONSTRUÇÃO CIVIL (MTRCC)			
1. IDENTIFICAÇÃO DO GERADOR			
RAZÃO SOCIAL: MCM EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA ENDEREÇO: AV. CEL. MARCO, 3421/2428/2448/2458 FONE: (51) 3517-7170 E-MAIL: cmc@wtrguitabara.com LICENÇA AMBIENTAL: 001.01.3003.15.0 L1 nº 15330/2015		CNPJ: 18.303.406/0001-68 CIDADE: PORTO ALEGRE UF: RS	
2. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS			
OBRA <input checked="" type="checkbox"/> RESIDENCIAL <input type="checkbox"/> COMERCIAL <input type="checkbox"/> INDUSTRIAL <input type="checkbox"/> SERVIÇOS <input type="checkbox"/> INFRAESTRUTURA	ETAPA <input type="checkbox"/> DEMOLUÇÃO <input type="checkbox"/> PREPARO DO TERRENO <input type="checkbox"/> FUNDAÇÕES <input type="checkbox"/> ESTRUTURA <input checked="" type="checkbox"/> ACABAMENTO	CLASSIFICAÇÃO <input checked="" type="checkbox"/> CLASSE A <input type="checkbox"/> CLASSE B <input type="checkbox"/> CLASSE C	QUANTIDADE <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/> TONELADAS <input checked="" type="checkbox"/> M³
MATERIAS PREDOMINANTES			
<input type="checkbox"/> SOLO <input type="checkbox"/> ARGAMASSA <input type="checkbox"/> CIMENTO <input type="checkbox"/> TUBULOS	<input type="checkbox"/> ALVENARIA <input type="checkbox"/> CERÂMICOS <input type="checkbox"/> PAPEL/PAPÉLÃO <input type="checkbox"/> BOCALHA METÁLICA	<input checked="" type="checkbox"/> PLÁSTICO <input type="checkbox"/> VIDRO <input type="checkbox"/> MADEIRA <input type="checkbox"/> FERRO	<input type="checkbox"/> OUTRO <input type="checkbox"/> OUTRO <input type="checkbox"/> OUTRO <input type="checkbox"/> OUTRO
3. IDENTIFICAÇÃO DO TRANSPORTADOR			
RAZÃO SOCIAL: HEURITER TRANSPORTAGEM LTDA ENDEREÇO: RUA DAS COPULAS Nº 369 FONE: (51) 3069-1203 LICENÇA AMBIENTAL: 013669/2013		CNPJ: 09.198.121/0001-64 CIDADE: VIAMÃO UF: RS PLACA: 1/MJ6818	
4. IDENTIFICAÇÃO DO DESTINO FINAL			
RAZÃO SOCIAL: DOPTAR LACERDA E FILHOS S.A. ENDEREÇO: RUA DAS GARDIAS Nº 1700, FLORES FONE: (51) 3329-1891 LICENÇA AMBIENTAL: 4/2016		CNPJ: 19.829.189/0001-62 CIDADE: VIAMÃO UF: RS	
5. CONTROLE DE ETAPA			
GERADOR DATA DE EMISSÃO: 09.11.2016 ASSINATURA: [Assinatura] EMPRESA: MCM Empreend. Imob. Ltda.	TRANSPORTADOR DATA DE TRANSPORTE: 09.11.2016 ASSINATURA: [Assinatura] EMPRESA: HEURITER TRANSPORTAGEM LTDA	DESTINO FINAL DATA DE RECEBIMENTO: 9.11.2016 ASSINATURA: [Assinatura] EMPRESA: DOPTAR LACERDA E FILHOS S.A.	

Fonte: autor

Em conformidade com a legislação ambiental vigente, todos os resíduos deverão ser corretamente destinados. O transporte e recebimento dos resíduos de obra devem ser realizados por empresas licenciadas. Para o resíduo encaminhado para reaproveitamento ou reciclagem/beneficiamento, deverá ser fornecido um Certificado de Destinação Final (CDF), informando o processo ao qual o resíduo foi submetido e o local de sua destinação final.

Um destino citado por Oliveira (2014) são as cooperativas de reciclagem, as quais promovem a coleta de materiais recicláveis para posterior venda. De acordo com o mesmo, 20% dos resíduos sólidos urbanos são coletados por catadores, colaborando assim com o desempenho sustentável durante a construção, evitando que os resíduos se destinem a locais impróprios.

4.2.7 Reaproveitamento/reciclagem

Segundo Pacheco (2011), a reciclagem dos resíduos de construção civil tem sido cada vez mais destacada como uma das soluções para o gerenciamento adequado desses detritos. Isso devido ao grande volume gerado pelas construções. Vinceguerra (2013), por sua vez, sugere, no estudo de layout de canteiro, um espaço para armazenamento de materiais recicláveis junto a um treinamento de Coleta Seletiva para conscientização dos funcionários.

Todos os empreendimentos apresentaram como destinação final áreas de reciclagem de resíduos ou também a logística reversa, onde o fornecedor recolhe a embalagem do seu próprio produto. Este conceito assumiu um papel importante no ciclo da construção, tanto pelo potencial econômico quanto pela necessidade de preservação dos recursos e do meio ambiente (LADEIRA et. al. 2014)

4.2.8 Planilha de controle de saída de resíduos

Utilizando o quadro 9, foi verificado que, atualmente, todos os empreendimentos não possuem um controle de saída de resíduos de seus canteiros. A MTRCC possui um campo em sua planilha que discrimina o quantitativo de resíduos a ser removido. Ao final da obra têm-se somado esses valores para verificar o valor total descartado.

A obra deve ter o controle do descarte de resíduos em uma planilha de controle padrão, discriminando e quantificando os resíduos gerados. Deverá também reter todas as notas fiscais das empresas coletoras e suas respectivas licenças de operação.

Vinciguerra (2013), no acompanhamento de seu estudo na obra do Consórcio Maracanã RIO 2014, apresenta uma planilha de controle a qual pode ser adaptada e utilizada pelos canteiros. A mesma é demonstrada na figura 46:

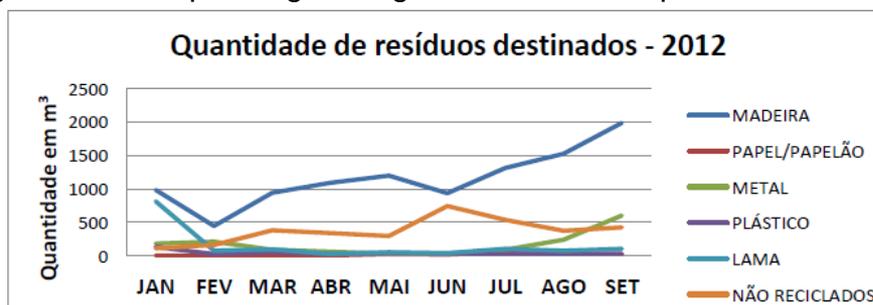
Figura 46 Planilha de controle de saída de resíduos

QUANTIDADE DE RESÍDUOS DESTINADOS - 2012												
Unidade de medida: m ³												
RECICLADOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MADEIRA	981	442	944	1092	1195	935	1310	1526	1986			
PAPEL/PAPELÃO	0	0	0	0	26	13	52	26	26			
METAL	180	210	90	60	30	30	90	236	600			
PLÁSTICO	130	26	52	26	36	33	26	26	26			
LAMA	810	70	95	20	50	40	105	75	105			
NÃO RECICLADOS	110	162	378	338	297	740	537	373	424			

Fonte: Vinciguerra, 2013

A partir desse acompanhamento são gerados gráficos os quais podem servir de comparativo entre obras, resultando em indicadores de geração de resíduos os quais podem ser interessantes para uso da empresa, como apresentado na figura 47.

