



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

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

PIETRO ANDRADE PASTRO

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
pietropastro@hotmail.com

VANESSA NAHHAS SCANDELARI

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
vrnahhas@gmail.com

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

A indústria da construção civil vem adotando políticas, práticas e sistemas construtivos mais eficientes visando a redução do emprego de recursos naturais tanto na produção como na operação de edificações. Desta forma, o conceito de “edifícios verdes”, nos quais se pretende aliar valor imobiliário, conforto, funcionalidade ao baixo consumo de água, energia e demais recursos naturais, vem ganhando espaço. Para orientar e qualificar o desempenho destes edifícios, o órgão não governamental norte americano *U.S Green Building Council* desenvolveu um sistema internacional de certificação voluntária, denominado LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*). Neste sentido, tomando como base os princípios preconizados pela certificação LEED, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar o nível de satisfação e conforto de usuários que laboram em empreendimentos comerciais certificados pelo LEED. Por meio da aplicação de questionários junto a trinta pessoas atuantes em três diferentes edifícios comerciais certificados LEED, localizados na cidade de Curitiba-PR, pôde-se avaliar o nível de conforto térmico e a qualidade do ar em ambientes de trabalho, sob a perspectiva do usuário.

Palavras-chave: Construções Sustentáveis. Conforto. Certificação LEED

LEED CERTIFICATION EFFECTIVENESS CHECK REGARDING THE THERMAL CONFORT UNDER THE USER PERSPECTIVE OF THE BUILDING

The construction industry has adopted practices, policies and more efficient buildings aimed at reducing the use of natural resources both in production and building operation. As a result, the concept of "green buildings" in which is combined real estate value, comfort, low consumption of water and energy, is becoming more popular. To guide and enhance the performance of these edifications, the North American non-governmental agency US Green Building Council developed an international voluntary certification system called LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). In this sense, based on the principles recommended by the LEED Certification, the present study aims to evaluate the level of satisfaction and comfort of users who work in commercial buildings certified by LEED. Through the application of questionnaires to thirty people active in three different office buildings LEED certified, located in the city of Curitiba-PR, it was possible to assess the level of thermal comfort and air quality in the workplace, from the perspective of user

Keywords: Sustainable Buildings. Comfort. LEED Certification.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade encontra-se atualmente em ritmo constante de crescimento populacional e habitacional, gerando preocupações com relação à eficiência na utilização de espaços para novas construções, bem como com relação aos recursos naturais utilizados para tal fim. Frente aos impactos causados pela extração de recursos naturais e pela inadequada geração e disposição de resíduos no meio ambiente (JOHN, 2000), surge um novo nicho para a evolução das edificações denominado como construções sustentáveis.

O Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) define a construção sustentável como “o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CIB, 2002, p.8).

Sendo um dos precursores desta filosofia, o *United States Green Building Council* (USGBC) foi criado em 1993 com a intenção de propor um conjunto de diretrizes que auxiliassem na comprovação da eficácia de qualquer sistema construtivo. Este órgão tem como missão transformar o mercado através do programa de certificação denominado *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED).

No Brasil, o *Green Building Council* (GBC) é representado pelo *Green Building Council Brazil* (GBC Brasil), sendo este um dos membros do *World Green Building Council* (WGBC). Em uma ótica global, o Brasil encontra-se apenas atrás dos Estados Unidos, China e Emirados Árabes Unidos em número de edifícios detentores do selo de certificação LEED.

Apesar de ser o quarto colocado em número de edificações certificadas, o processo de verificação de edificações sustentáveis LEED é relativamente novo no mercado da construção civil brasileira, gerando ainda certa desconfiança nas partes interessadas com relação a sua eficácia, fato que a presente pesquisa pretende investigar. Neste sentido, visando averiguar a efetividade das medidas implantadas em relação ao bem-estar do indivíduo e o controle das variáveis relacionadas ao conforto térmico, este trabalho tem como objetivo verificar se ocorre melhoria significativa na qualidade do ambiente de trabalho em edifícios certificados LEED, sob a perspectiva do usuário.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para fundamentar a presente pesquisa, efetuou-se um resgate de conceitos acerca dos temas sustentabilidade e conforto térmico na construção civil.

