

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

PIETRO ANDRADE PASTRO

**VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA DA CERTIFICAÇÃO LEED EM
RELAÇÃO AO CONFORTO TÉRMICO SOB A PERSPECTIVA DO
USUÁRIO DA EDIFICAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2014

PIETRO ANDRADE PASTRO

**VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA DA CERTIFICAÇÃO LEED EM
RELAÇÃO AO CONFORTO TÉRMICO SOB A PERSPECTIVA DO
USUÁRIO DA EDIFICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado a disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso de Engenharia de Produção Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Vanessa Scandelari

CURITIBA

2014

FOLHA DE APROVAÇÃO

VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA DA CERTIFICAÇÃO LEED EM RELAÇÃO AO CONFORTO TÉRMICO SOB A PERSPECTIVA DO USUÁRIO DA EDIFICAÇÃO

Por

PIETRO ANDRADE PASTRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 03 de setembro de 2014, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – Vanessa Scandelari, Dr.
UTFPR

Prof. André Nagalli, Dr.
UTFPR

Prof. Rodrigo Catai, Dr.
UTFPR

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Prof. Dra. Vanessa Scandelari, docente do Departamento Acadêmico de Construção Civil e minha orientadora, pelo auxílio prestado ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho. Sem dúvida nenhuma, a pronta disponibilidade em corrigir e verificar várias versões do estudo, argumentar e efetivamente acrescentar para a realização desse desafio em minha vida acadêmica foi fundamental para que o resultado final fosse alcançado.

Agradeço também aos meus pais pelo apoio, compreensão e carinho dedicados a mim em todas as horas, boas ou ruins. Muito obrigado.

"Victory awaits him who has everything in order — luck people call it. Defeat is certain for him who has neglected to take the necessary precautions in time; this is called bad luck." (AMUNDSEN, Roald; The South Pole, 2009)

“Vitória aguarda aqueles que tem tudo em ordem — pessoas chamam de sorte. A derrota é certa para aqueles que tenham deixado de tomar as precauções necessárias no tempo; isso é chamado de má sorte.” (AMUNDSEN, Roald; O Polo Sul, 2009)

RESUMO

A indústria da construção civil vem adotando práticas e políticas visando a redução de recursos naturais através do emprego de sistemas mais eficientes em edificações. Como resultado, surge-se o conceito de “edifícios verdes” onde se alia o valor imobiliário ao baixo consumo de água e energia, conforto e funcionalidade. Para qualificar a performance desses edifícios, o órgão não governamental norte americano U.S Green Building Council desenvolveu um sistema internacional de certificação voluntária. Esta pesquisa busca avaliar o nível de satisfação dos usuários que laboram em três empreendimentos certificados na cidade de Curitiba-PR, através da aplicação de questionários. Este avalia o conforto térmico, acústico, luminoso, qualidade do ar e ambiente de trabalho sob a perspectiva do usuário. Como resultados obtidos, o levantamento de dados inferiu valores satisfatórios para apenas uma das três edificações estudadas e reclamações relacionadas ao sistema de condicionamento do ar das outras duas. Por fim, conclui-se que não há garantia de qualidade do ambiente de trabalho dos usuários apenas por estar-se em um edifício certificado internacionalmente. Assim sendo, a busca pela melhoria da qualidade do ambiente em que pessoas habitam não deve ser atrelada apenas ao marketing de uma certificação, mas sim para o próprio bem do ser humano.

Palavras-chave: Construções Sustentáveis. Conforto. Certificação LEED.

ABSTRACT

The construction industry has adopted practices and policies aimed at the reduction of natural resources through the use of more efficient systems in buildings. As a result, there arises the concept of "green buildings" that allies the real estate value and the low consumption of water and energy, comfort and functionality. To qualify the performance of these buildings, the North American non-governmental organ US Green Building Council has developed an international voluntary certification system. This research seeks to assess the level of satisfaction of users who operated in three certified enterprises in the city of Curitiba-PR, through the use of questionnaires. This evaluates the thermal, acoustic, lighting comfort, air quality and work environment from the perspective of the user. As results, the survey data inferred satisfactory values for only one of the three buildings studied and complaints related to the air conditioning system of the other two. Finally, it is concluded that there is no guarantee of quality of the work environment just by being in an internationally certified building. Thus, the quest for improving the quality of the environment in which people live must not be linked only to certification marketing, but for the good of the human being.

Keywords: Sustainable Buildings. Comfort. LEED Certification.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Taxa de crescimento do PIB x Taxa de crescimento da Construção Civil.....	16
Gráfico 2 – Porcentagem de respostas como controle de temperatura dentro da Edificação...	38
Gráfico 3 – Nível de limpeza da edificação.....	40
Gráfico 4 – Nível de Conforto Térmico.....	41
Gráfico 5 – Satisfação dos usuários com a qualidade do ar interno.....	42
Gráfico 6 – Satisfação dos usuários com o conforto acústico apresentado.....	43
Gráfico 7 – Satisfação dos usuários com o conforto luminoso apresentado.....	44
Gráfico 8 – Quantidade de pessoas com o controle de luminosidade de fácil acesso.....	44
Gráfico 9 – Resposta do questionário sobre iluminação natural.....	45
Gráfico 10 – Nível de conforto térmico do usuário durante o inverno.....	46
Gráfico 11 – Forma de insatisfação no inverno.....	46
Gráfico 12 – Nível de conforto térmico do usuário durante o verão.....	47
Gráfico 13 – Nível de insatisfação no verão.....	47
Gráfico 14 – Porcentagem de indivíduos satisfeitos e insatisfeitos.....	48
Gráfico 15 – Porcentagem de pessoas cientes de estarem em uma edificação certificada.....	49

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Relação entre as bases da Sustentabilidade.....	18
Figura 2 – Níveis de Certificação LEED.....	21
Figura 3 – Scorecard Core&Shell.....	22
Figura 4 – Áreas de conhecimento LEED.....	27
Figura 5 – Placa de certificação do sistema LEED na Edificação A.....	35
Figura 6 – Fachada norte da Edificação A bem como seu telhado verde.....	35
Figura 7 – Fachada Edificação B.....	36
Figura 8 – Fachada Edificação C.....	37
Figura 9 – Placa de Proibido Fumar na entrada da Edificação A.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Faixas de estresse térmico do UTCI.....	24
Tabela 2 – Relação entre PMV, PPD e sensação térmica.....	25
Tabela 3 – Número de entrevistados por edificação.....	37
Tabela 4 – Idade dos usuários entrevistados.....	37
Tabela 5 – Número de horas dentro da edificação.....	37
Tabela 6 – Localização por andar do entrevistado.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	HIPÓTESE	13
1.2	OBJETIVO GERAL	13
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.4	JUSTIFICATIVAS	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	CONSTRUÇÃO CIVIL	16
2.2	SUSTENTABILIDADE	17
2.3	SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
2.4	SELOS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL	19
2.5	CERTIFICAÇÃO LEED	20
2.6	CONFORTO TÉRMICO	23
2.7	QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO	25
2.8	PRÉ REQUISITOS DO SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO LEED	26
2.9	CRÉDITOS DO SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO LEED – QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	28
2.9.1	IEQ Credit 1 – <i>Outdoor Air Delivery Monitoring</i>	28
2.9.2	IEQ Credit 2 – <i>Increased Ventilation</i>	29
2.9.3	IEQ Credit 4.1 – <i>Low-Emitting Materials – Adhesives and Sealants</i>	29
2.9.4	IEQ Credit 4.2 – <i>Low-Emitting Materials – Paints and coatings</i>	29
2.9.5	IEQ Credit 4.3 – <i>Low-Emitting Materials – Flooring Systems</i>	30
2.9.6	IEQ Credit 4.4 – <i>Low-Emitting Materials – Composite wood and Agrifiber Products</i>	30
2.9.7	IEQ Credit 5 – <i>Indoor Chemical and Pollutant Source Control</i>	30
2.9.8	IEQ Credit 6 – <i>Controllability of Systems – Thermal Comfort</i>	31
2.9.9	IEQ Credit 7 – <i>Thermal Comfort – Design</i>	31
2.9.10	IEQ Credit 8.1 – <i>Daylight and Views – Daylight</i>	31
2.9.11	IEQ Credit 8.2 – <i>Daylight and Views – Views</i>	32
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
3.1	CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES SELECIONADAS	34
3.1.1	Edificação A	34
3.1.2	Edificação B	36
3.1.3	Edificação C	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1	PERFIL DO USUÁRIO	38

4.2	NÍVEL DE CONFORTO VS. CRÉDITOS ALCANÇADOS	41
4.3	CONFORTO ACÚSTICO	43
4.4	CONFORTO LUMINOSO	44
4.5	CONDIÇÕES DE CONFORTO DIFERENCIADAS PELA SAZONALIDADE	46
4.6	HORAS DE CANSAÇO VS. HORAS TRABALHADAS.....	49
4.7	CONHECIMENTO DA CERTIFICAÇÃO LEED PELOS USUÁRIOS	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
5.1	CONCLUSÕES.....	51
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	52
6	REFERENCIAS	53
7	ANEXO A	57

1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil marca sua presença na história da humanidade desde que se tem conhecimento dos povos mais antigos. A necessidade de abrigo, seja para segurança ou refúgio, motiva o ser humano a sempre buscar melhorias construtivas. Atualmente, a sociedade encontra-se em ritmo constante de crescimento populacional e habitacional, tornando preocupante a eficiência na utilização de espaços para novas construções, bem como os recursos utilizados para tal fim e o impacto direto ao meio ambiente. Assim sendo, surge um novo nicho para edificações denominadas construções sustentáveis.

Com a intenção de propor um conjunto de diretrizes que auxiliassem na comprovação da eficácia de qualquer sistema construtivo, o *United States Green Building Council* (USGBC) foi criado em 1993. Desde seu início, até os dias atuais, esta é uma organização sem fins lucrativos, concentrada em incentivar e disseminar o conceito de sustentabilidade. O USGBC tem como missão transformar o mercado através do programa de certificação chamado *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED).

O sistema de certificação LEED surgiu no final da década de 90 para sanar problemas decorrentes do fato de que os edifícios da época eram construídos sem a devida preocupação com a qualidade do espaço de vivência de seus usuários, gerando ambientes de trabalho impróprios, chamados de *sick buildings*. O termo síndrome do edifício doente é utilizado para descrever os problemas acarretados aos ocupantes que permanecem longos períodos de tempo dentro do edifício.

Portanto, no ano de 1999, ocorreu a primeira versão desta certificação, conhecida como LEED v.1. Desde então, houve várias modificações e melhorias que resultaram na atual versão lançada em Novembro de 2013, denominada LEED v.4. Este sistema de certificação é reconhecido internacionalmente, incentivando a implantação de estratégias relacionadas ao meio ambiente e a eficiência energética de edifícios.

No Brasil, o *Green Building Council* (GBC) é representado pelo *Green Building Council Brazil* (GBC Brasil), sendo este um dos 25 membros do *World Green Building Council* (WGBC). Atualmente encontram-se filiados mais de 700 empresas nacionais, sendo que 89 certificações já foram executadas e mais de 700 certificações estão em processo de análise (GBC, 2013). Em uma visão global, o Brasil encontra-se apenas atrás de Estados Unidos, China e Emirados Árabes Unidos em número de edifícios detentores do selo de certificação LEED.

Aliado a toda prospecção ocorrida dos órgãos não-governamentais e a todos os selos de certificação sustentáveis, ocorreu a evolução de empresas ou organizações que se dizem ser aliadas ao meio ambiente mas que não seguem princípios realmente atrelados com o desenvolvimento sustentável, este falso *marketing* é comumente conhecido como *greenwash*.

Sendo o LEED um processo de verificação de edificações sustentáveis, relativamente novo no mercado da construção civil brasileira, ele ainda gera certa desconfiança nas partes interessadas com relação a sua eficácia, fato que a presente pesquisa pretende investigar.

A abordagem da qualidade do ambiente interno das edificações se faz presente em um capítulo exclusivo do processo de certificação, sendo este o principal foco do presente trabalho. Logo, a mensuração e averiguação da efetividade das medidas implantadas em relação ao bem estar do indivíduo e o controle das variáveis relacionadas ao conforto térmico será posta à prova.

1.1 HIPÓTESE

As edificações construídas a partir dos conceitos propostos pelo sistema de certificação LEED fornecem ambientes em que o usuário sente-se confortável durante seu período de permanência.

1.2 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo verificar se ocorre melhoria significativa na qualidade do ambiente de trabalho de edifícios certificados LEED, sob a perspectiva do usuário.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral será necessário seguir determinados objetivos específicos, sendo eles:

- Analisar se há correlação entre o número de créditos alcançados por edificação e o conforto térmico de seus usuários;
- Verificar se há melhoria do nível de conforto luminoso relacionado a incidência de iluminação natural e a porcentagem de pessoas com controle de luminosidade;
- Comparar as diferenças de comportamento dos usuários da edificação quando submetidos a sazonalidades opostas;
- Analisar há relação entre o número de horas permanecidas dentro da edificação com o número de horas de cansaço demonstradas.