Figura 47 Exemplo de gráfico gerado através da planilha de controle



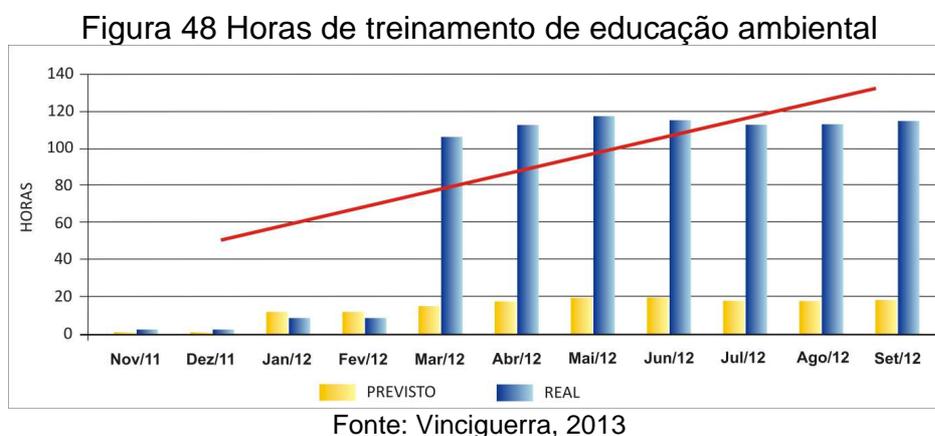
Fonte: Vinciguerra, 2013

4.2.9 Treinamento

Todos os empreendimentos fazem treinamentos com os funcionários no momento em que os mesmos adentram ao canteiro de obras. No entanto, estes treinamentos são em forma de conversa, focando em procedimentos de serviço e segurança, sem haver ênfase na questão ambiental.

É fundamental que a equipe de obra esteja treinada para a organização contínua dos resíduos gerados, de modo a evitar mistura ou contaminação de resíduos recicláveis. Oliveira (2014) sugere que todos os funcionários detenham conhecimento sobre a gestão de resíduos no canteiro, porém de forma distinta. A equipe de engenharia da obra deve deter o conhecimento total do plano, enquanto os colaboradores apenas o parcial. Vinciguerra (2013) apresenta um gráfico o qual

demonstra a real importância do treinamento em gestão de resíduos no canteiro de obras.



Percebe-se, através da figura 48 que o número de horas de treinamento cresceu à medida que a obra evoluiu, e o mesmo sempre foi superior a quatro vezes o número de horas de treinamentos previstos inicialmente. Este é um dos motivos de sucesso no Consórcio Maracanã RIO 2014.

Ainda como sugestão, podem ser colocados painéis e placas ilustrativas à sustentabilidade as quais ajudem os funcionários a lembrarem da meta no ambiente do canteiro de obras, como na figura a seguir (FRANCE, 2013).

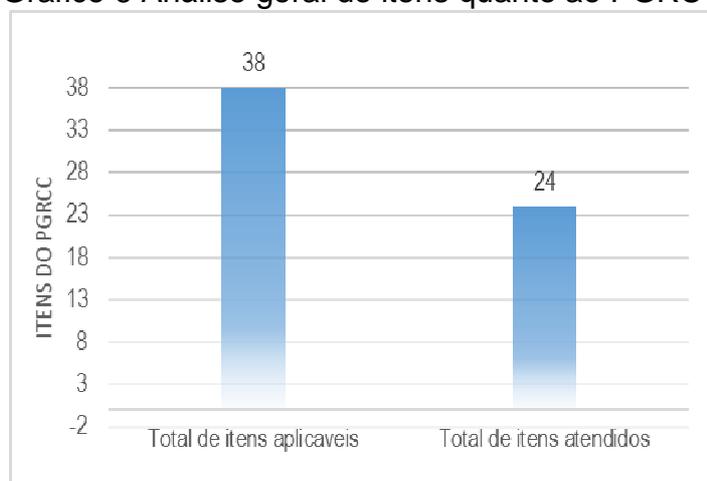
Figura 49 Sinalização Ambiental



Fonte: autor

O Plano de gerenciamento de resíduos foi o no qual viu-se maior atendimento de itens em todos os empreendimentos, com uma média geral de 63% de adequação, conforme observado no gráfico 6. Isto deve-se a exigência da legislação municipal, a qual é rigorosa neste quesito.

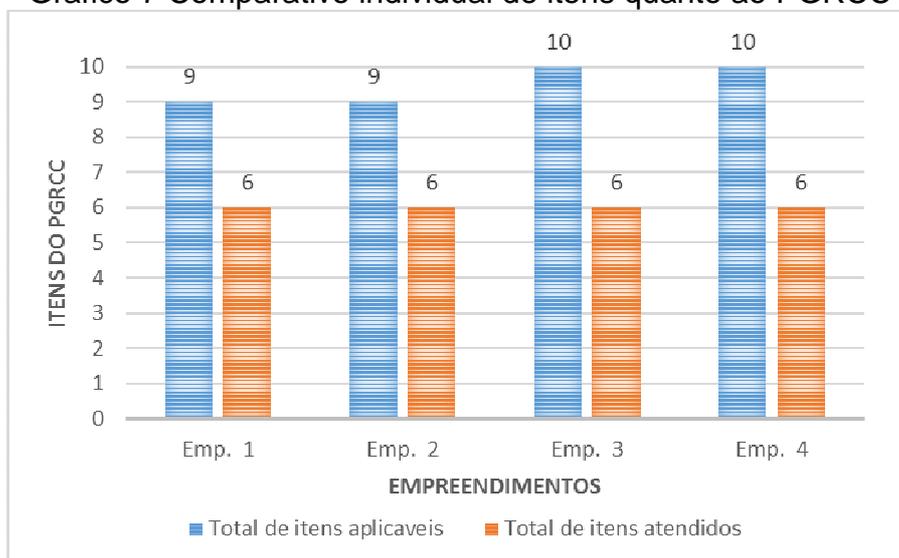
Grafico 6 Análise geral de itens quanto ao PGRCC



Fonte: autor

No entanto, avaliando individualmente as obras, nota-se que os empreendimentos 1 e 2 possuem um percentual de 67% de atendimento aos itens propostos, enquanto os empreendimentos 3 e 4 ficam na faixa de 60%. Tendo em vista que se trata de um item apenas, esta diferença não é considerada significativa.

Grafico 7 Comparativo individual de itens quanto ao PGRCC



Fonte: autor

Outro ponto importante a ser comentado em relação a gestão de resíduos, é que a empresa trabalha com sistemas construtivos de forma a minimizar os desperdícios de materiais, como sugerido por Brum (2013). Exemplo disso são: modulação de paredes em blocos cerâmicos, compra de armaduras de aço já cortadas e dobradas e o escoramento das obras serem todos em aço. Com isto,

minimiza-se o desperdício e geração de resíduos. Porém, é importante lembrar que em nenhuma das obras é realizada a criação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos para a etapa de demolição.

4.3 PLANO DE QUALIDADE DO AR INTERIOR

A necessidade de criar um Plano de Qualidade do Ar Interior é uma novidade para a construção civil brasileira, principalmente para a fase de construção do empreendimento (PICOLLI et al. 2010). Não faz parte da legislação municipal nem do sistema da empresa fazer o controle do ar interior dos canteiros de obra. Esta prática não foi verificada em nenhum dos empreendimentos analisados.

O Plano de Qualidade do Ar Interior (PQAI) é um documento em que estão descritas as estratégias que deverão ser aplicadas à obra em questão. Deverá ser fielmente seguido pelas empresas executoras. Como apresentado no quadro 10 a empresa não atende vários requisitos solicitados pela certificação LEED, os quais serão discutidos individualmente.

Quadro 10 Análise dos empreendimentos quanto ao PQAI

Itens de atendimento na etapa de obra	Empreendimento 1			Empreendimento 2			Empreendimento 3			Empreendimento 4		
	S	N	NA									
3 Plano de Qualidade do Ar Interior		x			x			x			x	
3.1 Proteção de dutos e equipamentos			x		x			x			x	
3.2 Armazenamento de materiais pulverulentos			x			x		x			x	
3.3 Varrição e limpeza	x			x			x			x		
3.4 Proibição de fumo		x			x			x			x	
3.5 Uso de EPI	x			x			x			x		
3.6 Controle de poluição na fonte		x			x			x			x	
3.7 Controle de COV dos materiais			x			x		x			x	
3.8 Isolamento de áreas			x			x		x			x	
3.9 Depósito de materiais químicos			x			x	x			x		
3.10 Armazenamento de combustíveis	x					x	x			x		

Fonte: autor

4.3.1 Proteção de dutos e equipamentos

Apesar do empreendimento 2 não estar em fase de instalações, o mesmo já começou a receber material para execução das mesmas. Foi visto que não existe o

cuidado com a vedação das tubulações em seus depósitos, como apresentado na figura 50. Os empreendimentos 3 e 4 já apresentavam suas instalações finalizadas. Porém, as suas saídas não estavam isoladas, evitando a entrada de partículas.

Figura 50 Depósito de tubulação de ar condicionado



Fonte: autor

Todos os dutos do sistema de climatização e exaustão, além dos equipamentos que o compõem, devem ser devidamente protegidos ao serem armazenados e após a sua instalação. Isto evita que os usuários finais sejam prejudicados pelos contaminantes que serão liberados quando o sistema iniciar a operação. Atualmente esta solicitação não é uma diretriz da empresa, por isso não é seguida nos empreendimentos.