2.1 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 segundo a frase forjada pela primeira ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, como sendo: [...] é o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (WCED, 1987, p. 12).

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 sócio-ambientalmente ético e justo é o que defendem os preceitos da sustentabilidade apresentados na Figura 1:

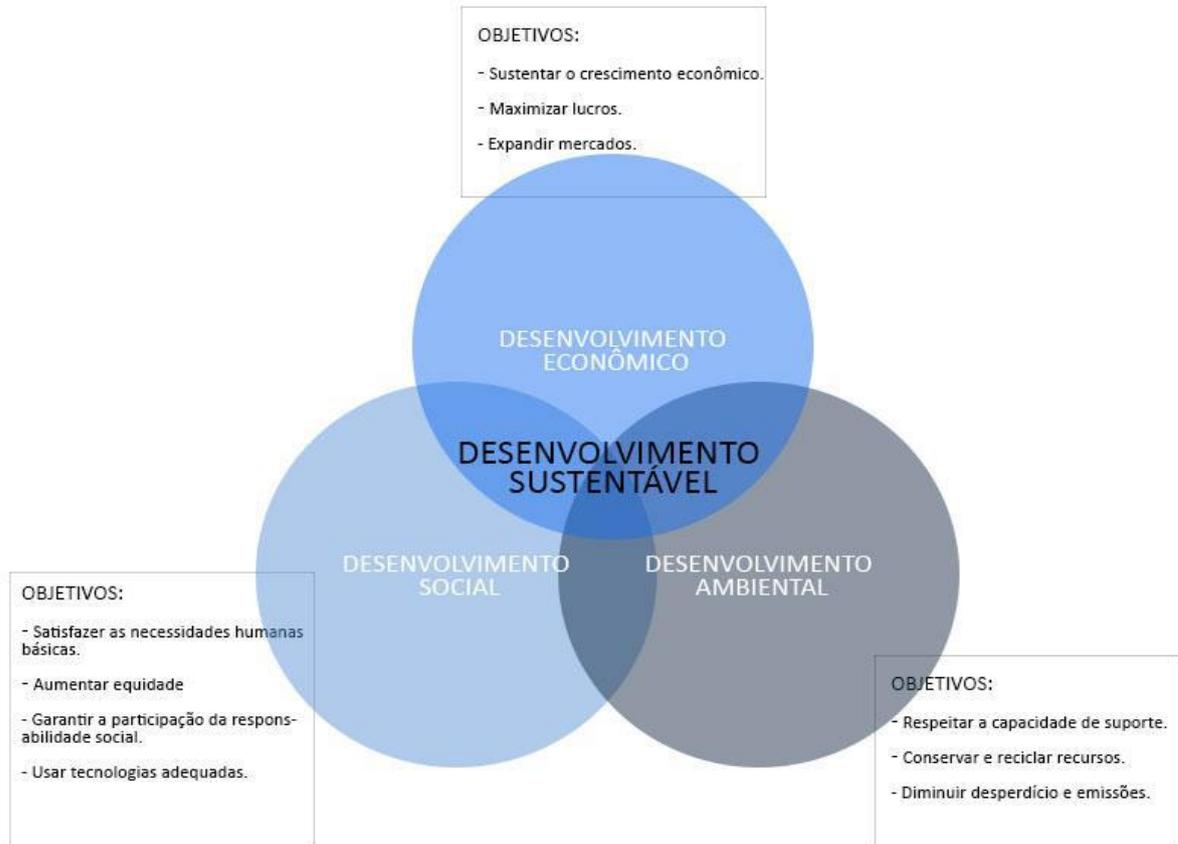


Figura 1: Relação entre as bases da sustentabilidade
FONTE: Adaptado de ICLEI, 1996, apud SCANDELARI (2011)

2.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

No plano conceitual, as empresas construtoras encontram uma série de alternativas para tornar as edificações mais sustentáveis, tanto na fase de produção (construção), quanto na fase de operação (habitação). Dentre as possibilidades encontram-se a aplicação dos preceitos propostos pelo sistema pelo sistema LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) de origem americana, o qual é abordado nesta pesquisa.