1.4 JUSTIFICATIVAS

Segundo Schirmer et al. (2011), a população moderna mantém de 80% a 90% de seu cotidiano inserido em um ambiente fechado, sendo a qualidade do ambiente interno responsável pelo conforto, produtividade e saúde dos usuários, atingindo em especial os grupos mais vulneráveis como as crianças e os idosos.

A eficácia de um sistema construtivo sustentável pode ser mensurada através do seu gasto energético, consumo de água e geração de resíduos. Estudos comprovam que um edifício certificado consegue reduzir em 30% a energia consumida, 40% o total de água utilizada e gerar de 50% a 90% menos resíduos que uma construção comum (USGBC, 2014). Porém, a comprovação de um ambiente interno confortável não simplesmente se resume em números exatos e bem delimitados. Para se comprovar a efetividade analisam-se muitas variáveis que são correlacionadas e dependentes da satisfação de cada indivíduo envolvido, entre elas: temperatura, umidade, ventilação, taxa de renovação do ar, iluminação natural, quantidade de luz, entre outras.

Este trabalho visa utilizar parâmetros reconhecidos internacionalmente para averiguar a qualidade do ambiente interno de um edifício construído no qual se almejou a

certificação LEED. Finalmente, comprovar-se-á se a aplicação dos parâmetros construtivos preconizados pelo referido sistema de certificação possibilita melhor qualidade e conforto em ambientes de trabalho, aumentando a produtividade e diminuindo as taxas de abstinência ao de trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil consiste em uma atividade econômica que está diretamente atrelada à economia dos países, esta contribuição se torna evidente quando se analisa a situação de um país em crise, onde não há geração de empregos e renda. Nos últimos anos o Brasil apresentou taxas de crescimento deste ramo acima do PIB (Produto Interno Bruto) nacional, como pode ser observado no Gráfico 1:

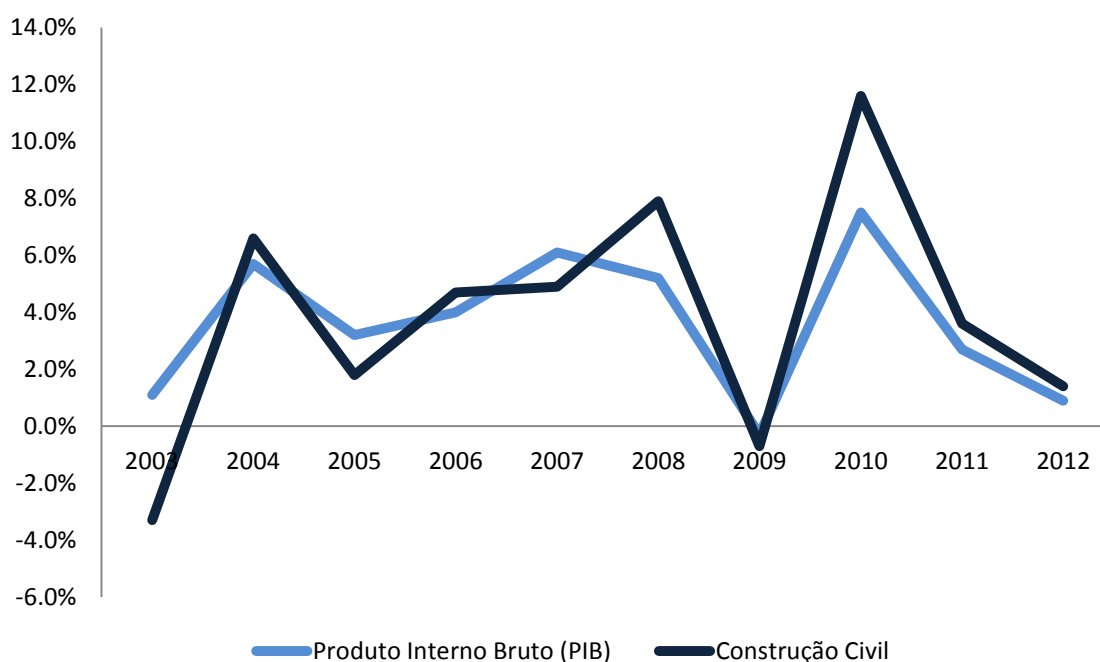


Gráfico 1: Taxa de crescimento do PIB x Taxa de crescimento da Construção Civil
FONTE: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2014

Por representar um setor da economia que necessita de grande investimento, tem-se como principal financiador das obras de mobilidade urbana e infraestrutura o próprio governo federal, que a utiliza como ferramenta de geração de empregos e renda (RODRIGUEZ et al., 2013).

Por outro lado, as atividades de reformas ou pequenas construções são executadas em sua maioria por empresas de pequeno e médio porte, algumas vezes até sendo feitas de

forma irregular. Este fato resulta em processos mais demorados e com maiores possibilidades de erro, visto que não são padronizados e não possuem qualidade certificada.

Frente ao forte crescimento do setor e a ampliação da concorrência por um lado e da consciência sócio-ambiental por outro, torna-se imprescindível a abordagem da sustentabilidade na área da construção civil, fato que vem originando selos de certificações em diversas partes do globo, tais como, LEED (USA), AQUA e CASA AZUL (Brasil), HQE (França) e BREEAM (Reino Unido), sendo a primeira objeto de estudo deste trabalho.

2.2 SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade é oriundo de um longo processo histórico de amadurecimento da consciência humana diante do rápido desenvolvimento tecnológico em contraste com os recorrentes desastres ambientais. Diversos eventos realizados em diferentes momentos demonstraram a importância, a abrangência e o crescente amadurecimento da consciência mundial diante do tema da sustentabilidade (CAMPOS et al., 2013).

O termo desenvolvimento sustentável pode ser definido pela seguinte frase forjada pela primeira ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland: [...] é o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (WORLD..., 1987, p. 12).

A proposição central do discurso da sustentabilidade é fundamentada na eficiência no uso dos recursos do planeta. Essa eficiência poderia ser ascendida através da alocação eficiente dos recursos, ou seja, aquela capaz de respeitar as preferências dos consumidores ponderadas pela capacidade individual de pagamento, mantendo-se inserida num modelo de mercado competitivo onde vigorariam preços relativos determinados pela oferta e pela demanda, assim tem-se o conceito de sustentabilidade atrelada não somente a aspectos ambientais, mas também aos econômicos (ZANGALLI, 2013).

Para Slomski et al. (2012) o conceito de sustentabilidade pode ser relacionado com uma cadeia produtiva que não degrada a natureza para desenvolver-se, mas que se estende considerando a sustentabilidade do planeta e a possibilidade de renovação constante da natureza, havendo preocupações desde a extração da matéria-prima até a destinação final do

produto. Portanto, ser economicamente viável, sendo socialmente ética e justa é o que defendem os preceitos da sustentabilidade como demonstrado na Figura 1:

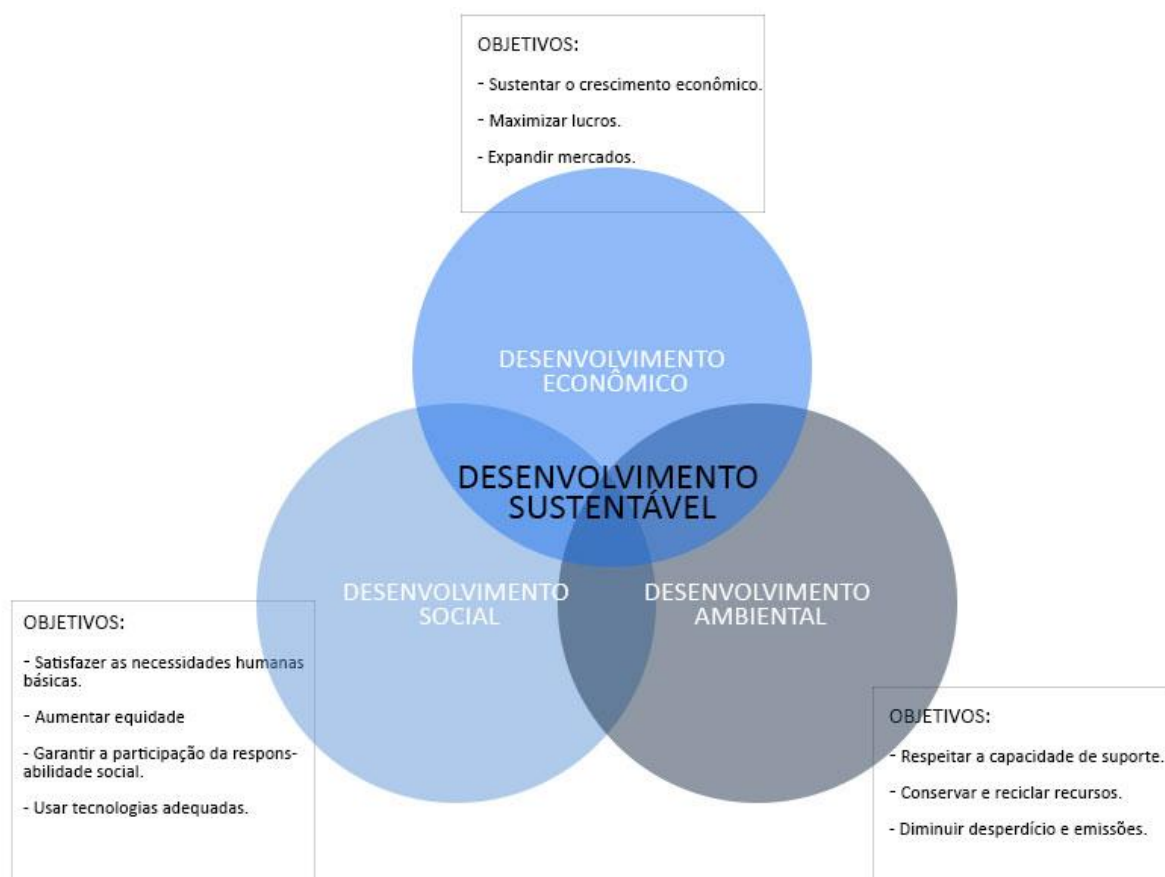


Figura 1: Relação entre as bases da sustentabilidade
FONTE: Adaptado de ICLEI, 1996, apud SCANDELARI (2011)

2.3 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A compreensão do estado de arte acerca da sustentabilidade na construção civil direciona para alternativas abrangentes, pesquisadas em contextos diversos, principalmente sociedades norte-americanas e europeias, mas pouco exploradas no cenário latino-americano e brasileiro (SILVA; ROMERO, 2013).

Indicadores de sustentabilidade das edificações devem incluir os aspectos ambientais, econômicos e sociais, ou seja, eles têm de abranger todas as dimensões da sustentabilidade e do ciclo de vida da edificação, além de ter rastreabilidade e transparência para garantir a precisão científica e a comunicação, devendo também atender às condições locais. O fator econômico demonstra ser um fator decisivo de escolha e a responsabilidade

social adentra como meio de controle dos interessados em todo o processo (CARVALHO; SPOSTO, 2012).

Por conseguinte, deve-se cada vez mais cobrar o futuro das construções, avaliar como está acontecendo o processo atual e analisar o que, como e onde pode ser melhorado. Porém, a preocupação provinda dos responsáveis pelo empreendimento sempre é benéfica, como avalia Corrêa (2009, p. 21):

“Para tanto, o setor da construção precisa se engajar cada vez mais. As empresas devem mudar sua forma de produzir e gerir suas obras. Elas devem fazer uma agenda de introdução progressiva de sustentabilidade, buscando, em cada obra, soluções que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento”.

Dentre as formas empregadas para se introduzir a questão da sustentabilidade nas atividades da construção civil encontram-se as certificações ambientais, as quais trazem metodologias que facilitam a compreensão dos conceitos e a implantação de práticas.

2.4 SELOS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

Se no plano conceitual a sustentabilidade encontra uma série de alternativas, na prática encontra-se uma busca cada vez maior por atratividade e investimentos, ou seja, medidas pontuais que procuram atender a interesses do capital. Foi o que inseriu no plano do planejamento urbano de algumas cidades a emergência de medidas sustentáveis, e o que fundamenta o número cada vez maior de empreendimentos e edificações que procuram por certificações ambientais (ZANGALLI, 2012).

Assim, a exigência de certificação vem disseminando no setor a medição de desempenho, visando indicar a necessidade de melhorias e estabelecer metas para comparar com o desempenho de outras organizações (BERR; FORMOSO, 2012).