É possível perceber este tipo de ação na obra do Consórcio Maracanã RIO 2014, onde, como demonstrado na figura 51, os dutos foram protegidos.

Figura 51 Dutos de ventilação tamponados



Fonte: autor

4.3.2 Armazenamento de materiais pulverulentos

Todos os canteiros de obras possuem depósitos de materiais como argamassa, gesso, lã de rocha, etc. No entanto, nenhum dos mesmos é coberto por lona, evitando que as partículas se dissipem no ar. Isso deve-se a preocupação apenas de controle de estoque dos materiais, e não o cuidado com a saúde dos colaboradores.

Figura 52 Depósito de placas de gesso protegido



Fonte: autor

Como apresentado na figura 52, todos os materiais particulados e pulverulentos deverão ser armazenados cobertos com lona. Desta maneira, evita-se que partículas sejam emitidas no ar, contaminando o ambiente da obra. Em todos os empreendimentos foram sinalizados depósitos, ou de placas de gesso, ou de materiais argamassados, os quais deveriam estar no mesmo formato da figura 52.

4.3.3 Varrição e limpeza

Em todos os empreendimentos foi observado que existem funcionários responsáveis pela limpeza do entorno da obra e os pavimentos das torres em construção. A figura 53 apresenta este exemplo de limpeza no entorno do empreendimento 4.

Figura 53 Funcionário varrendo entorno do empreendimento 4



Fonte: autor

O canteiro de obras deve manter condições adequadas de limpeza e higiene. Para a varrição de poeiras, é sugerido umedecer o piso através da aspersão de água no local a ser limpo, evitando assim, a geração de partículas em suspensão. Alternativamente, é adequado o uso de aspiradores, rodos e vassouras com panos úmidos (CARVALHO; FUROKAWA, 2011).

Figura 54 Higienização do entorno da obra



Fonte: Carvalho e Furokawa (2011)

Já no estudo de caso de Vinciguerra (2013) foi utilizado um caminhão pipa para estabilização e varrição da obra, conforme figura 55, devido a dimensão do terreno, bem como se utiliza no Plano de Controle de Erosão e Sedimentação.

Figura 55 Utilização de caminhão pipa para higienização da obra



Fonte: Vinciguerra (2013)

4.3.4 Proibição do fumo

Em todos os canteiros foi percebido que os funcionários fazem uso do cigarro no ambiente de trabalho. Existem áreas de vivência nos canteiros de obra, mas nem mesmo nestes o fumo é proibido. Este item trata-se muito mais de uma questão de consciência dos colaboradores do que a exigência da engenharia da obra.

Este ponto é um dos mais difíceis e delicados a serem tratados. A sinalização de “Proibido fumar” deve ser mais intensa no canteiro de obras (FRANCE, 2013). Também pode ser estudada a existência de “Fumódromos” nos canteiros de obras, mantendo um espaço ao ar livre exclusivo para este fim.

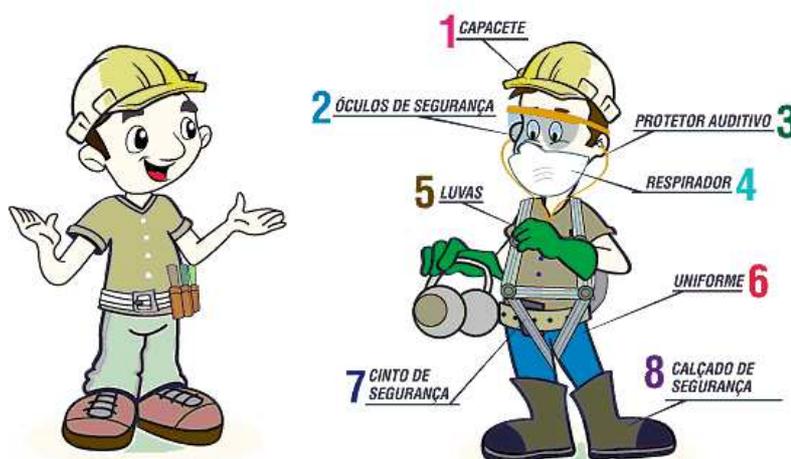
4.3.5 Uso de EPI

De acordo com a NR-06, Equipamento de Proteção Individual (EPI) é o dispositivo de uso individual, utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos que possam ameaçar a segurança e a saúde do mesmo. É obrigação da empresa fornecer EPI adequado ao risco a que ele é exposto, sendo necessário exigir seu uso e orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação, como descrito nos planos de segurança do trabalho.

A empresa possui uma rigorosa fiscalização de segurança do trabalho em todos os canteiros de obras. Com isto, percebeu-se que este item foi rigorosamente cumprido em todos os empreendimentos visitados.

Os colaboradores envolvidos em atividades que comprometem a qualidade do ar, como as geradoras de poeira, poluição e emissão de contaminantes (uso de lixadeiras, tintas, etc.) deverão utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPI), em concordância com as normas de segurança do trabalho, conforme figura 56.

Figura 56 Equipamentos de proteção Individual



Fonte: www.finocredito.com.br

4.3.6 Controle de poluição na fonte

Todos os empreendimentos foram analisados neste quesito. Os cortes de blocos cerâmicos, pisos cerâmicos, gesso, são todos realizados dentro do canteiro de obras. Em nenhuma das ocasiões, dentro das 4 obras foi verificado controle ou estratégia de minimizar a geração de poeira. Todas apresentam seu foco na produção de serviço.

A obra deverá priorizar o uso de equipamentos que não poluam o meio ambiente. Por exemplo, substituir equipamentos movidos a diesel por outros que utilizem gás natural ou eletricidade para seu funcionamento. Caso não seja possível reduzir a poluição gerada por determinado equipamento ou atividade, utilizar normas técnicas de exaustão ou ventilação forçada.

4.3.7 Controle de COV dos materiais

Os compostos orgânicos voláteis (COV's) são poluentes perigosos, tóxicos e cancerígenos. A inalação destes pode causar efeitos adversos à saúde humana (VINCIGUERRA, 2013). Os produtos químicos a serem utilizados, incluindo tintas e

revestimentos, adesivos e selantes, devem respeitar os limites máximos de Composto Orgânico Volátil (COV) exigido pelo sistema LEED, o que contribui positivamente para o controle de poluição na fonte.

Uma dificuldade encontrada pelas construtoras é contratar fornecedores que tenham desenvolvido produtos com COV abaixo do limite exigido pelo sistema de certificação e pautados de ensaios. Dessa forma, torna-se difícil atuar com empresas de menor porte, ficando-se refém de empresas de grande porte no fornecimento de materiais (PICOLLI et al, 2012).

Não foi verificado em nenhuma obra o controle de materiais recebidos e sua composição. As solicitações são realizadas na obra, porém, as contratações são todas efetuadas pela equipe de suprimentos da empresa, a qual não tem conhecimento sobre o COV dos materiais.

4.3.8 Isolamento de áreas

Não foi verificado em nenhuma obra o isolamento de áreas que gerassem partículas no ar. Como citado em outros casos, o maior foco da obra é a sua produção, e o conforto dos colaboradores não é percebido.

Sempre que necessário, deve-se executar barreiras físicas, de modo a interromper o fluxo dos contaminantes em potencial. Araújo (2014) propõe uma série de ações possíveis de serem realizadas, visando o isolamento de áreas e minimização da geração de poeira para outros ambientes, como as que seguem:

- a) Atividades as quais gerem grande emissões de poeira deverão ser realizadas em ambiente com coifa exaustora e filtro;
- b) Quando as misturas forem deixadas de um dia para o outro, cobri-las com lonas;
- c) Realizar varrição úmida ou aspiração com frequência;
- d) Criar barreiras físicas de modo a evitar que as argamassas e concretos sejam lançados fora de um espaço controlável (telas nos andaimes fachadeiros, tapumes, lonas, entre outros),
- e) Utilizar barreiras físicas (tapumes, telas, lonas, entre outros) no contorno das áreas de serviço, evitando ou diminuindo a ação dos ventos e chuvas, conforme figura 57.

Figura 57 Barreira evitando dispersão de poeira



Fonte: acervo pessoal

4.3.9 Depósito de materiais químicos

Os materiais encontrados nos empreendimentos 3 e 4 foram em sua maioria, tintas. Os depósitos das mesmas estavam separados dos demais da obra. Para este item, conforme apresentado no quadro 10, não foi verificado nos empreendimentos 1 e 2.