Indicadores de sustentabilidade das edificações devem incluir os aspectos ambientais, econômicos e sociais, ou seja, eles precisam 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 também às condições locais. Entretanto, o fator econômico demonstra ser ainda um fator decisivo de escolha, mas a responsabilidade socioambiental adentra como meio de controle dos interessados em todo o processo (CARVALHO; SPOSTO, 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, durante a fase de uso e operação das edificações.

2.3 O SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO LEED

O sistema *LEED* promove uma abordagem global da construção, reconhecendo seis áreas-chave relacionadas à saúde ambiental e humana, listadas no Quadro 1.

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.

Quadro 1 – Áreas-chave do LEED

Fonte: adaptado de GBC (2014); USGBC (2014)

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 a saber: *Certified* (40-50), *Silver* (51-60), *Gold* (61-80) e *Platinum* (81-110) (USGBC, 2014).

Na presente pesquisa, a certificação LEED foi 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 USGBC disponibiliza um *scorecard* deste sistema, conforme ilustrado na Figura 2.

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 2: *Scorecard Core&Shell*
FONTE: USGBC, 2014

2.4 CONFORTO TERMOACÚSTICO EM EDIFICAÇÕES E A CERTIFICAÇÃO LEED

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.

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.

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 (1):

$$PMV = G(T, \phi, TRM, V, M, ICL) \quad (1)$$

onde os parâmetros ambientais são a temperatura T , a umidade relativa ϕ , a temperatura radiante média Trm a velocidade do ar V . Os parâmetros individuais são os índices de atividade M e vestimenta Icl .

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. O Quadro 2 ilustra a relação entre o valor do PMV e a sensação térmica do indivíduo. Também neste quadro 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

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

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).

Sendo assim, para um edifício ser considerado saudável deve-se possuir 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 critérios apresentados pela certificação LEED, apenas a relacionada com a qualidade do ambiente interno está estritamente relacionada com o conforto térmico do usuário. 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.

Há vários créditos disponíveis dentro da certificação LEED, bem como os pré-requisitos, que estão dispersos em diferentes ramos da construção da edificação e visam verificar critérios de sustentabilidade. Porém, a grande diferença 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, de acordo com a versão Core & Shell, há um máximo de doze pontos que podem ser alcançados em 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, conforme exposto no Quadro 3.

Qualidade Ambiental Interna		12 Pontos
Pré-requisito 1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno	Requisito
Pré-requisito 2	Controle da fumaça do cigarro	Requisito
Crédito 1	Monitoração do Ar Externo	1
Crédito 2	Aumento da Ventilação	1
Crédito 3	Plano de Gestão de Qualidade do Ar , Durante a Construção	1
Crédito 4.1	Materiais de Baixa Emissão , Adesivos e Selantes	1
Crédito 4.2	Materiais de Baixa Emissão , Tintas e Vernizes	1
Crédito 4.3	Materiais de Baixa Emissão , Carpetes e sistemas de piso	1
Crédito 4.4	Materiais de Baixa Emissão , Madeiras Compostas e Produtos de Agrofibras	1
Crédito 5	Controle interno de poluentes e produtos químicos	1
Crédito 6	Controle de Sistemas , Conforto Térmico	1
Crédito 7	Conforto Térmico , Projeto	1
Crédito 8.1	Iluminação Natural e Paisagem , Luz do dia para 75% dos espaços	1
Crédito 8.2	Iluminação Natural e Paisagem , Vistas para 90% dos espaços	1

Quadro 3: Créditos e pontuação do IEQ

Fonte: Scorecard LEED Core&Shell 2009

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar os objetivos expostos no início deste trabalho, estabeleceu-se um processo de verificações acerca dos 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.