Sobre as vantagens financeiras na adoção de construções verdes, a pesquisa de Katz (2003) salientou que, em comparação a construções convencionais de mesmo padrão, as primeiras apresentam um aumento nos custos de implantação (de até 6,5%, dependendo do nível). Contudo, há significativa redução dos gastos em longo prazo e otimização do desempenho financeiro, gerando uma economia média de U\$ 538,15 a U\$ 699,60 por metro quadrado construído.

Tzschentkr, Kirk e Lynch (2004) verificaram que a possibilidade de redução de custos pelo aumento da eficiência operacional é um dos principais motivos por trás da admissão de medidas ambientais, e os aumentos sobre as taxas de água, energia e resíduos são fatores que impulsionam a busca por alternativas mais eficientes. A questão ética e social expressou-se na forma de simples obrigação moral e desejo de contribuição para gerações futuras. Foster, Sampson e Dunn (2000) complementam listando forças que pressionariam grandes companhias a se tornarem ecoamigáveis: regulação ambiental crescente; preocupação gerencial com a ética e satisfação do consumidor. A implantação de certificações ambientais é financeiramente compensadora, fazendo com que as empresas tenham, além desse benefício direto, o reconhecimento de sua ação e a possível valorização da sua reputação.

O processo de certificação ambiental, em geral, envolve quatro passos: definição dos requisitos para impetração do selo; averiguação do cumprimento dos padrões estabelecidos; certificação por um terceiro (corpo avaliador) e acreditação. O propósito do processo supramencionado é levar à aceitação e reconhecimento pelos empreendedores, para a busca voluntária pela certificação, e pelo mercado, para que a certificação seja tomada como um símbolo de qualidade que influencie no comportamento de compra (FONT, 2002).

2.5 CERTIFICAÇÃO LEED

LEED é a sigla em inglês para liderança em energia e *design* ambiental, que é um programa de certificação e *benchmarking* para *design*, construção e operação de construções sustentáveis de alta *performance*. Foi criado e é gerido pelo GBC dos Estados Unidos para reconhecer a liderança na concepção de todos os tipos de ambientes, quer seja na construção ou operação. Sua primeira versão foi lançada em 1999, no entanto o processo está em aperfeiçoamento e adaptação constante, sendo que a versão mais atual é o LEED v.4, lançado em 2013. Há, ainda, as adaptações regionais, como ocorre no Canadá, Índia e Itália por exemplo, e no Brasil, cujas adaptações propostas resultaram em um projeto piloto para Casas, adequando o *LEED for Homes* para a situação brasileira, sua representação é feita pelo GBC Brasil, que iniciou suas atividades em junho de 2007. O *LEED* promove uma abordagem total da construção reconhecendo seis áreas-chave de saúde ambiental e humana (GBC, 2014; USGBC, 2014):

1. Seleção de materiais e recursos;

2. Energia e atmosfera;
3. Desenvolvimento do terreno;
4. Qualidade ambiental interna;
5. Uso racional da água;
6. Inovação em *design*; Além de créditos extras por extração e manufatura de materiais locais.

O programa certifica edificações ou bairros que tenham sido construídos utilizando estratégias para a melhoria do desempenho, nos quesitos supracitados. Nesse sistema de certificação, os estabelecimentos que alcançam a pontuação equivalente ou superior a 40, entre os pontos disponíveis no *checklist* de quesitos, são considerados certificados e podem alcançar quatro níveis: *certified* (40-50), *silver* (51-60), *gold* (61-80) e *platinum* (81-110) (USGBC, 2014).



Figura 2: Níveis de certificação LEED
FONTE: USGBC, 2014

O LEED firmou-se nos EUA como o sistema de avaliação mais influente e vem exportando essa influência para outros países; comparado a outras certificações, é mais realista, pois engloba toda a edificação e não apenas partes ou processos (HERNANDES, 2006). Os fatores do seu sucesso são: o seu efeito propagandista de princípios sustentáveis e boas práticas que conseguiu congrega as mais diversas classes de profissionais, esferas governamentais e setores de atividade econômica; apoio de instituições públicas e fortalecimento nos EUA; credibilidade conseguida por meio da associação da imagem institucional do LEED com agências do governo e associação de normas técnicas; *World*

Green Building Council (WGBC), que permitiu e incentivou a geração de diversos centros similares ao USGBC ao redor do mundo, criando versões locais de sistemas de avaliação fortemente influenciados pelo LEED norte-americano.

Becker (2009) coloca que a certificação LEED significa estabelecer padrões de rendimento em ambos os estágios: na operação sustentável por meio do design e na construção verde do meio. Isso se daria pelo fato de o sistema de avaliação da LEED prover não só uma verificação independente das metas puramente sustentáveis, mas também almejar prover ambientes mais confortáveis aos ocupantes das construções. Butler (2008) fortalece o posicionamento de Becker, pois salienta que vários estudos demonstram que os edifícios certificados com LEED são mais saudáveis e confortáveis para seus ocupantes e possuem uma operação mais barata.

Neste trabalho, a certificação LEED será tratada especificadamente sobre o aspecto de edificações certificadas pelo sistema *Core&Shell* versão 2009. Esta certificação é visada por proprietários que não possuem controle da edificação como um todo, havendo muitos espaços de responsabilidades dos inquilinos. Como diretriz o site do USGBC disponibiliza um *scorecard* deste sistema:

LEED for Core & Shell (v2009)			
SUSTAINABLE SITES	POSSIBLE: 28		
SSp1 Construction activity pollution prevention	REQUIRED		
SSc1 Site selection	1		
SSc2 Development density and community connectivity	5		
SSc3 Brownfield redevelopment	1		
SSc4.1 Alternative transportation - public transportation access	6		
SSc4.2 Alternative transportation - bicycle storage and changing rooms	2		
SSc4.3 Alternative transportation - low-emitting and fuel-efficient vehicles	3		
SSc4.4 Alternative transportation - parking capacity	2		
SSc5.1 Site development - protect or restore habitat	1		
SSc5.2 Site development - maximize open space	1		
SSc6.1 Stormwater design - quantity control	1		
SSc6.2 Stormwater design - quality control	1		
SSc7.1 Heat island effect - nonroof	1		
SSc7.2 Heat island effect - roof	1		
SSc8 Light pollution reduction	1		
SSc9 Tenant design and construction guidelines	1		
WATER EFFICIENCY	POSSIBLE: 10		
WEp1 Water use reduction	REQUIRED		
WEc1 Water efficient landscaping	4		
WEc2 Innovative wastewater technologies	2		
WEc3 Water use reduction	4		
ENERGY & ATMOSPHERE	POSSIBLE: 37		
EAp1 Fundamental commissioning of building energy systems	REQUIRED		
EAp2 Minimum energy performance	REQUIRED		
EAp3 Fundamental refrigerant management	REQUIRED		
EAc1 Optimize energy performance	21		
EAc2 On-site renewable energy	4		
EAc3 Enhanced commissioning	2		
EAc4 Enhanced refrigerant management	2		
EAc5.1 Measurement and verification - base building	3		
EAc5.2 Measurement and verification - tenant submetering	3		
EAc6 Green power	2		
MATERIAL & RESOURCES	POSSIBLE: 13		
MRp1 Storage and collection of recyclables	REQUIRED		
MRC1 Building reuse - maintain existing walls, floors and roof	5		
MRC2 Construction waste management	2		
MATERIAL & RESOURCES	CONTINUED		
MRC3 Materials reuse	1		
MRC4 Recycled content	2		
MRC5 Regional materials	2		
MRC6 Certified wood	1		
INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY	POSSIBLE: 12		
EQp1 Minimum IAQ performance	REQUIRED		
EQp2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) control	REQUIRED		
EQc1 Outdoor air delivery monitoring	1		
EQc2 Increased ventilation	1		
EQc3 Construction IAQ management plan - during construction	1		
EQc4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants	1		
EQc4.2 Low-emitting materials - paints and coatings	1		
EQc4.3 Low-emitting materials - flooring systems	1		
EQc4.4 Low-emitting materials - composite wood and agrifiber products	1		
EQc5 Indoor chemical and pollutant source control	1		
EQc6 Controllability of systems - thermal comfort	1		
EQc7 Thermal comfort - design	1		
EQc8.1 Daylight and views - daylight	1		
EQc8.2 Daylight and views - views	1		
INNOVATION	POSSIBLE: 6		
IDc1 Innovation in design	5		
IDc2 LEED Accredited Professional	1		
REGIONAL PRIORITY	POSSIBLE: 4		
RPc1 Regional priority	4		
TOTAL	110		
40-49 Points CERTIFIED	50-59 Points SILVER	60-79 Points GOLD	80+ Points PLATINUM

Figura 3: Scorecard Core&Shell
FONTE: USGBC, 2014

2.6 CONFORTO TÉRMICO

Gradativamente a população vem passando um tempo expressivo de suas vidas em ambientes climatizados artificialmente e a lacuna entre climatização e o conforto térmico tem efeitos evidentes na produção e na satisfação cada indivíduo. Se os ambientes de trabalho não oferecem conforto térmico, o desempenho dos trabalhadores diminui. Conseqüentemente, o foco térmico é manter o conforto dos ocupantes reduzindo o gasto energético. No setor comercial, que responde por uma parcela significativa deste consumo, podem ser obtidas grandes economias por parte da melhoria do sistema de controle da climatização, principalmente pelo controle e automatização da edificação (ERBE, 2006). Segundo Georgiev (2006), aproximadamente 30% do consumo de energia pode ser reduzido através de um controle mais eficiente dos sistemas de climatização.

Conforto térmico em edificações não é um conceito de fácil determinação. Nas últimas décadas, um grande número de índices foi estabelecido para análise bioclimática em ambientes fechados e projetos de algoritmos de controle para sistemas de climatização ou HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*) (FANGER, 1970; SHERMAN, 1985; GAGGE et al., 1986; ASHRAE, 2001). No contexto do Brasil, este problema é abordado por Xavier e Lamberts (2000). Em comum tem-se o fato que medir conforto térmico não está restrito à medição de temperatura. Fanger (1970) propôs um método para estimar níveis de conforto térmico que, além da temperatura e da umidade relativa, inclui temperatura radiante média, velocidade do ar e fatores individuais como taxa metabólica e resistência térmica da vestimenta. Um índice baseado nessas variáveis, o PMV (Voto Médio Estimado ou *Predicted Mean Vote*), é obtido e quanto mais próximo de zero for o valor do PMV, melhor será a sensação de conforto térmico dos ocupantes.

Para a realização de parâmetros referentes ao conforto térmico do usuário utilizou-se vários métodos, dentre eles O Universal Thermal Climate Index (UTCI) elaborado com base no modelo termorregulatório multinodal desenvolvido por Fiala (2011) que considera:

- (a) o comportamento adaptativo em relação ao isolamento térmico a partir de estudos de campo desenvolvidos na Europa;
- (b) a distribuição da roupa em diferentes partes do corpo; e
- (c) a redução da resistência térmica e evaporativa da roupa causada pelo vento e pelo movimento da pessoa andando a 4 km/h em superfície plana.

O UTCI segue o conceito da temperatura equivalente e apresenta para o ambiente de referência as seguintes definições:

- (a) 50% de umidade relativa (com pressão de vapor não excedendo 20 hPa);
- (b) a temperatura do ar (T_a) igual a temperatura radiante média (T_{rm}); e
- (c) a velocidade do vento de 0,5 m/s, medida a 10 m de altura.

O UTCI abrange as seguintes faixas climáticas: $-50\text{ °C} \leq T_a \leq 50\text{ °C}$, $-30\text{ °C} \leq T_{rm} - T_a \leq 70\text{ °C}$, velocidade de vento entre 0,5 e 30,3 m/s e umidade relativa de 5% a 100% (pressão de vapor máxima 5 kPa). Apresentando as faixas de estresse térmico contidas na Tabela 1:

Faixas de UTCI	Categoria de estresse
< -40 °C	Extremo estresse para o frio
-40 °C a -27 °C	Muito forte estresse para o frio
-27 °C a -13 °C	Forte estresse para o frio
-13 °C a 0 °C	Moderado estresse para o frio
0 °C a 9 °C	Pouco estresse para o frio
9 °C a 18°C	Sem estresse térmico
18 °C a 26°C	Conforto térmico
26 °C a 32 °C	Moderado estresse para o calor
32 °C a 38 °C	Forte estresse para o calor
38 °C a 46 °C	Muito forte estresse para o calor
> 46 °C	Extremo estresse para o calor

Tabela 1: Faixas de estresse térmico do UTCI
FONTE: Bröde et al. (2011)

Outro sinal relevante, relacionado com o problema tratado no presente trabalho, é o sinal de PMV. Esta saída é obtida usando informações climáticas relativas ao ambiente e parâmetros individuais dos ocupantes, uma vez que o PMV pode ser descrito pelo mapeamento não linear como apresentado na equação:

$$PMV = G(T, \varphi, T_{RM}, V, M, I_{CL}) \quad (1)$$

onde os parâmetros ambientais são a temperatura T , a umidade relativa φ , a temperatura radiante média T_{rm} a velocidade do ar V . Os parâmetros individuais são os índices de atividade M e vestimenta I_{cl} .