Para o armazenamento de todos os produtos químicos a serem utilizados na obra, desde impermeabilizantes, até tintas e vernizes, deverá ser previsto um espaço específico para esse fim. O local deverá ser coberto, ventilado, com piso impermeável e mureta de contenção para eventuais vazamentos.

Jesus e Nascimento (2016) apresentam modelo verificado em estudo realizado na cidade de Vitória, no Espírito Santo. Nota-se, na figura 58, que o depósito de materiais químicos possui todos os requisitos mencionados acima.

Figura 58 Depósito de materiais químicos



Fonte: Jesus e Nascimento (2016)

No consórcio Maracanã RIO 2014, para o descarte de lâmpadas foi utilizado um papa pilhas, apresentado na figura 59. Assim, ele retirava o mercúrio das lâmpadas fluorescentes deixando apenas o vidro, filtrando particulados em suspensão e encaminhando o vapor de mercúrio para um contentor (VINCIGUERRA, 2013). Esta medida evita que os funcionários tenham contato com o material químico proveniente das lâmpadas.

Figura 59 Papa pilhas



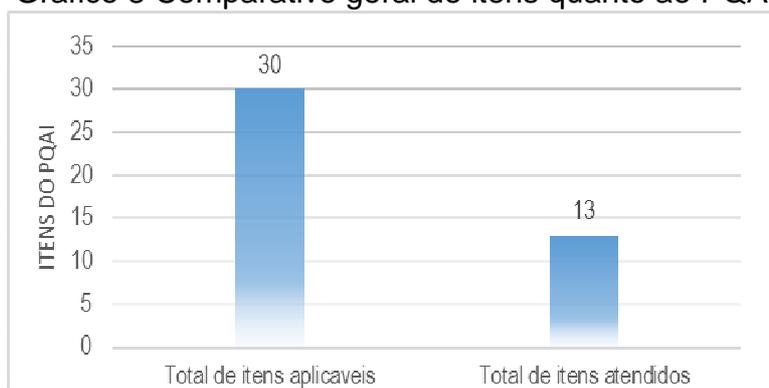
Fonte: Vinciguerra (2013)

4.3.10 Armazenamento de combustíveis

Sempre que a obra necessite de um local específico para armazenamento de combustível, este deverá ser coberto, ventilado e dotado de piso impermeável, atendendo à legislação ambiental específica vigente. No empreendimento 1 foi verificado que existe um depósito específico para armazenamento de combustíveis, bem como nos empreendimentos 3 e 4.

Com a análise dos empreendimentos, verificou-se que apesar da inexistência de um plano específico para controlar e monitorar a qualidade do ar interior, existem medidas as quais já são adotadas nas obras, conforme pode-se observar no gráfico 8.

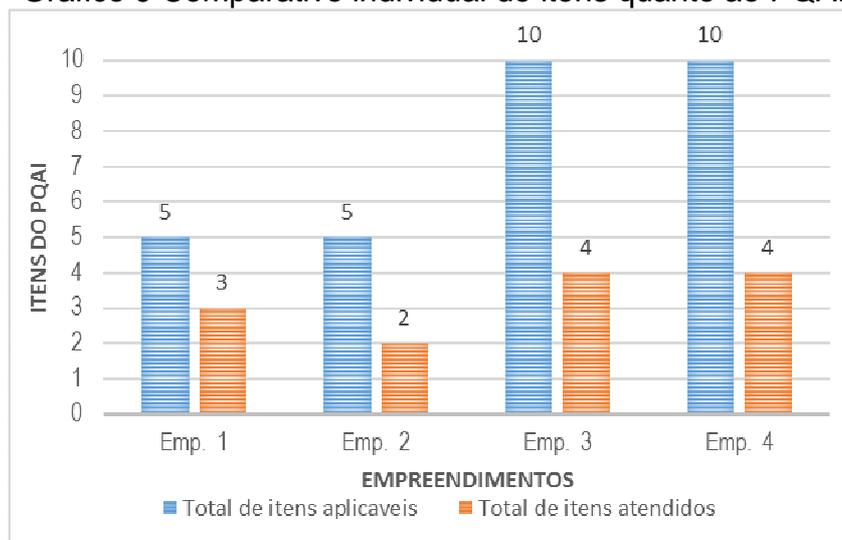
Gráfico 8 Comparativo geral de itens quanto ao PQAI



Fonte: autor

Da mesma forma que se viu nos demais planos, o mesmo observa-se nos itens referentes ao PQAI. Enquanto o total geral é 43%, o empreendimento 1 atende 60% e os empreendimentos 2, 3 e 4, apenas 40%, conforme observa-se no gráfico 9.

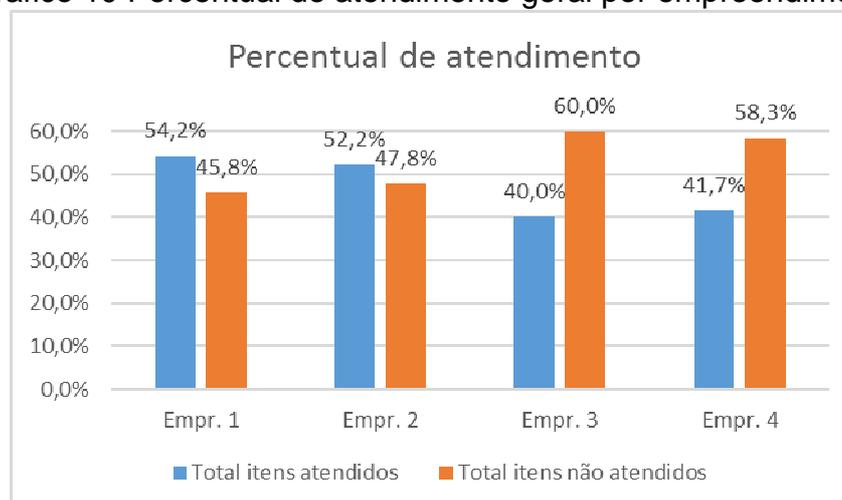
Gráfico 9 Comparativo individual de itens quanto ao PQAI



Fonte: autor

Pode-se explicar, mas não justificar este resultado, devido a etapa de obra, onde a demanda de final de obra é maior e mais intensa que na fase inicial. Os canteiros de obra grandes em dimensões, somados a falta de planejamento fazem com que os empreendimentos 3 e 4 apresentem uma defasagem em relação aos dois primeiros estudos de caso.

Gráfico 10 Percentual de atendimento geral por empreendimento



Fonte: autor

De forma geral, conforme apresentado no gráfico 10, o empreendimento 1 possuiu o maior atingimento de itens referentes aos requisitos da certificação LEED propostos no estudo. Como supracitado, trata-se de um empreendimento novo, o qual está em fase de escavação, não possuindo assim, grandes demandas quanto ao restante dos planos em questão. No entanto, no que diz respeito a questão de resíduos, assim como os demais empreendimentos ele está adequado devido a exigências municipais.

O empreendimento 2, por sua vez, apresentou dificuldades devido a sua logística de construção. Por se tratar de uma obra horizontal, existe uma perda de tempo e de material nos deslocamentos, justificando algumas não conformidades, como por exemplo, o controle de poluição na fonte e proibição do fumo. São pontos difíceis de haver o controle.

Os empreendimentos 3 e 4 já em fase de finalização apresentaram vícios construtivos referentes a sustentabilidade devido a uma gestão viciada, sem preocupação com o tema. No entanto, em itens exigidos pela legislação ambas apresentaram resultados satisfatórios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente trabalho foi de analisar os itens importantes referentes a cada um dos planos e verificar se os mesmos eram cumpridos nas obras em execução, baseando-se em uma análise de quatro empreendimentos na cidade de Porto Alegre e comparando-os com trabalhos existentes. Desta forma, poderiam ser criados padrões executivos e gerenciais de modo a auxiliar novos empreendimentos.

É sabido que para uma incorporadora e construtora, os prazos, custos e qualidade de construção são fundamentais. No entanto, a presente empresa traz este conceito de preocupação ecológica e de responsabilidade social, visualizando nestes, como consequência, vantagens econômicas na certificação de sustentabilidade.

De acordo com a pesquisa realizada, pode-se concluir que os itens que não foram atendidos nos canteiros em questão eram todos os quais não são obrigatórios por legislação municipal e não impactam no cronograma de obra, tais como: controle de poluição; reuso de água e reuso de materiais. Assim, devem ser propostas melhorias em tais fatores, para que eles possam tornar-se mais presentes nos canteiros de obra.