Inicialmente, foram escolhidos três edifícios situados na cidade de Curitiba-PR que fossem certificados em qualquer um dos níveis da escala estabelecida pelo sistema LEED. Em cada um dos edifícios, usuários da edificação foram aleatoriamente convidados para participar da pesquisa, obtendo-se a colaboração de trinta pessoas.

Um questionário contendo perguntas sobre conforto do usuário durante seu período de permanência dentro da edificação foi aplicado. O referido questionário visou contemplar todas as áreas abordadas pelo LEED referentes ao capítulo de qualidade do ambiente interno.

Após coletados, os dados foram analisados em conjunto e comparativamente, sendo as edificações discriminadas como A, B e C.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS

Edificação A - Localizada na Rua Mariano Torres no centro de Curitiba, a edificação “A” 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.

Edificação B - Localizado na Avenida Iguazu, esta edificação alcançou em julho de 2014 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, obtendo o nível GOLD. 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 dentre os 12 pontos disponíveis.

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

Edificação C - Localizado na Rodovia BR116, o edifício “C” 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

4.2 PERFIL DO USUÁRIO

Analisando-se o perfil do usuário nas edificações, o mesmo foi estratificado em relação a sexo, idade, tempo de permanência diário na edificação e, conforme dados expostos nas Tabelas 1, 2 e 3.

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

Tabela 1: Número de entrevistados por edificação

Fonte: Autoria própria

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 2 e Tabela 3:

Edificação	20-35	36-50	50+
A	6	3	2
B	10	3	0
C	3	3	0
Total	19	9	2

Tabela 2: Idade dos usuários entrevistados

Fonte: Autoria própria

Edificação	6-7	7-8	8+
A	7	0	4
B	2	0	11
C	0	1	5
Total	9	1	20

Tabela 3: Número de horas dentro da edificação

Fonte: Autoria própria

4.3 CONTROLE DE TEMPERATURA E ANDAR DO AMBIENTE DE TRABALHO

Dentre as respostas dos entrevistados pôde-se perceber que nos edifícios estudados o controle da temperatura permanece sendo feito em sua maioria pelos sistemas de ar condicionado central. 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.

Outra característica obtida com a coleta das amostras foi a predominância dos usuários nos andares mais próximos do térreo (Tabela 4). 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	1-4	5-9	10+
A	9	0	2
B	13	0	0
C	5	1	0
Total	27	1	2

Tabela 4: 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 conseqüentemente 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.

4.4 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, a qual obteve 5 pontos, seguida da edificação B com 4 pontos e por último a edificação C com somente 2 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 questionado no exato momento de preenchimento do questionário observaram-se os resultados apresentados no Gráfico 1:

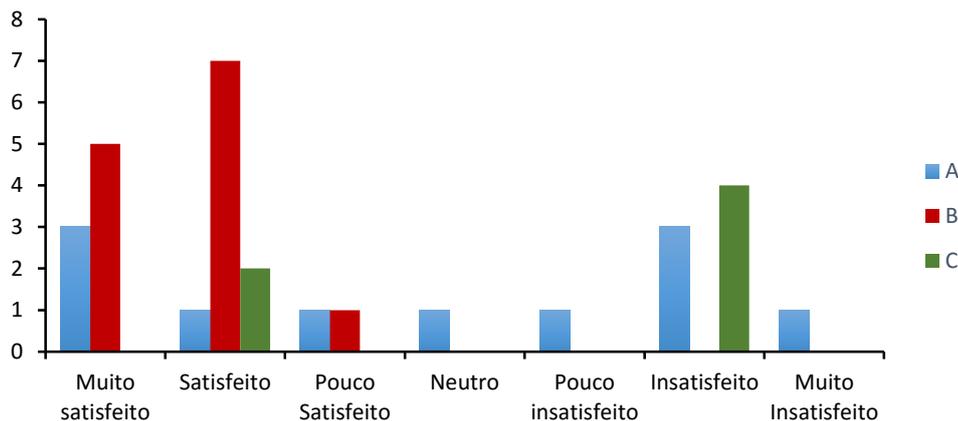


Gráfico 1: Nível de conforto térmico
Fonte: Autoria própria

Percebe-se através do Gráfico 1 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 a 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.

Muito similar ao conforto térmico, a qualidade do ar dentro da edificação retornou os seguintes resultados expressos no Gráfico 2:

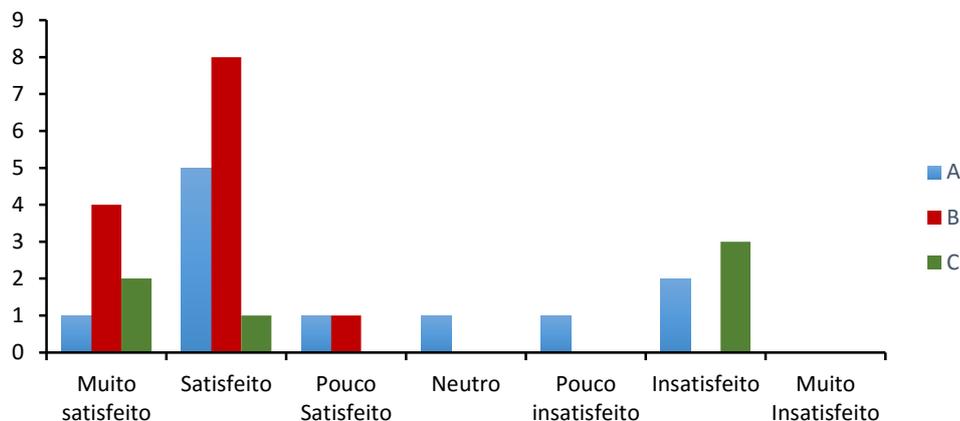


Gráfico 2: Satisfação dos usuários com a qualidade do ar interno
Fonte: Autoria própria

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.

4.5 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 3:

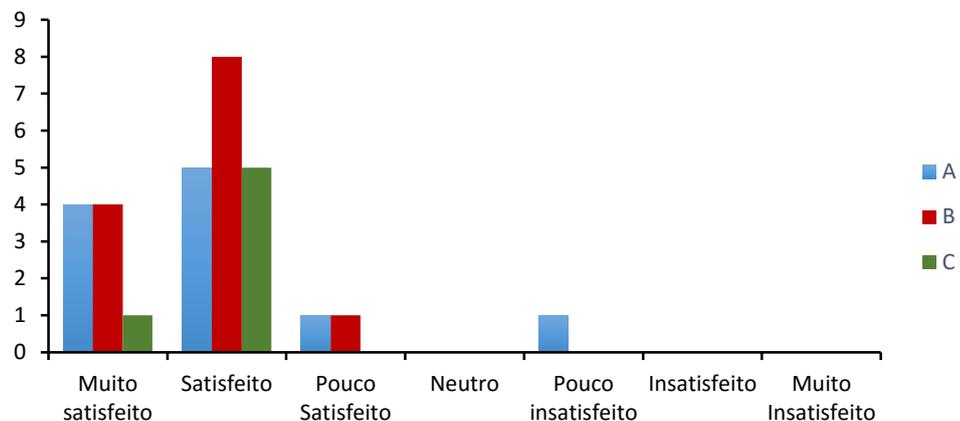


Gráfico 3: Satisfação dos usuários com o conforto acústico apresentado
Fonte: Autoria própria

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 de o ruído externo adentrar as zonas de trabalho dos usuários.