O índice PMV pode variar de -3 (frio) a +3 (quente) e quanto mais próximo de zero estiver o valor de PMV, melhor será a sensação de conforto térmico dos ocupantes. A Tabela 2 contém a relação entre o valor do PMV e a sensação térmica do indivíduo. Também nesta tabela está apresentado o índice PPD, que é a porcentagem estimada de indivíduos insatisfeitos no ambiente:

PMV	Sensação Térmica	PPD (%)
+3	Muito quente	100
+2	Quente	75
+1	Levemente quente	25
0	Neutra	5
-1	Levemente frio	25
-2	Frio	75
-3	Muito frio	100

Tabela 2: Relação entre PMV, PPD e sensação térmica
FONTE: Donaiski et al. (2010)

2.7 QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO

A preocupação com a qualidade do ar interno surgiu principalmente com a tendência em se construir edifícios selados por motivos estéticos, controle de ruído e climatizados, o que acabou provocando um aumento nos casos de problemas relacionados à qualidade do ar de tais ambientes. O interesse por estudos sobre tais fenômenos surgiu após a descoberta de que a diminuição das taxas de troca de ar nesses ambientes era o responsável pelo aumento da concentração de poluentes biológicos e não biológicos no ar interno (SHIRMER et al., 2011).

Admite-se que a ventilação seja um dos principais elementos que interferem na qualidade do ar interno. Sendo uma das principais ferramentas no controle da qualidade do ar desse ambientes, a ventilação é definida como a combinação de processos que resultam não só no fornecimento de ar externo, mas também na retirada do ar contaminado, carregado de poluentes, de dentro da edificação. Basicamente os processos que envolvem a ventilação são: a entrada do ar externo, condicionamento e mistura do ar por todo o edifício e por fim a exaustão (CARMO, 2009).

Sendo assim, para se ter um edifício saudável deve-se ter uma boa qualidade do ar interior, através do uso de adequadas taxas de ventilação, de sistemas de automação predial e,

principalmente, de um monitoramento contínuo dessas instalações. Além de que para um edifício ser considerado doente, é necessário pelo menos 20% de seus ocupantes apresentem sintomas como: irritação das mucosas, efeitos neurotóxicos, sintomas respiratórios e cutâneos e alterações dos sentidos, por no mínimo duas semanas, sendo que estes desaparecem quando o indivíduo se afasta do edifício (GIODA, 2003).

Dentre os diversos fatores relacionados a síndrome dos edifícios doentes estão os: aerodispersóides (poeira, fibras); bioaerossóis (fungos, bactérias, vírus); contaminantes químicos como COV (Compostos Orgânicos Voláteis) e formaldeído; contaminantes gerados pelo metabolismo humano e ventilação inadequada (HOPPE, 1999).

2.8 PRÉ REQUISITOS DO SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO LEED

Todos os edifícios analisados que obtiveram a certificação LEED devem passar por uma série de verificações de obtenção de créditos para se enquadrar em uma determinada categoria. Além disso, obriga-se que seja atingido todos os pré-requisitos existentes de forma que o edifício vise contribuir com todos os aspectos de sua função.

Assim sendo, uma edificação que almeja a obtenção deste selo de certificação ambiental deve completar as exigências em seis grandes áreas: *Sustainable sites*, *Water Efficiency*, *Energy and Atmosphere*, *Materials and resources* e *Indoor Environmental Quality and Innovation in Design*. Porém, de todas estas grandes áreas de atuação, apenas a relacionada com a qualidade do ambiente interno está estritamente relacionada com o conforto térmico do usuário.



Figura 4: Áreas de conhecimento do LEED
Fonte: Green Building and LEED Core Concepts Guide (2009)

Nesta seção é necessária a obtenção de dois pré-requisitos. O primeiro está relacionado com a mínima performance da qualidade do ar interno e o segundo está para controlar a emissão de fumaça oriunda de cigarros.

O objetivo do primeiro pré-requisito mencionado é estabelecer e melhorar o mínimo da qualidade de ar interno, contribuindo assim para a saúde e o bem estar dos ocupantes. Neste tópico, há duas opções. Uma delas é utilizar somente ventilação natural (passiva), portanto suas obrigações estão atreladas a norma norte americana ASHRAE Standard 62.1 – 2007, Parágrafo 5.1. Outra possibilidade é ter o sistema de controle da ventilação executado todo mecanizado, conseqüentemente suas obrigações estão atreladas a modificar ou manter cada tomada de ar externo, fornecer um ventilador de exaustão e distribuição do ar interior para fornecer pelo menos a taxa de ventilação do ar exterior requerido pela ASHRAE Standard 62.1-2007 ou código local, o que for mais restritivo.

No segundo pré requisito apresentado, toma-se como principal objetivo prevenir ou minimizar a exposição dos ocupantes do edifício, superfícies internas e distribuição de ventilação de ar à fumaça provinda do tabaco. Para se alcançar determinado objetivo se proíbe fumar dentro de edifícios certificados (prática comumente adotada no Brasil por ser estabelecidas em leis federais, estaduais e municipais) e dentro de distâncias inferiores a 7,62 metros de qualquer abertura ou tomada de ar externo.

Para a versão que está sendo estudada neste trabalho, *LEED Core & Shell v.3 2009*, não é abordado o tópico relacionado à performance acústica, apenas em escolas certificadas

tem-se como prioridade obrigatória. Porém na versão mais recente v.4, existem créditos relacionados a novas construções e edifícios corporativos que abordam este assunto.

2.9 CRÉDITOS DO SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO LEED – QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA

Há vários créditos disponíveis dentro da certificação LEED. Assim como os pré-requisitos, estes estão dispersos em diferentes ramos da construção da edificação e visam verificar critérios de sustentabilidade. A grande diferença porém é que não há a obrigatoriedade do cumprimento de todos. Cada crédito possui uma quantidade de pontos a serem conquistados e nunca há a possibilidade de se conseguir parte de um crédito.

Portanto para a versão Core & Shell, há um máximo de doze pontos que podem ser alcançados dentro da categoria de qualidade do ambiente interno. Sendo que destes pontos, onze deles estão diretamente relacionados ao conforto do usuário dentro da edificação, apenas um está relacionado ao controle de qualidade de ar interno durante a construção do edifício.

Apresenta-se a seguir a descrição de cada crédito analisado pelo sistema de certificação LEED.

2.9.1 IEQ Credit 1 – *Outdoor Air Delivery Monitoring*

A intenção principal deste crédito é promover a capacidade de monitoramento do sistema de ventilação para ajudar a promover o conforto do usuário e seu bem estar. Os requerimentos neste crédito incluem a instalação de sensores de níveis de CO₂ que soem alarmes quando atingidos níveis acima dos especificados em projeto. Para espaços densamente ocupados pelos usuários, todos devem ser monitorados, para não densamente ocupados há a possibilidade de instalação de aparelhos medidores somente nas entradas de ar. Todos os medidores devem estar na altura correspondente a respiração do usuário, ou seja, de 0.91 metros a 1.81 metros de altura.

2.9.2 IEQ Credit 2 – *Increased Ventilation*

O segundo crédito especificado dentro da carta de escore da certificação LEED é uma complementação do pré requisito 1, ou seja, seu objetivo é promover uma qualidade de conforto superior ao mínimo necessário. Para tanto, nos espaços mecanicamente ventilados exige-se um aumento em 30% da quantidade de ar externo em referencia ao mínimo anterior. Para espaços naturalmente ventilados há várias possibilidades, uma delas é projetar todo o sistema atendendo a recomendação do *Carbon Trust's "Good Practice Guide 237"*, adicionando diagramas e calculadoras que comprovem os requerimentos do manual da *Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE)* ou demonstrar analiticamente resultados considerados a partir da análise do capítulo 6 da norma norte americana 62.1 – 2007, em pelo menos 90% dos espaços construídos.

2.9.3 IEQ Credit 4.1 – *Low-Emitting Materials – Adhesives and Sealants*

A intenção deste crédito é reduzir a quantidade de contaminantes de ar interno que são odoríferos, irritantes e/ou prejudiciais ao conforto e bem estar do usuário. Os requerimentos estão atrelados aos adesivos e selantes instalados nos interiores dos edifícios que devem cumprir com os requerimentos da *South Coast Air Quality Management District (SCAQMD)*, regra 1168. Os adesivos aerossóis devem contemplar os requerimentos da *Green Seal Standard for Commercial Adhesives GS36*. Em ambos os casos a implementação se resume a especificação de produtos que estejam dentro do limite de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) máximo.

2.9.4 IEQ Credit 4.2 – *Low-Emitting Materials – Paints and coatings*

Segue-se o mesmo objetivo do crédito 4.1. Porém, especificados para as tintas e revestimentos utilizados na edificação. Muda-se também as referências utilizadas, tintas e revestimentos devem seguir o *Green Seal Standard GS11*, anticorrosivos seguem o *Green*

Seal Standard GC3, e por fim, acabamentos de madeira, primers e gomas lacas devem estar de acordo com a SCAQMD regra 1113.

2.9.5 IEQ Credit 4.3 – *Low-Emitting Materials – Flooring Systems*

Idem para os créditos anteriores, diferenciando-se pela descrição dos materiais utilizados no piso, sejam eles carpets seguindo requerimentos da *Rug Institute Green Label Plus*, revestimentos de piso que devem cumprir as requisições da *FloorScore* standard, concreto, madeira, bambu e piso de cortiça devem atender a regra número 1113 da SCAQMD.

2.9.6 IEQ Credit 4.4 – *Low-Emitting Materials – Composite wood and Agrifiber Products*

Objetivo idêntico aos anteriores. Porém, os compostos fabricados a partir de madeiras ou adesivos laminados não devem conter nenhum adicional da resina ureia formaldeído.

2.9.7 IEQ Credit 5 – *Indoor Chemical and Pollutant Source Control*

O objetivo principal deste crédito é minimizar a exposição dos usuários da edificação a possíveis partículas perigosas ou poluentes químicos. Os requerimentos para obtenção deste crédito são:

- Usar sistemas de entrada de pelo menos 3,05 metros de comprimento;
- Exaustar todos os depósitos quimicamente perigosos e áreas úteis;
- Instalar filtros nos sistemas de ventilação mecânica, obedecendo o valor de Minimum Efficiency Reporting Value (MERV) 13;
- Promover lugares apropriados para destinação dos resíduos líquidos contaminados.

2.9.8 IEQ Credit 6 – *Controllability of Systems – Thermal Comfort*

A intenção deste crédito é promover um alto nível de controle do conforto térmico de indivíduo ou grupo dentro de um espaço interno. Fornecendo um alto índice de produtividade, conforto e bem estar.

Os requerimentos para obtenção do crédito é a instalação de controles para pelo menos 50% dos ocupantes quando localizados em espaços individuais e promover controle térmico para todos os espaços que são compartilhados por vários indivíduos ao mesmo tempo.

2.9.9 IEQ Credit 7 – *Thermal Comfort – Design*

A finalidade deste crédito é a promoção de conforto térmico ambiental dos usuários em fase de projeto. Para tanto, só conseguirá ser atingido este ponto se e somente se no projeto estiver incluso um sistema de ar condicionado, que deve ser contemplado pela ASHRAE 55-2004. A implementação deste consiste na avaliação das condições térmicas dos futuros usuários da edificação. O projetista irá averiguar as condições de aquecimento e arrefecimento e estratégias de ventilação de acordo com variáveis relacionadas ao nível de atividade, vestuário, temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e umidade.

2.9.10 IEQ Credit 8.1 – *Daylight and Views – Daylight*

O propósito deste crédito é promover a conexão dos usuários da edificação com o ambiente externo através da luz do sol. Para tanto, deve ser atendido no mínimo a porcentagem de 75% do espaços regulares ocupados com luz do sol. Além disso, demonstrar através de simulação computacional ou medições *in loco* que os espaços ocupados possuem pelo menos duzentos e sessenta e nove Lumens. Neste crédito, há a possibilidade da obtenção de um ponto extra por performance exemplar se a porcentagem de espaços ocupados que recebem luz solar exceder 95%.

2.9.11 IEQ Credit 8.2 – *Daylight and Views – Views*

Seguindo a mesma finalidade do crédito anterior, analisa-se a possibilidade de visão dos usuários com o exterior do edifício. O requerimento base é que 90% dos espaços regularmente utilizados possuem visão direta para o exterior.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar os objetivos expostos no início deste trabalho, estabeleceu-se um processo de verificações sobre os requisitos e variáveis relacionadas ao conforto térmico, visual, sensorial, qualidade do ar interno e a possibilidade de alteração do microclima sob a perspectiva do usuário em seu ambiente de trabalho.