Mitigação de solo, qualidade da água, controle de sedimentação e tratamento das bocas de lobo, são ações as quais devem ser tomadas iniciativas nos canteiros futuros, para já haver uma cultura na empresa, tornando sua execução mais fácil. Assim, a certificação ambiental pode apresentar suas efetivas vantagens bem como proporcionar um ambiente mais saudável para os colaboradores.

Quanto aos empreendimentos 3 e 4, como já feito o comentário, tratam-se de empreendimentos de gestão de engenharia diferenciada das demais obras. O único plano o qual se viu ação foi o de gerenciamento de resíduos, que; como já havia sido citado, trata-se de uma exigência da prefeitura, vinculando o mesmo a liberação do empreendimento para solicitação da carta de habitação.

Foi possível perceber que as atividades as quais não eram críticas ao cronograma de execução da obra, não eram realizadas com a mesma preocupação que as demais. Este ponto demonstra que existe a necessidade de uma gestão de

produção e de qualidade, havendo controles e processos, com vistorias periódicas. Ainda, é necessário haver uma rotina de treinamentos com o tema sustentabilidade, fazendo com que todos os colaboradores se envolvam no processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Marco Antônio Teixeira de. **Green building: análise das dificuldades (ainda) enfrentadas durante o processo de certificação LEED no Brasil.** 2013. 61p. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial) - Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa. Rio de Janeiro, 2013.

ANTONIOLLI, Cibelle Bossa. **Pós-Ocupação de prédio comercial com certificação ambiental: análise de critérios adotados e o papel do usuário.** Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2015.

ARAÚJO, Ingrid Priscylla Silva. **Metodologia para medição de emissão de material particulado em canteiros de obras.** 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Bahia, 2014.

BRUM, Fábio Martins et al. **Implantação de um programa de gestão de resíduos da construção civil em canteiro de obra pública: o caso da UFJF.** Dissertação de mestrado UFJF, 2013.

BUENO, Wilson. **Comunicação, jornalismo e meio ambiente.** São Paulo: Mojoara, 2007.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Construção sustentável: desenvolvimento com sustentabilidade.** 2011. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/sites/default/files/Programa-Construção-Sustentável.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2015.

CARDOSO, Francisco Ferreira. **Redução de impactos ambientais dos canteiros de obras: exigências das metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios.** Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: A Construção do Futuro, XI, 2006.

CIB - INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries: a discussion document.** Pretoria, South Africa: CIB, UNEP-IETC, 2002.

COSTA, Wellington Vinicius Gomes; OLIVEIRA, Edna Alves. **Estudos e análises dos impactos da segregação de resíduos sólidos de obras em Belo Horizonte.** CONSTRUINDO, v. 3, n. 01, 2011.

DEGANI, Clarice Menezes; CARDOSO, Francisco Ferreira. **A sustentabilidade ao logo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto**

arquitetônico. In: NUTAU: SUSTENTABILIDADE, ARQUITETURA, DESENHO URBANO, 4., 2002, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2002. p. 1347-1357.

ECODESENVOLVIMENTO. **Editorial: Marcos Casado, gerente técnico do GBC Brasil, conversa sobre construção sustentável.** 2011. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/agosto/marcos-casado-gerente-tecnico-do-gbc-brasil?tag=arquitetura-e-construcao>>. Acesso em 20 jun. 2015.

FRANCE, André Luiz Rua. **Diretrizes da Sustentabilidade nas Edificações e as Certificações.** Monografia de Graduação, Escola Politécnica/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013.

FURUKAWA, Fábio Massaharu. **Técnicas construtivas e procedimentos sustentáveis** – estudo de caso: edifício na cidade de São Paulo. 2011. 1 CD-ROM. Trabalho de conclusão de curso - (bacharelado - Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: ed. Atlas, v. 5, 2002.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, out./dez. 2006. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3720/2071>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (GBC BRASIL). **Certificação LEED: saiba mais sobre o LEED.** São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/?p=certificacao>>. Acesso em: 18 ago. 2015.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (GBC BRASIL). **Economia rumo à sustentabilidade.** São Paulo, 2014a. p. 26-28.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (GBC BRASIL). **Edifícios verdes consolidam tendência nas Américas.** São Paulo, 2014b. p. 54.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (GBC BRASIL). **Certificação LEED. 2015.** Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

HERNANDES, Thiago Zaldini; DUARTE, Denise Helena. **Leed-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade:** questionamentos para uma aplicação local. In: ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES RENTÁVEIS, 4., 2007, Campo Grande. Anais... Campo Grande: 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Projeção de população.** 2013. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default_tab.shtm>. Acesso em: 30 jun. 2015.

KATS, Gregory H. **Green building costs and financial benefits**. Massachusetts: Massachusetts Technology Collaborative, 2003. Disponível em: <<http://www.cap-e.com/ewebeditpro/items/059F3481.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2015.

LADEIRA, Rodrigo; RODAS VERA, Luciana Alves; TRIGUEIROS, Raphael Eysen. **Gestão dos resíduos sólidos e logística reversa**: Um estudo de caso em uma organização do setor da construção civil. *Gestão & Planejamento-G&P*, v. 15, n. 2, 2014.

LUCON, Oswaldo; GOLDEMBERG, José. **Energia e meio ambiente no Brasil**. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7-20, abr. 2007.

MOULIN NETTO, José. **Introdução para a edição brasileira**. In: KATZ, Gregory; BRAMAN, Jon; JAMES, Michael. *Tornando nosso ambiente construído mais sustentável: custos, benefícios e estratégias*. Washington: IslandPress, 2010. p. xviii-x.

NAPIER, Tom. **Construction Waste Management**. National Institute of Building Sciences. Washington, DC. Outubro, 2016. Disponível em: <<https://www.wbdg.org/resources/construction-waste-management>> Acesso em 19 jan 2017.

NASCIMENTO, Priscila do; DE JESUS, Luciana Aparecida Netto. **Avaliação da sustentabilidade em canteiros de obras**: um estudo na Grande Vitória-ES. *Revista de Engenharia Civil IMED*, v. 3, n. 2, p. 54-70, 2016.

OLIVEIRA, Túlio Alexandre Andrade do Carmo. **Implantação da gestão de resíduos em uma edificação comercial no DF**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/235/6374>>

PACHECO, Tathiana Cardoso. **Diagnóstico da gestão de resíduos na construção civil**: comparação de obras no rio de janeiro visando a certificação LEED e obras sem certificação. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PICCOLI, Rossana et al. **A certificação de desempenho ambiental de prédios**: exigências usuais e novas atividades na gestão da construção. *Ambiente Construído*, v. 10, n. 3, p. 69-79, 2010.

PINHEIRO, Manuel Duarte **Construção sustentável: mito ou realidade?** In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DO AMBIENTE, 7., 2003, Lisboa. **Anais...** Lisboa, 2003.

PONNADA, MarkandeyaRaju; KAMESWARI, P. **Constructionanddemolitionwaste management–a review**. safety, v. 84, 2015.

QUE ES LED. 2015. Disponível em: <<http://liderar.co/sistema-leed/que-es-leed>>. Acesso em: 20. Jun. 2015.

ROCHETA, Vera; FARINHA, Fátima.**Práticas de projecto e construtivas para a construção sustentável**. In: CONGRESSO NACIONAL CONSTRUÇÃO, 3., 2007, Coimbra. Anais... Coimbra, 2007.

ROSA, Altair. **Rede de governança ambiental na cidade de Curitiba e o papel das tecnologias de informação e comunicação**. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2007.

SANTOS, Mariana Feres do. **Construções com certificações LEED no Brasil: o caso do Eldorado Business Tower**. 2012. 159 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://tede.mackenzie.com.br/tde_arquivos/2/TDE-2012-06-12T124652Z-1479/Publico/Mariana%20Feres%20dos%20Santos%20.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2015.

SANTOS, Tassiano José dos; CAMPOS, Vanessa Ribeiro. **Processo da certificação LEED – Leadership in Energy and Environmental design: estudo de caso**. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014. Maceió. Anais... Maceió, 2014.

SATTLER, Miguel Aloysio.**Edificações e comunidades sustentáveis: atividades e desenvolvimento no NORIE/UFRGS**. In: SEMINÁRIO DE TRANSFERÊNCIA Y CAPACITACIÓN PARA VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL.5., 2003, San Lorenzo, Argentina. Anais... San Lorenzo, 2003.

SILVA, Marcus Vinicius Rosário da; DE BARROS, Mércia Maria SemensatoBottura. **Cenário atual da aplicação dos sistemas de avaliação de desempenho ambiental de edificações**. XI Congresso Anual de Excelência em Gestão. 2015.