4.6 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 4:

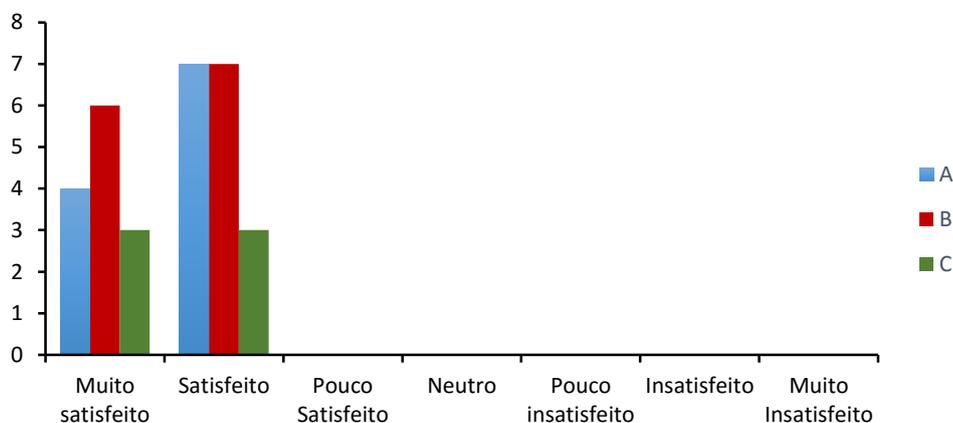


Gráfico 4: Satisfação dos usuários com o conforto luminoso apresentado
Fonte: Autoria própria

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.

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.

4.7 HORAS DE CANSAÇO *VERSUS* HORAS TRABALHADAS

O objetivo deste item 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 3, 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 5:

Usuários que permanecem mais de 7 horas dentro da Edificação

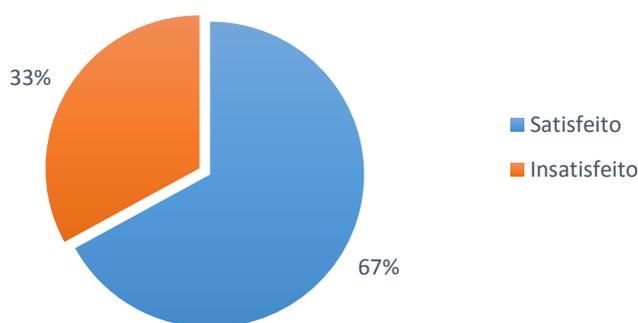


Gráfico 5: Porcentagem de indivíduos satisfeitos e insatisfeitos
Fonte: Autoria própria

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 percentual 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.

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 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.

Deve-se lembrar de que no momento da entrevista, a edificação B tinha recentemente obtido 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

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 atendimento de todos os créditos relacionados à qualidade do ambiente interno.

Por outro lado, os tópicos da discussão que são relacionados ao conforto luminoso e conforto acústico apresentaram resultados bastante satisfatórios.

Dentre as edificações estudadas a única que retornou desempenho satisfatório 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.

Ressalta-se que esta pesquisa foi executada no período de inverno, havendo a possibilidade de mudanças do padrão de respostas do questionário se efetuada a mesma pesquisa durante outra época do ano.

Referente à categoria de qualidade do ambiente interno, observa-se que parte dos créditos estão relacionados à 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.

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

6. REFERÊNCIAS

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.

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.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB). **Agenda 21 on Sustainable Construction.** CIB Report Publication 237. Rotterdam, CIB, 1999.

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.

FANGER, P. O. **Calculation of thermal comfort: Introduction of a basic comfort equation.** *ASHRAE Transactions*, 73(2), III4.1-III4.20. (1967)

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.

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

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção: Uma contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Escola Politécnica, USP, 2000. (Tese de Livre Docência)

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

SCANDELARI, V. R. N.. **Inovação e Sustentabilidade: Ambidestrabilidade 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.

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.

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