Para tanto, esta pesquisa de abordagem qualitativa (DENZIN e LINCOLN, 2000), assumiu a forma de estudo de casos múltiplos, uma vez que um estudo de caso consiste em:

uma investigação científica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos; enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidência (YIN, 2001, p. 32-33).

Inicialmente, foram escolhidos três edifícios situados na cidade de Curitiba-PR certificados em qualquer um dos níveis da escala estabelecida pelo sistema LEED. Em cada um dos edifícios, foram selecionados pelo menos 10 usuários da edificação aleatoriamente para se realizar a coleta e análise dos dados, apenas uma das edificações não se atingiu o valor esperado, buscando assim uma diferenciação de entrevistados que corresponda a real situação dos usuários da edificação.

Um questionário contendo perguntas sobre conforto do usuário no seu período de permanência dentro da edificação foi aplicado. O referido questionário contempla todas as áreas abordadas pelo LEED referente ao capítulo de qualidade do ambiente interno. Ver questionário em anexo.

Depois de coletado todas as amostras foi feita a análise do questionário e em seguida e analisou-se questões em conjuntas quando similares entre os edifícios e questões comparativas quando a análise corresponde a perguntas independentes.

De acordo com informações disponibilizadas no site do USGBC, aqui em Curitiba há no momento dez edifícios comerciais em processo de certificação e três certificados. O fato do edifício não estar certificado não significa que ele não está sendo utilizado pelos ocupantes, apenas que a documentação referente ao edifício está sendo finalizada ou analisada pelos auditores da certificação. Porém, há de se observar que muitos deles estão ainda em construção. Todos estes estão pre-certificados como LEED *Core&Shell* v3.0 2009. Apenas uma das edificações escolhida foi certificada na versão mais antiga, mas que não acarreta implicações nesta pesquisa visto que as duas versões possuem o mesmo escopo no quesito

qualidade do ambiente interno. No Quadro 1 encontram-se listados os edifícios certificados ou em fase de certificação.

Nome da edificação	Estado Atual	Nível de Certificação	Créditos IEQ
AR 3000 - Cabral Corporate and Offices	Construção	Silver	
Aroeira Office Park	Processo de Certificação	Silver	
Batel Corporate	Construção	Gold	
Centro Empresarial Antonio Peretti	Certificado	Silver	4/12
City Centro Cívico			
Condomínio Comercial Eurobusiness	Construção	Platinum	
Corporate Jardim Botânico		Gold	
Curitiba Office Park - Torre Central	Certificado	Silver	2/12
Edifício Neo Corporate	Processo de Certificação	Gold	
Iguaçu 2820	Processo de Certificação	Gold	
Mariano Torres Corporate	Certificado	Gold	5/12
7th Avenue Live Work Trinity Corporate	Construção		

Quadro 1: Empreendimentos LEED em Curitiba - PR
FONTE: USGBC, 2014

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES SELECIONADAS

Por critérios de facilidade de apresentação dos dados, o presente trabalho representará o nome das edificações selecionadas, discriminadas como A, B e C.

3.1.1 Edificação A

Localizada na Rua Mariano Torres no centro de Curitiba, a edificação angariou a certificação LEED em Abril de 2013, sendo portanto, o primeiro empreendimento certificado LEED Core&Shell do sul do país, alcançando 64 créditos dos 110 disponíveis sendo recompensada assim com o nível GOLD.

Na categoria de qualidade do ambiente interno este edifício comercial buscou os seguintes créditos:

- IEQc3: Plano de gerenciamento da qualidade do ambiente interno durante a construção;
- IEQc4.1: Baixa emissão de poluentes para adesivos e selantes;
- IEQc4.2: Baixa emissão de poluentes para tintas e revestimentos;
- IEQc7: Conforto térmico – projeto;
- IEQc8.2: Vistas externas para pelo menos 90% dos espaços ocupados.

Portanto, dos 12 pontos disponíveis para esta categoria foram alcançados somente 5 pontos.

O edifício é composto de 17 pavimentos, sendo 2 subsolos destinados a estacionamento, andar térreo e 14 andares de escritórios com espaços corporativos.



Figura 5: Placa de certificação do sistema LEED na Edificação A
Fonte: Autoria própria

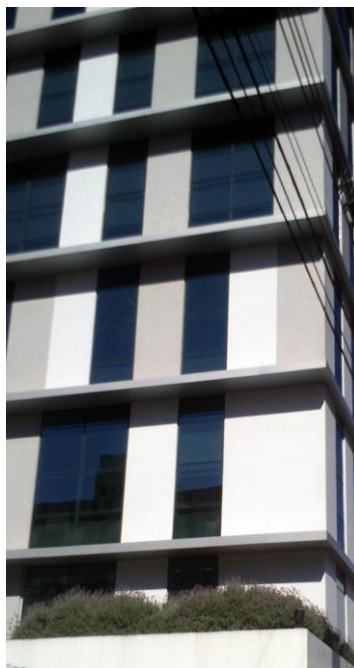


Figura 6: Fachada norte da Edificação A bem como seu telhado verde
Fonte: Autoria própria

3.1.2 Edificação B

Localizado na Rua Iguaçu, a edificação recentemente (julho 2014) alcançou a certificação oriunda do USGBC, porém sua ocupação é estabelecida desde novembro de 2013. No total foram atingidos 70 pontos dos 110 pontos disponíveis para esta categoria, que os posiciona entre os 3% dos projetos com maior pontuação no Brasil desta categoria.

Na categoria de qualidade do ambiente interno este edifício comercial buscou os seguintes créditos:

- IEQc2: Aumento da ventilação;
- IEQc3: Plano de gerenciamento da qualidade do ambiente interno durante a construção;
- IEQc4.1: Baixa emissão de poluentes para adesivos e selantes;
- IEQc4.2: Baixa emissão de poluentes para tintas e revestimentos.

Sendo assim, 4 pontos foram alcançados dos 12 pontos disponíveis.

Este edifício possui térreo e mais 7 pavimentos tipos. Como característica única este empreendimento teve sua construção baseado no modelo *buit to suit* (construído para servir), portanto sua ocupação atual é realizada por uma única empresa.



Figura 7: Fachada Edificação B
Fonte: Autoria Própria

3.1.3 Edificação C

Localizado na Rodovia BR116, este edifício recebeu a certificação PRATA na mesma categoria LEED Core & Shell, porém sua versão é a número v2.0, diferentemente dos outros edifícios apresentados que foram certificados na versão mais recente, v3.0. Sua pontuação foi de 33 pontos dos 62 disponíveis.

Como o objetivo deste trabalho é a análise referente aos créditos relacionados ao conforto térmico do usuário e a qualidade do ambiente de trabalho, não haverá diferenciação alguma na análise visto que as versões previamente apresentadas não se diferenciam na categoria relacionada a estes quesitos.

Os créditos alcançados nesta edificação são os seguintes:

- IEQc3: Plano de gerenciamento da qualidade do ambiente interno durante a construção;
- IEQc8.2: Vistas externas para pelo menos 90% dos espaços ocupados



Figura 8: Fachada Edificação C
Fonte: Thá Engenharia, 2014

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PERFIL DO USUÁRIO

O comportamento dos usuários demonstrou-se estar coerente entre todas as edificações, fato este devido ao perfil construtivo e perfil dos entrevistados serem parecidos. Somente no último caso, encontrou-se distribuições proporcionais entre homens e mulheres, como pode ser observado na Tabela 3:

Edificação	Masculino	Feminino	Total
A	7	4	11
B	8	5	13
C	3	3	6

Tabela 3: Número de entrevistados por edificação
Fonte: Autoria própria

Percebe-se que o número de entrevistados da edificação C é praticamente a metade dos outros edifícios, isto ocorre pois não houve a possibilidade de adentrar ao edifício para a realização da pesquisa. Apenas ocorreu o contato via email, o que acarretou em um baixo número de respostas.

A análise do perfil do usuário da edificação resulta em um número maior de pessoas jovens e que permanecem mais de 8 horas na edificação por dia, fato este confirmado na análise da Tabela 4 e Tabela 5:

Edificação	20-35	36-50	50+
A	6	3	2
B	10	3	
C	3	3	
Total	19	9	2

Tabela 4: Idade dos usuários entrevistados
Fonte: Autoria própria

Edificação	6 a 7	7 a 8	8 ou +
A	7		4
B	2		11
C		1	5
Total	9	1	20

Tabela 5: Número de horas dentro da edificação
Fonte: Autoria própria

Ao se analisar os edifícios estudados encontra-se um padrão das respostas em que o controle da temperatura permanece sendo feito em sua maioria pelos sistemas de ar condicionado centrais. Apenas alguns postos de trabalho permitem que o usuário controle a quantidade de raios solares que entram na edificação com persianas e somente na edificação C há janelas operáveis que permitem a renovação de ar naturalmente. Os resultados a seguir são apresentados na forma de porcentagem de usuários que responderam as seguintes opções para controle de temperatura em seu ambiente de trabalho, era possível marcar mais de uma opção de controle:

Controle de Temperatura

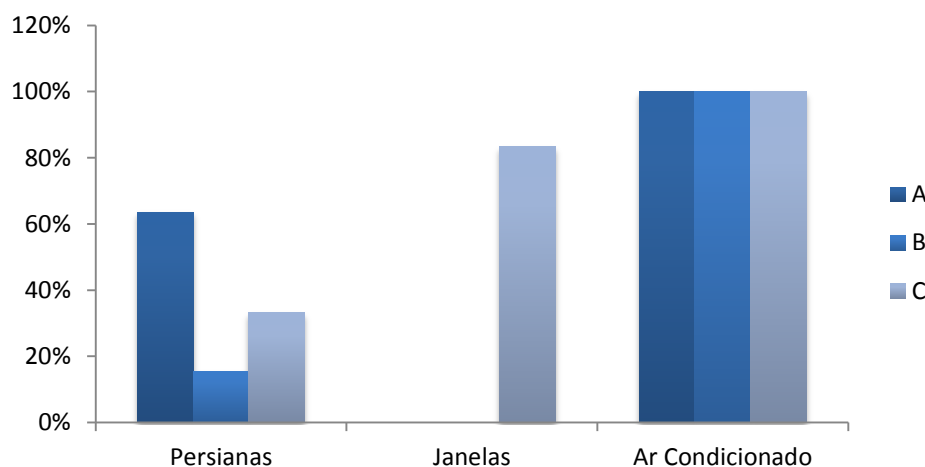


Gráfico 2: Porcentagem de respostas como controle de temperatura dentro da edificação
Fonte: Autoria própria

Outra característica obtida com a coleta das amostras foi a predominância dos usuários nos andares mais próximos do térreo. Percebe-se que todos os usuários da edificação B se localizam no mesmo andar (3º), isto ocorre pois foi possível fazer a visita na edificação e observar que havia um grande número de usuários na mesma área de trabalho.

Edificação	1 a 4	5 a 9	10 ou +
A	9		2
B	13		
C	5	1	
Total	27	1	2

Tabela 6: Localização por andar do entrevistado
Fonte: Autoria própria

Em relação à climatização dos edifícios estudados não houve diferenciação por parte do sistema de ar condicionado. Todos os usuários responderam que o controle é feito por um setor isolado e único. Portanto em nenhum caso estudado apresentou-se a oportunidade da regularização da temperatura no próprio equipamento. Exclusivamente na edificação C, em que a construção foi realizada com janelas operáveis é permitido sua abertura e consequentemente o controle de temperatura é feito de uma forma mista (naturalmente + mecanicamente ventilada).

Como pré-requisito do sistema LEED de certificação e outorgado em leis municipal, regional e federal, em todos os edifícios analisados é proibido fumar dentro da edificação. Como exemplo na edificação A, encontra-se em seu entorno avisos em que inclusive a área de acesso está impossibilitada deste ato.