TAMAYO, Eduardo Rocha.**Construccionessostenibles: materiales, certificaciones y LCA**. Nodo: Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente, v. 6, n. 11, p. 99-116, 2011.

VINCIGUERRA, Mariangela. **Gestão de resíduos da construção civil por meio da análise da certificação leed – o caso do estádio Maracanã - RJ**. 2013. 153 f. Dissertação (Dissertação em Engenharia do Meio Ambiente) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3665>>

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Report of the World Commission on Environment and Development: our**

common future. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

ZANGALLI JÚNIOR, Paulo Cesar. **Sustentabilidade urbana e as certificações ambientais na construção civil**. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 291-302, ago 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132013000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 3 ago. 2015.

ZEULE, Ludimilla de O.; SERRA, Sheyla. **Análise das práticas de sustentabilidade no uso racional da água em canteiros de obras**. XV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - Maceió. 2014. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_356.pdf>

APÊNDICE A - PROCESSO: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE CONTROLE DE EROÇÃO E SEDIMENTAÇÃO

1. **INTRODUÇÃO** – Nesta etapa deve haver a caracterização do empreendimento. Indicar:

- Nome do projeto:
- Localização:
- Cidade/Estado:
- País:
- Latitude/Longitude:

2. **DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO** – Indicar descrição das atividades fins. Inserir planta de situação/localização ou mapa. Neste ponto, também descrever de forma abreviada o cronograma da obra, data de início e término da construção.

3. **DADOS DE IDENTIFICAÇÃO** – Indicar os dados do empreendedor, responsável técnico pela elaboração do PCES, responsável técnico pela implantação do PCES e responsável técnico da obra.

4. **AVALIAÇÃO DO TERRENO** – Deve ser realizado um estudo do terreno a ser construído com base nos quesitos abaixo:

a. Solos, taludes, vegetação, e sistema existente de drenagem: Descrever os tipos de solo existentes no canteiro de obras incluindo taludes com seus referidos comprimentos, padrão de drenagem, e outras características topográficas que talvez possam afetar erosão e o controle de sedimentação.

Sugestão: obter parecer do solo através de estudo de sondagem com empresa especializada.

b. Dados do Terreno: Indicar áreas do projeto e percentuais de permeabilidade afetados pela escavação e terraplenagem, conforme dados abaixo:

- Área do projeto:
- Área do canteiro de obras afetada:

- Porcentagem de área impermeável antes da construção:
 - Porcentagem de área impermeável depois da construção:
 - Coeficiente de Runoff antes da construção:
 - Coeficiente de Runoff depois da construção:
- c. Corpos d'água: Este item a princípio não se aplica aos terrenos da empresa. Não existem corpos de água receptores. Quanto as águas pluviais, elas devem ser conduzidas para as bocas de lobo do entorno dos empreendimentos.
- d. Proteção de espécies ameaças de extinção: Este item a princípio não se aplica aos terrenos da empresa. Não existem espécies ameaçadas de extinção nos terrenos a serem construídos.
- e. Potenciais fontes de poluição: Listar as possíveis fontes de sedimentos, que podem afetar a qualidade da descarga de águas pluviais dentro do terreno.

Instrução: um dos principais processos causadores de poluição é o de terraplenagem. Avaliar a grandeza das escavações dos empreendimentos junto ao projetista de fundações.

- f. Plantas: inserir plantas do terreno e respectivos *layouts*.

Instrução: inserir no layout do empreendimento:

- *Áreas afetadas e não afetadas*
- *Localização da infra estrutura do canteiro de obras*
- *Localização de armazenamento de materiais*

5. **CONTROLE DE EROÇÃO E SEDIMENTAÇÃO** - Descrever as medidas que serão implementadas para os casos abaixo:

- a. Fases das atividades de construção: Descrever fases de obra e o cronograma das atividades, incluindo todas as medidas de estabilização necessária para o controle de erosão e sedimentação.

Sugestão de medidas: fazer a divisão da obra neste cronograma em 4 etapas:

- *Escavação e terraplenagem*
- *Estrutura e vedações*
- *Instalações*
- *Acabamentos e Paisagismo*

A partir desta divisão seguem as medidas sugeridas para cada etapa de obra:

Escavação e terraplenagem:

1. *Lava rodas*
2. *Tratamento da água através de filtragem*
3. *Instalação de bacia de sedimentação*
4. *Estabilização do solo com uso de calça de obra*
5. *Cobertura de taludes com lona ou material cimentício*
6. *Depósito de produtos químicos e inflamáveis*
7. *Controle de emissão de poeira*

Estrutura e vedações:

1. *Lava rodas*
2. *Tratamento da água através de filtragem*
3. *Instalação de bacia de sedimentação*
4. *Estabilização do solo com uso de calça de obra*
5. *Cobertura de taludes com lona ou material cimentício*
6. *Depósito de produtos químicos e inflamáveis*
7. *Controle de saída de materiais*
8. *Gestão de resíduos*
9. *Controle de emissão de poeira*

Instalações:

1. *Tratamento da água através de filtragem*
2. *Depósito de produtos químicos e inflamáveis*
3. *Controle de saída de materiais*
4. *Controle de emissão de poeira*
5. *Gestão de resíduos*

Acabamentos e paisagismo:

1. *Tratamento da água através de filtragem*
2. *Depósito de produtos químicos e inflamáveis*
3. *Controle de saída de materiais*
4. *Lava pincéis*
5. *Gestão de resíduos*

Controles do fluxo de água pluvial durante o projeto: Descrever as práticas para desvio de fluxos de solos expostos.

Sugestão de medidas:

- *Proteção das bocas de lobo*
- *Drenagem da água de lava rodas e lava bicas para caixa de sedimentação, onde receberá tratamento*

b. Estabilização do Solo: Descrever controles para estabilizar solos expostos onde existem atividades temporárias durante a construção.

Sugestão de medidas:

- *Uso de calça de obra*
- *Uso de material como rachão ou brita*

c. Proteções de encostas: Descrever controles que serão implementados para proteger todos os taludes.

Sugestão de medidas:

- *Uso de lona plástica*
- *Aspersão de material cimentício*
- *Uso de material como lona geotêxtil*

d. Proteções das entradas de bueiros: Descrever controles que serão implementados para proteger todos os bueiros do entorno do empreendimento com o recebimento de água das chuvas.

Sugestão de medidas:

- *Montar barreiras com lona bidim na entrada dos bueiros*
- *Colocar tela na frente das bocas dos bueiros*

e. Retenções de sedimentos dentro do canteiro de obras: Descrever prática de retenção de sedimentos que será implementada dentro do canteiro de obras para reter os sedimentos.

Sugestão de medidas:

- *Utilização de lava rodas e lava bicas*
- *Confecção de calhas*
- *Execução de bacia de sedimentação*

f. Estabelecer saídas estabilizadas da construção: Descrever a localização das entradas e saídas de veículos, procedimentos para o recolhimento de sedimentos acumulados fora do canteiro de obras e práticas de estabilização.

Sugestão de medidas:

- *Utilização de lava rodas e lava bicas*
- *Confecção de calhas*
- *Execução de bacia de sedimentação*
- *Aspersão de água para controle de poeira*
- *Uso de rachão, brita e/ou caliça no solo*

Deve ser identificada a equipe responsável pela manutenção de cada medida.

6. **LIMPEZA E MANUTENÇÃO** – Descrever medidas a serem seguidas dentro do canteiro de obras, de forma a prever a poluição. Dentre elas estão:

a. Gestão de resíduos.

Sugestão de medidas:

- *Implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil*
- *Instalação de caçambas para segregação de resíduos*
- *Instalação de baia de resíduos de tamanhos adequados*
- *Instalação de bombonas nos pavimentos das edificações*

b. Locais adequados de armazenamento de materiais

Sugestão de medidas:

- *Instalação de depósitos específicos para os materiais da obra*
- *Instalação de um almoxarifado*
- *Criar um procedimento de recebimento e armazenamento de materiais*

c. Especificar áreas restritas de lavagens.

Sugestão de medidas:

- *Instalação de lava rodas e lava bicas*
- *Instalação de lava botas*
- *Instalação de lava pinceis*

d. Descrever forma de controle no caso de derramamento de materiais químicos.

Sugestão de medidas:

- *Instalar depósito específico para materiais químicos*
- *Instalar um “kit mitigação”*

7. **INSPEÇÕES** - Identificar os responsáveis pelas inspeções. No caso de ações em não conformidades com o esperado, devem ser realizados planos de ação corretiva referente ao item.