Figura 9: Placa de Proibido Fumar na entrada da edificação A
Fonte: Autoria própria

Por último, é apresentado o que os usuários da edificação julgam sobre o nível de limpeza do ambiente de trabalho onde eles se encontram. Em todos os casos não houve nenhuma personalidade que reportasse insatisfação perante este conceito, como pode ser comprovado no resultado a seguir:

Nível de limpeza da edificação

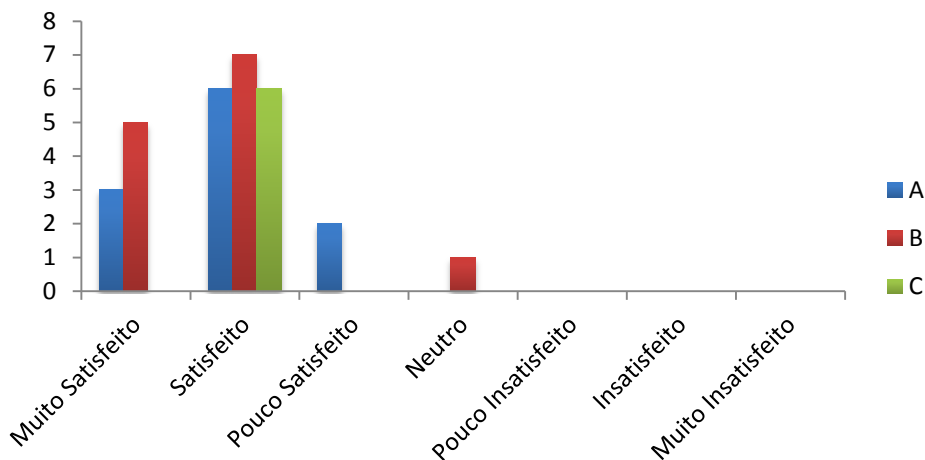


Gráfico 3: Nível de limpeza da edificação
Fonte: Autoria própria

4.2 NÍVEL DE CONFORTO VS. CRÉDITOS ALCANÇADOS

Como apresentado anteriormente a edificação que se obteve maior número de pontos dentro da categoria relacionada à qualidade do ambiente interno foi a edificação A com cinco pontos, seguida da edificação B com 4 pontos e por último a edificação C com somente dois pontos. Percebe-se que todas as edificações alcançaram o crédito IEQc3 (Plano de gerenciamento da qualidade do ambiente interno durante a construção), o que não é de interesse deste estudo, pois não é um crédito relacionado a ocupação do edifício.

Em relação ao conforto térmico perguntado no exato momento de preenchimento do questionário observam-se os seguintes resultados apresentados no Gráfico 4:

Conforto Térmico

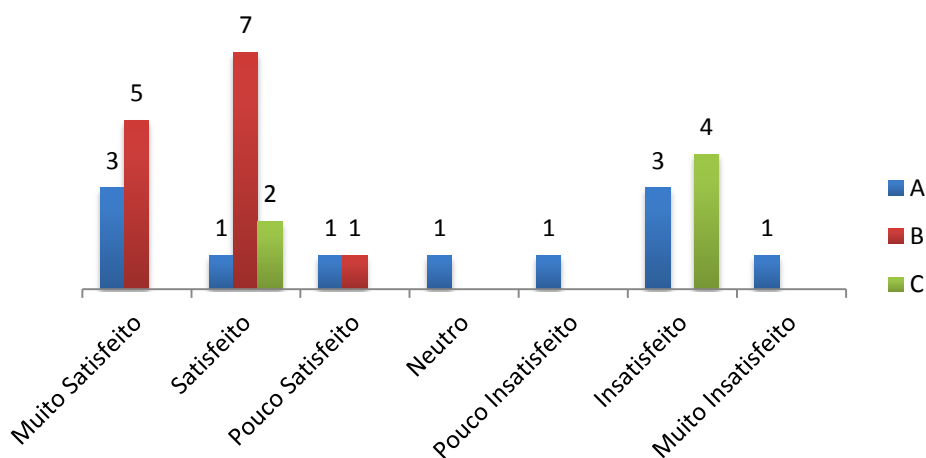


Gráfico 4: Nível de conforto térmico
Fonte: Autoria própria

Percebe-se através deste gráfico que a edificação B apresenta valores de conforto térmico muito superiores aos seus pares, não havendo nenhum questionário sendo respondido de forma insatisfatória a este quesito. Diferentemente da edificação C que apresentou 66% de seus entrevistados insatisfeitos. E por último a edificação A em que é possível observar a discrepância das outras edificações por possuir tantos usuários insatisfeitos como muito satisfeitos em seu conjunto.

Alia-se este resultado o fato da edificação B ter almejado créditos que estão diretamente relacionados ao nível de conforto térmico do usuário da edificação, como o aumento da taxa de renovação de ar e aos materiais escolhidos que não causam desconforto durante todo o período de vida útil.

A edificação A buscou o crédito relacionado ao Conforto Térmico da edificação na fase de projeto, ou seja, há simulações e inteligência de projeto envolvida que asseguram o nível de conforto dos usuários teoricamente. Porém, mudanças de *layout* da ocupação dos usuários ou equipamentos instalados dentro da edificação acarretariam em mudanças de carga térmica e influenciariam o dimensionamento do sistema de ar condicionado. Para a explicação correta destes resultados será necessário um estudo mais aprofundado deste assunto.

Muito similar ao conforto térmico, a qualidade do ar dentro da edificação retornou os seguintes resultados expressos no Gráfico 5:

Qualidade do ar interno

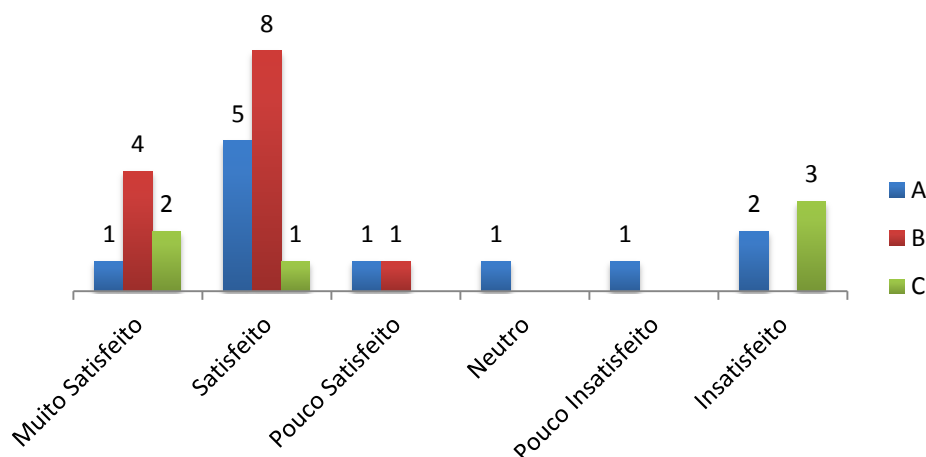


Gráfico 5: Satisfação dos usuários com a qualidade do ar interno
Fonte: Autoria própria

Como analisado anteriormente, os melhores resultados apresentados se referem a edificação B. Destes usuários insatisfeitos observou-se que o conforto térmico e a qualidade do ar estão diretamente relacionados a não possibilidade de abertura das janelas (edificação A), ambientes pequenos de ocupação (edificação A) e má qualidade do ar condicionado (edificação A e C). Todos os entrevistados que responderam estar insatisfeitos com a qualidade do ar interno queixaram-se de estarem trabalhando em um ambiente muito seco e sem renovação.

4.3 CONFORTO ACÚSTICO

Mesmo não sendo um dos objetivos principais deste trabalho, sabe-se que o conforto acústico, ou seja, nível de ruído existente no ambiente de trabalho do usuário que seja oriundo tanto do ambiente externo ou interno interfere diretamente na qualidade de qualquer trabalho que esteja sendo feito no momento. A análise dos resultados obtidos foi muito positiva, visto que todos os edifícios analisados estão concentrados na área central de Curitiba e esperava-se que o nível de conforto acústico não fosse satisfatório. Pelo contrário, aproximadamente 97% dos entrevistados responderam que se sentem satisfeitos, muito satisfeitos ou pouco satisfeitos. Os resultados podem ser visualizados no Gráfico 6:

Conforto Acústico

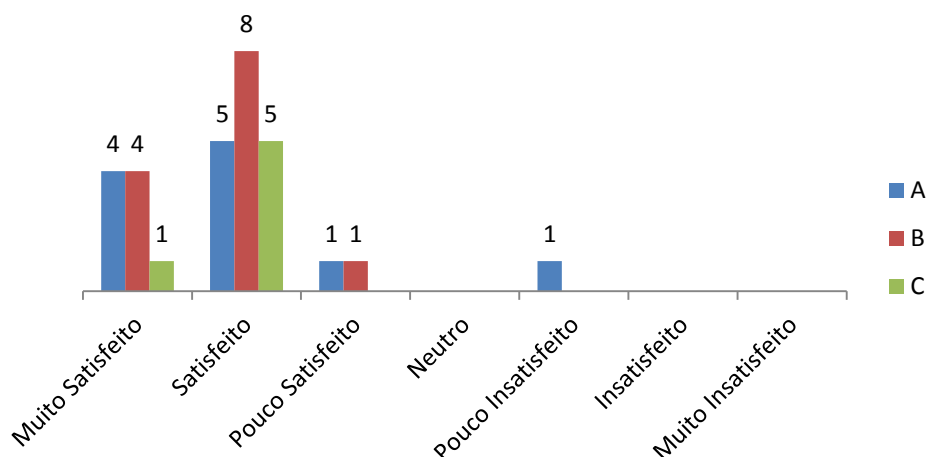


Gráfico 6: Satisfação dos usuários com o conforto acústico apresentado
Fonte: Autoria própria

Para as edificações A e B este tópico é facilmente explicável, pois o sistema construtivo não permite as aberturas das janelas, conseqüentemente há baixíssima possibilidade do ruído externo adentrar as zonas de trabalho dos usuários.

4.4 CONFORTO LUMINOSO

Outro aspecto de análise do questionário foi o nível de satisfação do conforto luminoso dos usuários. Neste quesito, não há nenhum crédito dentro da categoria de qualidade do ambiente interno que trate diretamente da eficiência da luminária, ou do nível de luminância mínimo necessário para cada ambiente. Somente na categoria de energia e atmosfera que é abordado o assunto consumo energético e este está diretamente relacionado com a potência proveniente de cada luminária. Mesmo assim, todos os edifícios analisados demonstraram possuir usuários muito satisfeitos com o nível de luminosidade em suas estações de trabalho, como pode ser observado no Gráfico 7:

Conforto Luminoso

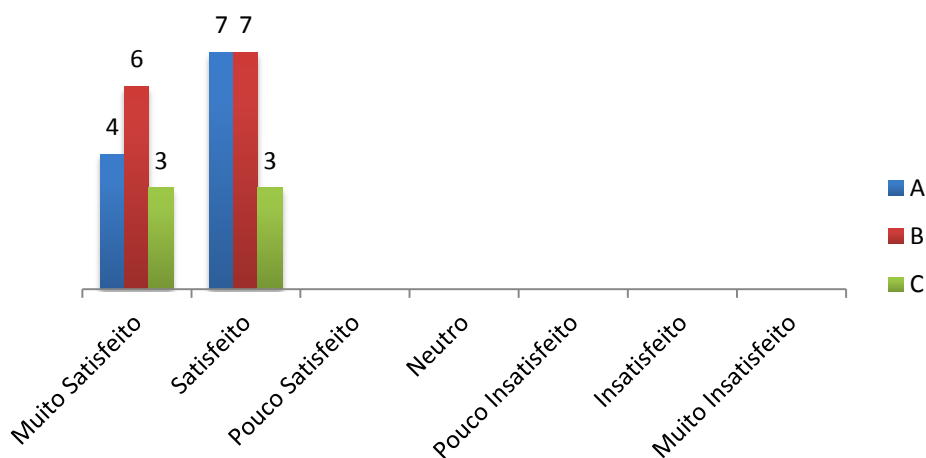


Gráfico 7: Satisfação dos usuários com o conforto luminoso apresentado
Fonte: Autoria própria

Aliado a este resultado, a pesquisa também procurou identificar qual a porcentagem de pessoas que possuíam o controle do nível de luminosidade no seu espaço de trabalho. Feita esta análise, não é possível determinar que a possibilidade de controle de iluminação individual influenciará no nível de conforto luminoso, visto que a quantidade de pessoas que possuíam este controle foi de 37% (11) comparado com 63% (19) das pessoas que não possuíam nenhuma forma de controle pessoal.

Controle individual de luminosidade

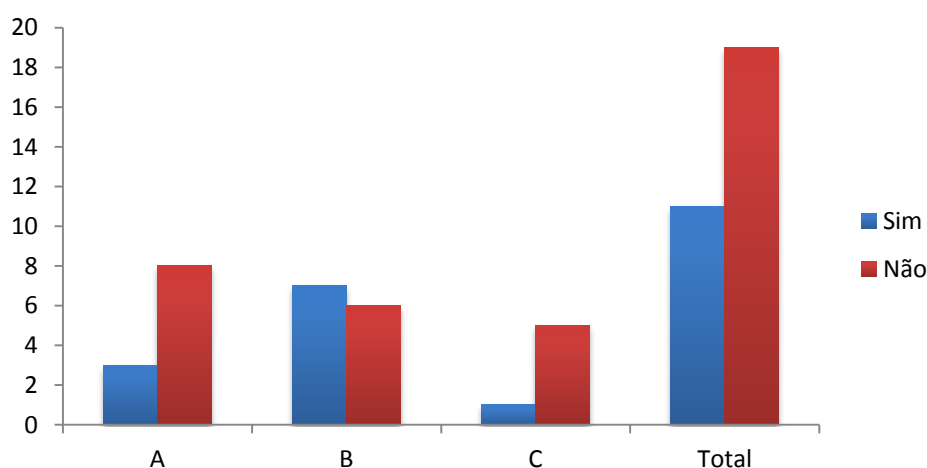


Gráfico 8: Quantidade de pessoas com controle de luminosidade de fácil acesso
Fonte: Autoria própria

Outro aspecto diretamente relacionado com o nível de conforto luminoso em uma edificação é com as aberturas envidraçadas existentes nas fachadas do edifício e a quantidade

de raios solares que são permitidos adentrarem a edificação. Para mensurar isto, o questionário realizado perguntou se era possível a visualização do ambiente externo e se o usuário recebia uma quantidade de luz natural apropriada no escritório onde este se localizava. Neste caso, pode-se confirmar que a influência da luz natural exerceu grande importância no nível de conforto do usuário, pois todos (30 indivíduos) responderam que havia a possibilidade de visualização do ambiente externo e a maioria (27) se sentia muito bem em estar um ambiente que recebia luz solar durante a maior parte do dia. (Gráfico 9)

Você considera que o seu ambiente de trabalho é bem iluminado naturalmente?

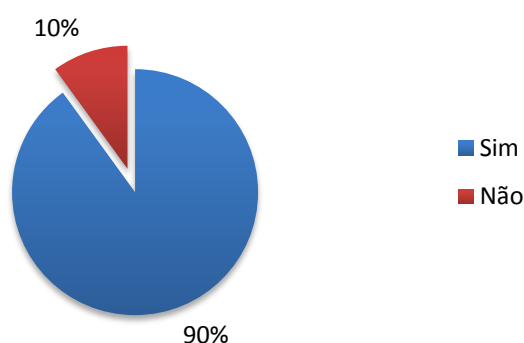


Gráfico 9: Resposta do questionário sobre iluminação natural
Fonte: Autoria própria

4.5 CONDIÇÕES DE COFORTO DIFERENCIADAS PELA SAZONALIDADE

O objetivo da análise diferenciando-se pela época do ano é examinar como o usuário da edificação se sente em períodos extremos de temperaturas. Por isto a escolha das temporadas de verão e inverno. Aliado a pesquisa referente ao conforto térmico nessas épocas foi perguntado àquelas pessoas que estavam insatisfeitas qual era o motivo da insatisfação, seja muito quente ou muito frio tanto para os períodos referentes aos meses de julho e agosto, como para os meses de janeiro e fevereiro. Recorda-se que nenhum dos entrevistados demonstrou não estar presente em alguma época do ano. Inclusive no caso da edificação B que apresenta o período de ocupação mais recente.

Conforto térmico no inverno

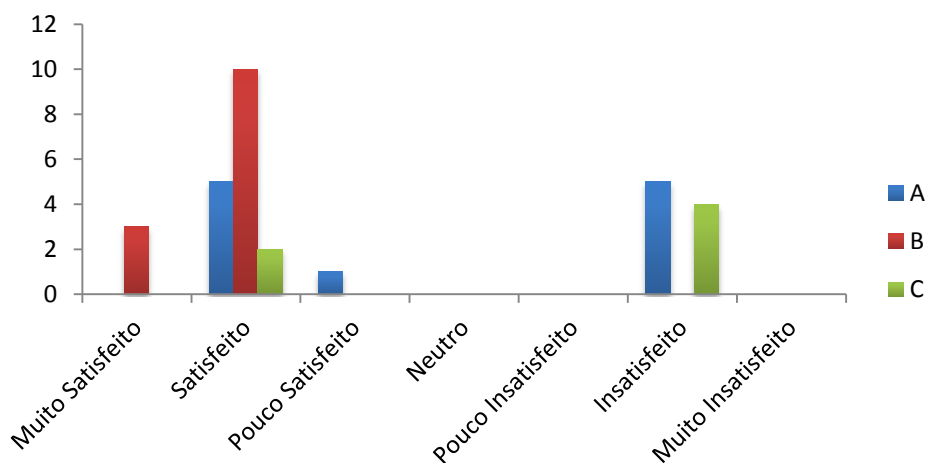


Gráfico 10: Nível de conforto térmico do usuário durante o inverno
Fonte: Autoria própria

Conforme exposto no Gráfico 10, para o caso dos insatisfeitos referentes ao período de inverno, somente houve registros das edificações A e C, sendo significativo principalmente para a edificação C em que 66% dos entrevistados apareceram insatisfeitos. Porém, a análise relativa ao porque da insatisfação se mostrou contraditória para as duas edificações, enquanto na edificação A os resultados demonstraram que os usuários sentem muito mais calor no inverno, os usuários da edificação C reclamaram de sentir muito mais frio durante o inverno, o que resulta ser esperado para esta época do ano.

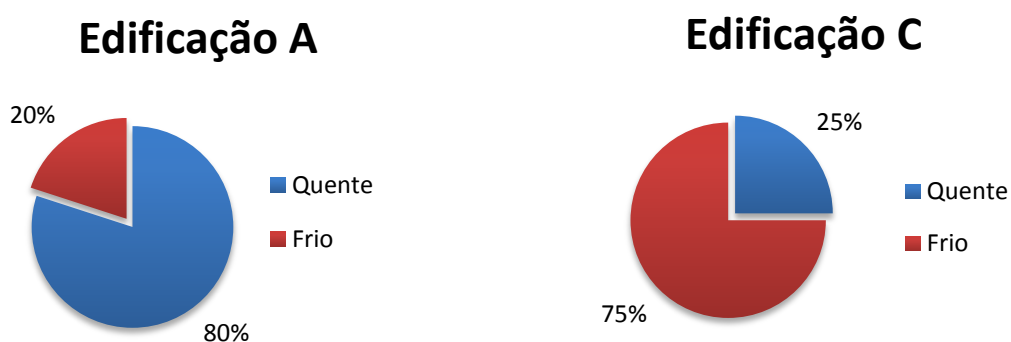


Gráfico 11: Insatisfação referente ao inverno
Fonte: Autoria própria

Conforto térmico no verão

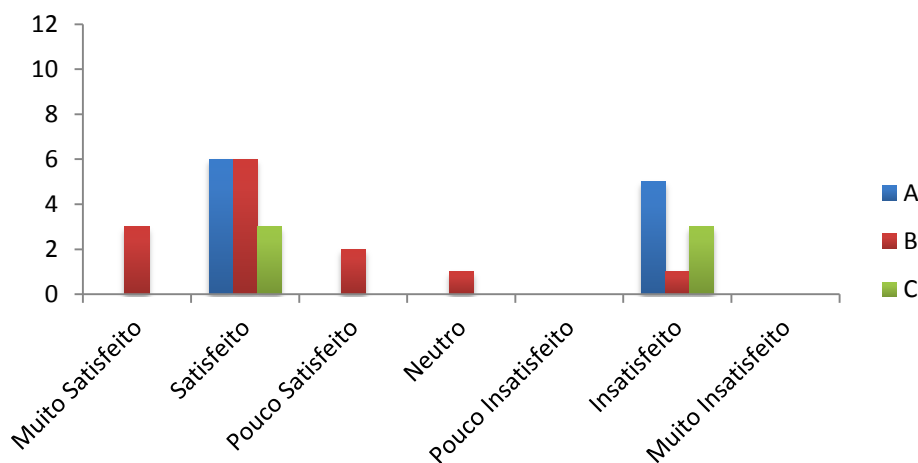


Gráfico 12: Nível de conforto térmico do usuário durante o verão
Fonte: Autoria própria

Similarmente aos resultados obtidos para a estação do ano inverno, os resultados do nível de conforto térmico no verão demonstraram estar bem distribuídos entre insatisfeitos e satisfeitos para as edificações A e C, enquanto a edificação B apresentou apenas um entrevistado insatisfeito (Gráfico 12). No somatório 66,3% dos entrevistados demonstraram estar satisfeitos, 30% insatisfeitos e apenas 3,3% responderam de forma neutra. Para este grupo de insatisfeitos a pesquisa obteve os seguintes resultados entre o motivo ser muito quente ou muito frio:

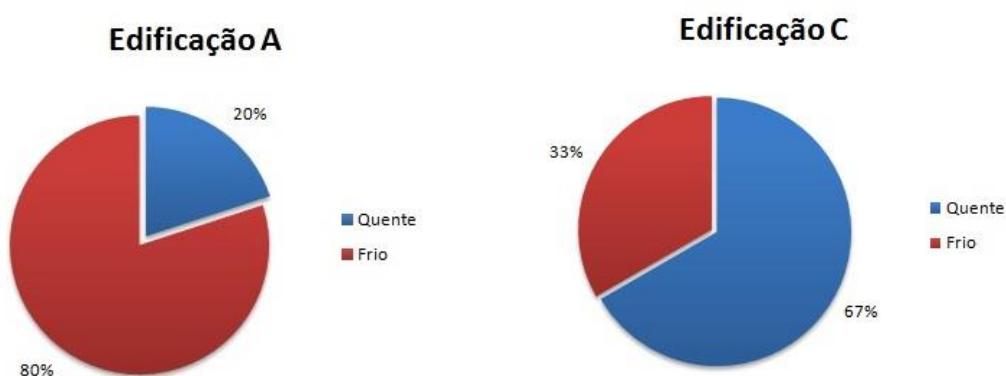


Gráfico 13: Insatisfação referente ao verão
Fonte: Autoria própria

4.6 HORAS DE CANSAÇO VS. HORAS TRABALHADAS

O objetivo deste subcapítulo foi averiguar se haveria alguma relação entre o tempo de permanência dentro da edificação com as horas de desconforto apresentado. Para tanto, os usuários foram separados em dois grupos. Aqueles que trabalham mais de 7 horas e aqueles com menos de 7 horas trabalhadas diariamente. Como demonstrado na Tabela 5, os resultados mostram que 70% dos usuários permanecem mais tempo que os 30% restantes. Para aqueles que permanecem dentro da edificação uma maior quantidade de horas observa-se o seguinte comportamento no Gráfico 14:

Usuários que permanecem mais de 7 horas dentro da edificação

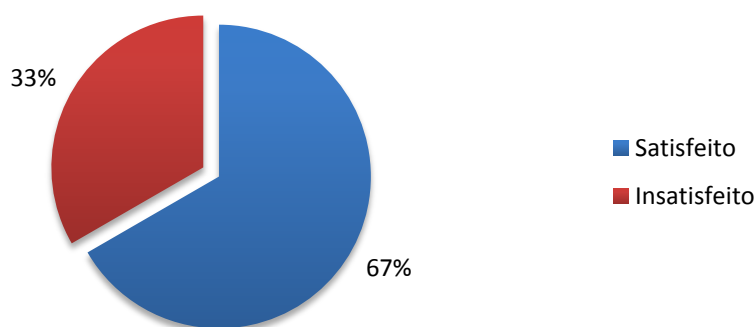


Gráfico 14: Porcentagem de indivíduos satisfeitos e insatisfeitos
Fonte: Autoria própria

Além disso, a análise dos indivíduos insatisfeitos possibilita explorar o número de horas insatisfeitas, que neste caso retornou um valor de média igual a 3 horas por dia.

Para os indivíduos que permanecem até 7 horas na edificação, os resultados foram muito similares, retornando o mesmo valor porcentual de número de usuários satisfeitos e insatisfeitos. Porém, o número de horas de desconforto daqueles que responderam estar insatisfeitos é em média 1,5 horas por dia.

Assim sendo, percebe-se que não há relação proporcionada pelo número de horas dentro de uma edificação e a insatisfação com o conforto térmico. Somente pode ser percebido que o número de horas insatisfeitas é proporcional ao número de horas trabalhadas.

4.7 CONHECIMENTO DA CERTIFICAÇÃO LEED PELOS USUÁRIOS

Por fim buscou-se conhecer qual o nível de informação dos usuários da edificação relacionado ao processo de certificação LEED. A pergunta simples e direta retornou a informação que a maioria dos usuários tinha conhecimento de estar em um edifício reconhecido por uma organização não governamental norte americana e que trabalha com conteúdos relacionados ao gasto energético e qualidade do ambiente interno (Gráfico 15).

Você tem consciência de estar em um edifício certificado LEED?