Sugestão de medidas:

- *Criar cronograma de inspeção*
- *Criar relatório de inspeção*
- *Criar check list de inspeção para obra*
- *Criar relatório de ações corretivas*

8. **REGISTROS** – Descrever método de controle de registros dentro do canteiro de obras dos documentos os quais podem ser solicitados, como Alvará de Construção e Licenças Ambientais. Também deve haver controle e armazenamento de todos os treinamentos com funcionários próprios ou terceirizados.

Sugestão de medidas:

- *Criar pasta de registros*
- *Criar ata de treinamento padronizada*
- *Criar cronograma e rotina de treinamento*
- *Criar check list de registros necessários de acordo com cronograma de obra*

9. **GLOSSÁRIO**

APÊNDICE B - PROCESSO: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

1. **INTRODUÇÃO** – Nesta etapa deve haver a caracterização do empreendimento. Indicar:

- Nome do projeto:
- Localização:
- Cidade/Estado:
- País:

2. **DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO** – Localização do empreendimento, área construída, descrição das atividades fins. Inserir planta de situação/localização ou mapa

3. **DADOS DE IDENTIFICAÇÃO** – Empreendedor, Operador do PGRCC, responsável técnico pela elaboração do PGRCC, responsável técnico pela execução do PGRCC.

4. **NORMAS E RESOLUÇÕES** – Identificar normas técnicas e resoluções ambientais aplicáveis ao plano.

Sugestão de medidas:

- *Seguir Lei Federal nº 12.305/2010*
- *Seguir Resoluções Federais do CONAMA*
- *Seguir NBR 10.004/2004 – Resíduos sólidos – Classificação*
- *Seguir NBR 15.114/2004 – Resíduos sólidos da*

5. **CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL** – Citar classificação dos resíduos conforme Resoluções CONAMA 307 e 431, Norma ABNT 10.004/04 e Lei Federal 12.305/2010.

Sugestão de medidas:

- *Explicar quais os tipos de resíduos sólidos são gerados com a construção, identificando sua classe e posterior destino, como tabela de exemplo abaixo.*

Classe	Material		Destino
A	Componentes cerâmicos		Reuso em obra ou áreas licenciadas que fazem reuso ou reciclagem
B	Gesso		Empresas licenciadas que fazem uso do reuso ou reciclagem de material
C	Resíduos sem tecnologia que permita sua reciclagem		De acordo com a Lei Municipal e empresas licenciadas
D	Tintas		Logística reversa com transportador

6. IDENTIFICAÇÃO DE ETAPAS DA GESTÃO DE RESÍDUOS –

Neste capítulo devem ser identificadas as etapas de obra, como demolição e de construção, conforme cronograma de obra.

Sugestão de medidas:

- *Quando existente a necessidade de demolição de construção existente, fazer um plano apenas, contemplando os dois momentos: demolição e construção.*

7. DEMOLIÇÃO (se aplicável)

- Descrição da área a ser demolida (inserir imagens)
- Estimativa e geração de RCC por etapa conforme cronograma de obra;
- Segregação e acondicionamento de RCC;
- Armazenamento de RCC;
- Coleta e transporte externo de RCC,
- Tratamento e destinação final de RCC.

Sugestão de medidas:

- Utilizar a planilha exigida pelo município para identificar o quantitativo de resíduos
- Utilizar a planilha exigida pelo município para identificar o destino dos resíduos
- Criar áreas específicas para armazenamento do resíduo de demolição
- Utilizar empresas licenciadas pelo município para fazer o transporte
- Utilizar empresas licenciadas pelo município para fazer o recebimento e objetivar a reciclagem do resíduo

8. **NOVA CONSTRUÇÃO**

- a. Descrição da edificação a ser construída
- b. Estimativa e geração de RCC por etapa conforme cronograma de obra (caracterizar tipos de resíduo);
- c. Segregação e acondicionamento de RCC;
- d. Armazenamento de RCC;
- e. Procedimentos para manejo interno dos resíduos;
- f. Coleta e transporte externo de RCC
- g. Tratamento e destinação final do RCC

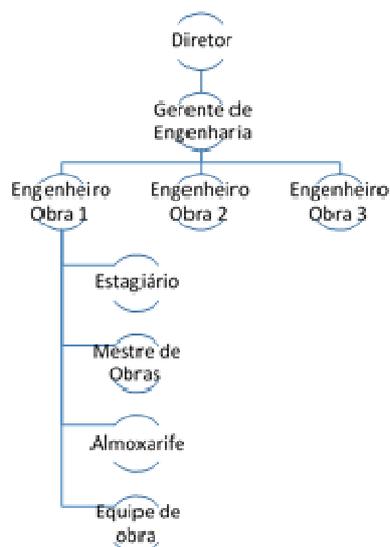
Sugestão de medidas:

- Utilizar a planilha exigida pelo município para identificar o quantitativo de resíduos
- Utilizar a planilha exigida pelo município para identificar o destino dos resíduos
- Criar áreas específicas – baias, bombonas, lixeiras - para armazenamento do resíduo
- As baias deverão ter piso cimentado, dimensionadas de acordo com o dimensionamento da construção e portas
- Instalar lixeiras nas áreas de vivência
- Instalar bombonas no canteiro de forma a que seja possível a segregação dos resíduos desde sua origem
- Utilizar empresas licenciadas pelo município para fazer o transporte
- Utilizar empresas licenciadas pelo município para fazer o recebimento e objetivar a reciclagem do resíduo

9. **ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA EMPRESA** -matriz de responsabilidades e técnicas construtivas da empresa.

Sugestão de medidas:

- *Criar organograma da empresa focando na construção a ser executada, conforme abaixo*



10. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CAPACITAÇÃO DA EQUIPE** - treinamentos periódicos.

Sugestão de medidas:

- *Criar procedimento de gestão de resíduos*
- *Criar cronograma de treinamento*
- *Criar rotina, onde todo o funcionário que ingressar no canteiro deve receber o treinamento sobre resíduos*

11. **MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS NA FONTE GERADORA** – Citar técnicas construtivas da empresa que possibilitem a minimização da geração de resíduos.

Sugestão de medidas:

- *Citar métodos como kanban, onde objetiva-se apenas o uso racional do material*
- *Utilização de materiais inovadores objetivando-se minimizar os processos e em consequência, o desperdício*
- *Procedimentos de armazenamento de materiais*

12. **SINALIZAÇÃO**

Sugestão de medidas:

Criar e descrever sinalização padrão para instruir funcionários a colaborarem com a gestão ambiental no empreendimento.

13. **GLOSSÁRIO**

APÊNDICE C - PROCESSO: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE QUALIDADE DO AR INTERIOR

1. **INTRODUÇÃO** – Nesta etapa deve haver a caracterização do empreendimento. Indicar:

- Nome do projeto:
- Localização:
- Cidade/Estado:
- País:
- Latitude / Longitude:

2. **DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO** – Localização do empreendimento, área construída, descrição das atividades fins. Inserir planta de situação/localização ou mapa

3. **DADOS DE IDENTIFICAÇÃO** – Empreendedor, Operador do PQAI, responsável técnico pela elaboração do PQAI, responsável técnico pela instalação do PQAI.

4. **OBJETIVOS** - Descrever os objetivos do plano e apontar para melhorar a qualidade do ar interno durante a obra. Perceber e prever as atividades suscetíveis de produção de poeira/odores e suas fontes químicas.

- **DEMOLIÇÃO**

Atividade	Fonte	P oeira	O dor
Demolição de alvenaria	Pó de alvenaria	X	
Armazenamento de resíduos	Caliça depositada	X	
Coleta de resíduos	Partículas de resíduos/solo	X	
Transporte de resíduos	Partículas de resíduos/solo	X	
Corte de madeiras	Pó de madeira	X	
Varrição	Poeira	X	

Sugestão de medidas:

- *Aspersão de água para evitar a emissão de partículas ao ar*
- *Cobrimento com lona nos materiais pulverulentos*
- *Cobrimento das caçambas de resíduos e no momento de seu transporte*
- *Espaço confinado para corte de madeira*
- *Aspersão de água antes de varrição em dias de muito calor*

- DURANTE A CONSTRUÇÃO

Atividade	Fonte	Poeira	Odor
Execução de alvenaria	Poeira de alvenaria	X	
Armazenamento de argamassa	Partículas de argamassa	X	
Instalação de tirantes	Partículas de solo	X	
Corte de madeira	Pó de madeira	X	
Instalação de lâ de rocha / lâ de vidro	Adesivos e selantes		X
Pintura	Tintas (COV)		X
Impermeabilização	Fumaça		X
Motores de combustão	Óleo - Fumaça		X
Fumaça do tabaco	Cigarro		X

Sugestão de medidas:

- *Aspersão de água para evitar a emissão de partículas ao ar*
- *Cobrimento com lona nos materiais pulverulentos*
- *Cobrimento das caçambas de resíduos e no momento de seu transporte*
- *Espaço confinado para corte de madeira*
- *Aspersão de água antes de varrição em dias de muito calor*
- *Instalar placas com sinalização proibindo o fumo*
- *Restringir o tráfego de veículos movido a óleo diesel*
- *Verificar listagem de materiais os quais possuem COV e passar para equipe de suprimentos restringir sua aquisição*
- *Realizar treinamento e programa de limpeza com funcionários, com o objetivo de manter o ambiente saudável.*

- DURANTE A CONSTRUÇÃO (EQUIPAMENTOS)

Atividade	Fonte	P oeira	O dor
Equipamentos de ventilação	Partículas de poeira do interior dos dutos	X	
Dutos / Grelhas	Partículas de poeira do interior dos dutos	X	
Sistema de exaustão	Partículas de poeira do interior dos dutos	X	

Sugestão de medidas:

- *Os equipamentos de ventilação e ar condicionado devem ser protegidos em suas entradas.*
- *Instruir os fornecedores que façam a entrega do material com o mesmo embalado e protegido*
- *Cobrir todos dutos de entrada de ar*
- *Fazer uso de exaustão apenas no momento de sua completa instalação com o exterior do ambiente de obra*

5. RESPONSABILIDADES

Descrever as responsabilidades dos envolvidos no processo de certificação e cronograma de atividades. O mesmo pode ser referenciado em formato de tabela, como o exemplo que segue abaixo:

Semana do mês	Atividade	Descrição	Responsável	Situação	Data do registro fotográfico
1	Limpeza	Valorizar ambiente	Equip e terceirizada	O K / NÃO	xx/xx x

O PQAI deverá ser atualizado sempre que houver alteração significativa de cronograma ou alguma atividade que impacta a qualidade do ar interior for inserida no escopo da obra.

APÊNDICE D – CHECK LIST LEED CS



LEED-CS para Fachadas e áreas comuns do edifício - 2009

Registro Projeto Checklist



Nome do Projeto:
Endereço do Projeto:

Yes	F	No		28 Pontos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Espaço Sustentável	

Yes	F	No		Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 1 Prevenção da Poluição ativa da construção	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1 Seloção do Terreno	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2 Desenvolver Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade	5
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3 Remediação de áreas contaminadas	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.1 Transporte Alternativo - Fácil acesso ao transporte público	6
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.2 Transporte Alternativo - Bicicletário e Vestiário para os usuários	3
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.3 Transporte Alternativo - Uso de veículos de baixa emissão	3
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.4 Transporte Alternativo - Capacidade de Estacionamento	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5.1 Desenvolvimento do espaço, Proteção e restauração do Habitat	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5.2 Desenvolvimento do espaço, Maximizar espaços abertos	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6.1 Projeto para águas Pluviais, Controle da quantidade	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6.2 Projeto para águas pluviais, Controle da qualidade	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 7.1 Redução da ilha de calor, Áreas cobertas	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 7.2 Redução da ilha de calor, Áreas descobertas	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 8 Redução da Poluição Luminosa	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 9 Guia de Projeto & Construção para inquilinos	1

Yes	F	No		10 Pontos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Uso Racional da Água	

Yes	F	No		Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 1 Redução no Uso da Água, 20% da redução	2 a 4
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1 Uso eficiente de água no paisagismo	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Redução de 50%	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Uso de água não-potável ou sem irrigação	4
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2 Tecnologias Inovadoras para águas servidas	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3 Redução no Uso da Água	2 a 4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Redução de 30%	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Redução de 35%	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Redução de 40%	4

Yes	F	No		37 Pontos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Energia e Atmosfera	

Yes	F	No		Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 1 Comissionamento dos sistemas de energia	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 2 Performance Mínima de Energia, 10% novas construções e 5% edifícios existentes	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 3 Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1 Otimização da performance energética	2 a 21
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 12% Prédios Novos ou 8% Prédios Reformados	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 14% Prédios Novos ou 10% Prédios Reformados	4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 16% Prédios Novos ou 12% Prédios Reformados	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 18% Prédios Novos ou 14% Prédios Reformados	6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 20% Prédios Novos ou 16% Prédios Reformados	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 22% Prédios Novos ou 18% Prédios Reformados	8
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 24% Prédios Novos ou 20% Prédios Reformados	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 26% Prédios Novos ou 22% Prédios Reformados	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 28% Prédios Novos ou 24% Prédios Reformados	11
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 30% Prédios Novos ou 26% Prédios Reformados	12
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 32% Prédios Novos ou 28% Prédios Reformados	13
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 34% Prédios Novos ou 30% Prédios Reformados	14
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 36% Prédios Novos ou 32% Prédios Reformados	15
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 38% Prédios Novos ou 34% Prédios Reformados	16
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 40% Prédios Novos ou 36% Prédios Reformados	17
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 42% Prédios Novos ou 38% Prédios Reformados	18
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 44% Prédios Novos ou 40% Prédios Reformados	19
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 46% Prédios Novos ou 42% Prédios Reformados	20
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 48% Prédios Novos ou 44% Prédios Reformados	21
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2 Energia Renovável no local	4
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3 Melhoria no comissionamento	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4 Melhoria na gestão de gases refrigerantes	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5.1 Medições & Verificações: Base do Edifício	3
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5.2 Medições & Verificações: Sub-medição da inquilinos	3
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6 Energia Verde	2

Materiais e Recursos			13 Pontos		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 1	Depósito e Coleta de materiais recicláveis	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1	Reuso do edifício, Manter Paradas, Pisos e Coberturas Existentes	1 a 5
				Mantor 25% de paredes, pisos e coberturas existentes	1
				Mantor 33% de paredes, pisos e coberturas existentes	2
				Mantor 42% de paredes, pisos e coberturas existentes	3
				Mantor 50% de paredes, pisos e coberturas existentes	4
				Mantor 75% de paredes, pisos e coberturas existentes	5
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 2	Gestão de Resíduos da Construção	1 a 2
				Destinar 50% para reuso	1
				Destinar 75% para reuso	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 3	Reuso de Materiais, 5%	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 4	Conteúdo Reciclado	1 a 2
				10% (pós-consumo + 1/2 pré consumo)	1
				20% (pós-consumo + 1/2 pré consumo)	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 5	Materiais Regionais	1 a 2
				10% dos materiais extraído, processado e manufaturado regionalmente	1
				20% dos materiais extraído, processado e manufaturado regionalmente	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 6	Madeira Certificada	1
Yes	1	No			
Qualidade Ambiental Interna			12 Pontos		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Pré-requisito 1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Pré-requisito 2	Controle da fumaça do cigarro	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1	Monitoração do Ar Externo	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 2	Aumento da Ventilação	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 3	Plano de Gestão de Qualidade do Ar, Durante a Construção	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 4.1	Materiais de Baixa Emissão, Adesivos e Selantes	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 4.2	Materiais de Baixa Emissão, Tintas e Vernizes	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 4.3	Materiais de Baixa Emissão, Carpetes e sistemas de piso	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 4.4	Materiais de Baixa Emissão, Madeiras Compostas e Produtos da Agrofibras	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 5	Controle interno de poluentes e produtos químicos	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 6	Controle de Sistemas, Conforto Térmico	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 7	Conforto Térmico, Projeto	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 8.1	Iluminação Natural e Paisagem, Luz do dia para 75% dos espaços	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 8.2	Iluminação Natural e Paisagem, Vistas para 90% dos espaços	1
Yes	1	No			
Inovação e Processo do Projeto			8 Pontos		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1.1	Inovação no Projeto: Insira o título	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1.2	Inovação no Projeto: Insira o título	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1.3	Inovação no Projeto: Insira o título	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1.4	Inovação no Projeto: Insira o título	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1.5	Inovação no Projeto: Insira o título	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 2	Profissional Acreditado LEED®	1
Yes	1	No			
Créditos Regionais			4 Pontos		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1.1	Prioridades Regionais	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1.2	Prioridades Regionais	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1.3	Prioridades Regionais	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crédito 1.4	Prioridades Regionais	1
Yes	1	No			
Total de Pontuação do Projeto (Estimativa de Certificação)			110 Pontos		
Certificado: 40-49 pontos Prata: 50-59 pontos Ouro: 60-79 pontos Platinum: 80 pontos ou mais					