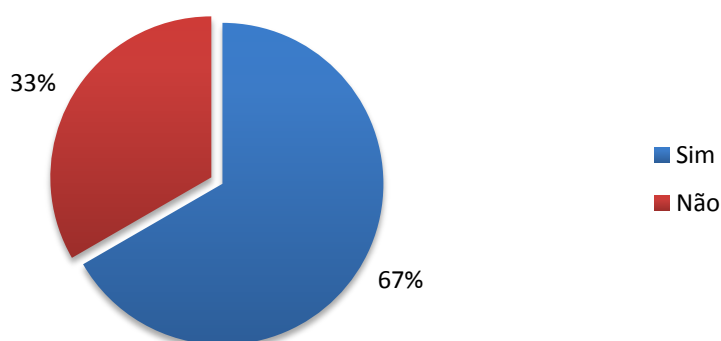


Gráfico 15 – Porcentagem de pessoas cientes de estarem em uma edificação certificada

Fonte: Autoria própria

Deve lembrar-se que no momento da entrevista, a edificação B tinha recentemente ganho a certificação, portanto não havia nenhuma placa que indicasse este ser um prédio certificado. Mesmo assim, somente esta certificação alcançou um índice de 73% dos entrevistados respondendo “Sim” a esta resposta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos, observou-se não haver garantia de retorno da qualidade relacionada ao conforto térmico para os usuários da edificação somente pelo fato desta ter recebido o selo de construção sustentável disponibilizado pelo sistema de certificação norte americano tratado neste projeto. Isso se justifica devido ao sistema de qualificação não exigir a obrigatoriedade de todos os créditos relacionados a qualidade do ambiente interno.

Como apresentado no capítulo anterior, os tópicos da discussão que são relacionados ao conforto luminoso e conforto acústico apresentaram resultados bastante satisfatórios. Porém, com relação ao conforto térmico apenas uma das edificações retornou resultados gratificantes.

Além disso, boa parte dos créditos desta categoria estão relacionados a escolha de materiais diferenciados do padrão de mercado e a sensores de desempenho da edificação, fazendo com que acarretem os custos de construção e que não necessariamente haja retorno do investimento,

Dentre as edificações estudadas a que retornou o melhor desempenho relacionado ao conforto térmico foi a edificação B, há de ser observado que esta edificação foi recentemente construída e ocupada, além do próprio empreendimento ter almejado o crédito relacionado ao aumento da ventilação interna nos ambientes regularmente ocupados.

Portanto, a busca por novas tecnologias que visem o conforto do usuário deve ser o ímpeto para a melhoria de nosso sistema construtivo, resultando que a certificação a partir de um selo verde siga como consequência da preocupação em agregar valor á vida das pessoas que habitam tais edificações.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As sugestões para trabalhos futuros consistem em avaliar um número maior de usuários dentro das edificações certificadas e também de edificações não certificadas com o mesmo perfil e de localização próxima para que haja a possibilidade de comparação.

Outra possibilidade de complemento deste trabalho seria reaplicar este mesmo questionário em edificações fundamentadas em outros processos de certificações sustentáveis.

6 REFERENCIAS

BECKER, E. J. *The proximity hotel: a case study on guest satisfaction of sustainable luxury environments*. Greensboro: University of North Carolina (Master of Science), 2009

BERR, Leticia Ramos and FORMOSO, Carlos Torres. **Método para avaliação da qualidade de processos construtivos em empreendimentos habitacionais de interesse social**. *Ambient. constr.* [online]. 2012, vol.12, n.2, pp. 77-96. ISSN 1678-8621.

BRÖDE, P. *et al.* Deriving the Operational Procedure for the Universal Thermal Climate Index UTCI. **International Journal of Biometeorology**, special issue UTCI, 2011.

BUTLER, J. The compelling "hard case" for "green" hotel development. *Cornell Hospitality Quarterly*, v. 49, n. 3, p. 234-244, 2008

CAMPOS, Lucila Maria de Souza et al. **Relatório de sustentabilidade: perfil das organizações brasileiras e estrangeiras segundo o padrão da Global Reporting Initiative**. *Gest. Prod.* [online]. 2013, vol.20, n.4, pp. 913-926. Epub Nov 26, 2013. ISSN 0104-530X.

CARMO AT, Prado, RTA. **Qualidade do ar interno**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 1999.

CARVALHO, Michele Tereza Marques and SPOSTO, Rosa Maria. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto**. *Ambient. constr.* [online]. 2012, vol.12, n.1, pp. 207-225. ISSN 1678-8621.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil**. 2009. 70 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009

DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna S. (Editores). **Handbook of qualitative research**, 2 Ed. Thousand Oaks, Califórnia: Sage Publications. 2000.

DONAIISKY, Emerson; OLIVEIRA, Gustavo H. C. and MENDES, Nathan. **Algoritmos PMV-MBPC para conforto térmico em edificações e aplicação em uma célula-teste**. *Sba Controle & Automação* [online]. 2010, vol.21, n.1, pp. 01-13. ISSN 0103-1759.

ERBE, H.-H. **The relevance of energy saving control**, *Proc. of the IFAC Workshop on Energy Saving Control in Plants and Buildings*, Bansko, Bulgaria, 2006.

FIALA, D. *et al.* UTCI-Fiala Multi-Node Model of Human Heat Transfer and Temperature Regulation. **International Journal of Biometeorology**, special issue UTCI, 2011.

FONT, X. **Environmental certification in tourism and hospitality: progress, process and prospects.** *Tourism Management*, v. 23, n.3, p. 197-205, 2002.

FOSTER, S. T; SAMPSON, S. E; DUNN, S. C. **The impact of customer contact on environmental initiatives for service firms.** *International Journal of Operations & Production Management*, v. 20, n. 2, p. 187-203, 2000.

GEORGIEV, Z. (2006). **Benchmarking of HVAC control systems**, *Proc. of the IFAC Workshop on Energy Saving Control in Plants and Buildings*, Bansko, Bulgaria.

GIODA A, Aquino Neto FR. **Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não-industriais no Brasil: uma abordagem comparativa.** *Cad Saude Publica* 2003; 19(5):1389-1397.

HERNANDES, T. Z. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** 2006. 134 f. Dissertação de Mestrado em Arquitetura, FAUSP, São Paulo, 2006.

HOPPE LF. Qualidade dos ambientes interiores e o papel da saúde ocupacional. In: **Anais do I Encontro paulista de meio ambiente e controle da qualidade do ar de interiores**; 1999; São Paulo. São Paulo: Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e Controle de Qualidade do Ar de Interiores; 1999. p. 43-51.

KATZ, G. H. **Green building costs and financial benefits.** Westborough: Massachusetts Technology Collaborative, Renewable Energy Trust, 2003.

RODRIGUES, Andriele; ROJO, Cláudio Antonio and BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. **Formulação de estratégias competitivas por meio de análise de cenários na construção civil.** *Prod.* [online]. 2013, vol.23, n.2, pp. 269-282. Epub Oct 16, 2012. ISSN 0103-6513.

SCANDELARI, V. do R. N.. **Inovação e Sustentabilidade: Ambidestabilidade e desempenho sustentável na indústria Eletroeletrônica.** 2001. 360f. Teses (Pós graduação em Administração) – Setor de ciências aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SCHIRMER, W. N.; PIAN, L. B.; SZYMANSKI, M. S. Ester e GAUER, M. A.. **A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes.** *Ciênc. saúde coletiva* [online]. 2011, vol.16, n.8, pp. 3583-3590. ISSN 1413-8123.

SILVA, G. J. A. da e ROMERO, M. A. B.. **Cidades sustentáveis: uma nova condição urbana a partir de estudos aplicados a Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, Brasil.** *Ambient. constr.* [online]. 2013, vol.13, n.3, pp. 253-266. ISSN 1678-8621.

SLOMSKI, V.; SLOMSKI, V. G.; KASSAI, J. R. e MEGLIORINI, Evandir. **Sustentabilidade nas organizações: a internalização dos gastos com o descarte do produto e/ou embalagem aos custos de produção.** *Rev. Adm. (São Paulo)* [online]. 2012, vol.47, n.2, pp. 275-289. ISSN 0080-2107.

TZSCHENTKR, N; KIRK, D; LYNCH, P. A. **Reasons for going green in serviced accommodation** establishments. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, v. 16, n. 2, p. 116-124, 2004.

WORLD COMISSION ON ENVIROMENTAL AND DEVELOPMENT - WCED. **Our common future.** Oxford: Oxford University Press, 1987.

YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos.** (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.

ZANGALLI JR, Paulo Cesar. **Sustentabilidade urbana e as certificações ambientais na construção civil.** *Soc. nat.* [online]. 2013, vol.25, n.2, pp. 291-302. ISSN 1982-4513.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (GBC). Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br>. Acesso em 26.02.2014.

THÁ ENGENHARIA. Disponível em : <http://www.thaengenharia.com.br/pt-br/obras/curitiba-office-park-ii>. Acesso em 12.08.2014

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. Disponível em: <http://www.usgbc.org/> Acesso em: 07 mar. 2014

US GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). LEED (Leadership and Energy & Environmental Design). Green Building Rating System. V3.0. Março. 2014

US GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). LEED (Leadership and Energy & Environmental Design) Reference Guide. Março. 2014

US GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). LEED (Leadership and Energy & Environmental Design) Core Concepts. Março. 2014

7 ANEXO A

QUESTIONÁRIO

Este é um formulário anônimo de usuários desta edificação. Sua resposta irá ajudar a verificar aonde o edifício necessita de melhorias e onde está funcionando bem. A visão a longo prazo resulta em alcançar-se espaços de boa qualidade do ar interno e com alta eficiência energética, em que todas as pessoas ali envolvidas possam trabalhar confortavelmente.

Esta pesquisa faz parte de uma coleta de dados para a realização de um estudo comparativo entre edificações que buscaram o sistema de certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).

A pesquisa é dividida em 5 seções e não deve demorar mais de 5 minutos para ser respondida.

SEÇÃO 1: INFORMAÇÕES GERAIS:

Sexo:..... Idade:.....Quantidade de horas dentro da edificação por dia:.....

Em qual andar da edificação você está localizado?

Porão Primeiro – Quarto Quinto- Nono Décimo +

Em qual direção o seu escritório tem visão? Cheque todas que se apliquem

Norte Leste Oeste Sul

Quais dos seguintes itens são utilizados para ajustar o controle de temperatura em seu escritório?

Persianas Aquecedor portátil Ventilador portátil Janelas
 Ar condicionado único Saídas de ar ajustáveis Ventilador de teto
 Outro:.....

A ventilação existente é feita mecanicamente ou naturalmente?

Mecanicamente Naturalmente Mista

É proibido fumar dentro da edificação?

Sim Não

SEÇÃO 2: AVALIAÇÃO DE CONFORTO

As seguintes questões referem-se as condições atuais e ao conforto pessoal no exato momento de preenchimento deste questionário

DATA:...../...../.....

HORA:..... hmin

Preencha com um “X” de acordo com o seu nível de satisfação referente a cada item discriminado:

	Muito satisfeito	Satisfeito	Pouco Satisfeito	Neutro	Pouco insatisfeito	Insatisfeito	Muito insatisfeito
Conforto térmico/Temperatura atual							
Conforto acústico/Nível de ruído							
Conforto luminoso/ Qualidade de iluminação							
Conforto ambiental/Qualidade do ar							
Limpeza do edifício							

Use este espaço para descrever os motivos das áreas insatisfeitas:

Você se sente cansado durante o dia de serviço?

Sim Não

Se sim, quantas horas de desconforto aproximadamente por dia?.....

SEÇÃO 3: CONFORTO SAZONAL, VERÃO E INVERNO

A próxima seção refere-se a percepção de conforto térmico no seu escritório durante os meses de verão e inverno somente.

Nos meses de inverno, quão satisfeito você está com a temperatura dentro do escritório?

- Muito satisfeito
 Satisfeito
 Pouco satisfeito
 Neutro
 Pouco insatisfeito
 Insatisfeito
 Muito insatisfeito

Se insatisfeito, você descreveria como:

- Muito quente Muito frio

Nos meses de verão, quão satisfeito você está com a temperatura dentro do escritório?

- Muito satisfeito
 Satisfeito
 Pouco satisfeito
 Neutro
 Pouco insatisfeito
 Insatisfeito
 Muito insatisfeito

Se insatisfeito, você descreveria como:

- Muito quente Muito frio

SEÇÃO 4: QUALIDADE DO ESPAÇO INTERNO

Quão satisfeito você está com a qualidade do seu escritório?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Pouco satisfeito
- Neutro
- Pouco insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

Há medidores de CO₂ dentro da edificação?

- Sim
- Não
- Não sei

Você consegue visualizar uma janela para o ambiente externo no seu local de trabalho?

- Sim
- Não

Você considera que seu ambiente de trabalho é bem iluminado naturalmente?

- Sim
- Não

Há a possibilidade de controle do nível de luminosidade de sua estação de trabalho?

- Sim
- Não

Você tem acesso a janelas operáveis?

- Sim
- Não

Há o fácil acesso ao controle de temperatura em seu escritório?

- Sim
- Não

Se insatisfeito com a qualidade do ambiente em que se encontra, quais são os motivos?

- Muito pequeno
- Pouca luz solar
- Sem janelas operáveis
- Qualidade do ar baixa
- Sem janelas
- Baixo isolamento acústico

SEÇÃO 5: CERTIFICAÇÃO LEED

Você tem consciência de estar em um edifício certificado por uma organização norte americana que preza a eficiência de uma construção sustentável englobando desde sua construção até o consumo de energia e água, além do destino dos resíduos gerados?

- Sim
- Não