



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES HOSPITALARES NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

**Antonio Victor Rodrigues Lobo (1); Fernando Henrique Rodrigues Lobo (2); Daniel
Costa dos Santos (3)**

- (1) Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – Universidade Federal do Paraná, Brasil –
e-mail: avrlobo@gmail.com
- (2) Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – Universidade Federal do Paraná, Brasil –
e-mail: fhrlobo@gmail.com
- (3) Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – Universidade Federal do Paraná, Brasil –
e-mail: dhsantos@ufpr.br

RESUMO

Os hospitais são edificações extremamente complexas com grande fluxo de usuários (funcionários, pacientes e visitantes) em constante mutação, pois sempre estão em reformas para se adequar às novas exigências técnicas, operacionais e tecnológicas dos processos e procedimentos médico-hospitalares. As edificações hospitalares têm papel significativo na sociedade, pois apresentam importância na esfera social, econômica, tecnológica, política, religiosa e ambiental. Esta última ganha destaque no cenário do final do século XX e início do XXI, pois as atividades antropogênicas estão alterando o meio ambiente natural e contribuindo para as mudanças climáticas globais. Verifica-se a necessidade dos hospitais apresentarem melhor desempenho ambiental, a fim de atenderem à demanda social, às exigências legais e normativas, com o foco de se tornarem mais sustentáveis. Entre as abordagens para mensurar o desempenho ambiental foram desenvolvidos os métodos de avaliação de sustentabilidade em edificações como o BREEAM, LEED, HQE, GBC e AQUA. O aval desses sistemas permite afirmar que o prédio certificado é mais eficiente e provoca menores impactos ambientais, ou seja, traz implícita a ideia do uso mais racional dos recursos naturais com objetivo de alcançar a sustentabilidade. Verificou-se ainda uma lacuna em um sistema nacional de avaliação de sustentabilidade com foco regional e em hospitais. Dentro deste contexto, a pesquisa propõe uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade ambiental para edificações hospitalares. Por meio do processo de análise hierárquica e matrizes comparativas (quantitativa e qualitativa) desses métodos internacionais e iniciativas nacionais, foi desenvolvida uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental para hospitais. O recorte geográfico a Região Metropolitana de Curitiba (RMC), é justificado por esta apresentar características climáticas, culturais e tecnológicas distintas do restante do país. O método desenvolvido é baseado em uma lista de verificação com sua estrutura dividida em dez categorias, e se desdobra em 87 subcategorias que determinam metas a serem cumpridas para permitir pontuação. A ferramenta considerou aspectos específicos das edificações hospitalares, da RMC e dos métodos existentes com o objetivo de propor requisitos de legislação, normativos e de desempenho. A proposta foi aplicada em um estudo de caso piloto, que proporcionou melhorias na abordagem em duas de aplicações posteriores, caracterizando a pesquisa como um estudo de caso múltiplo. Apenas um dos três hospitais analisados conseguiu atingir a classificação mínima da ferramenta de avaliação de sustentabilidade ambiental. As principais contribuições desta pesquisa visam selecionar as categorias e os requisitos a serem avaliados para medir a sustentabilidade em hospitais e seus respectivos níveis de referência de desempenho ambiental. O trabalho também fomenta o debate sobre o desenvolvimento de ferramenta de avaliação de sustentabilidade ambiental em edificações em cada região do Brasil e por tipo de uso do edifício.

Palavras-chave: métodos de avaliação ambiental em edificações, sustentabilidade, projeto de hospital, arquitetura hospitalar, hospital.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Sustentabilidade na construção civil

A preocupação com o meio ambiente é intensificada pela opinião pública mundial nos meados do século XX, impulsionada pelo esgotamento de algumas matérias-primas e principalmente pela crise do petróleo em 1973 (HARVEY, 1989; DENIS, 2000; ZAMBRANO, 2004).

A construção civil apresenta um papel fundamental para o desenvolvimento sustentável (HALLIDAY, 1997). Sua relevância sobre os aspectos sociais, ambientais e econômicos são pontos-chave para o cumprimento da Agenda 21 decorrente da Eco-92 no Rio de Janeiro e do Protocolo de Kyoto de 1997. Entre estes aspectos cita-se que ela ocupa 8,85% dos trabalhadores registrados no país, absorve produtos de outras indústrias e representa aproximadamente 16% do PIB brasileiro (SINDUSCON, 2008).

Porém, o setor da construção produz grandes impactos ambientais como os citados por: Silva (2003), e Tavares (2006), que apontam como impactos desta indústria: uso de 50% dos recursos naturais, consumo de 2/5 da energia produzida, produção de 40% das emissões dos gases responsáveis pelo efeito estufa e geração de 55% dos resíduos sólidos.

A escassez de terrenos e insumos, juntamente com a demanda da sociedade por prédios ambientalmente mais sustentáveis leva o mercado imobiliário a rever suas diretrizes, como elevar a preocupação da imagem das empresas com meio ambiente (ABRÃO, 2007).

Lobo e Lobo (2008) apontam quatro razões pela busca de sustentabilidade na construção civil:

- Matérias-primas: A redução de jazidas e a crescente demanda por insumos de materiais de construção elevam os custos de produção.
- Desperdício: O índice geral de perdas de material de construção civil é em torno de 20%. Diminuir o desperdício reduz custos e impactos ao meio ambiente (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).
- Valorização do produto: A edificação que possui enfoque na sustentabilidade é um produto com maior valor agregado. Tem maior valorização comparada a uma edificação sem esta preocupação.
- Eficiência: Menor gasto com manutenção e operacionalização da edificação.

1.2 Sustentabilidade em edificações hospitalares

As edificações hospitalares possuem uma complexa setorização e uma emaranhada rede de fluxos tanto de usuários como de insumos. O hospital é um organismo dinâmico em constantes transformações espaciais, com o objetivo de se adequar às novas exigências técnicas, administrativas e legais (MIQUELIN, 1992; KARMAN, 1994; MASCARÓ, 1995; GÓES, 2004). Os hospitais são edificações que apresentam significativo uso de recursos naturais para sua execução e operação.

Em relação à questão energética, os hospitais apresentam-se como grandes consumidores de energia e também necessitam de sistemas capazes de geração própria de energia (BRASIL, 2002). Estima-se que o consumo anual de energia em hospitais é de 48,54 GWh anuais (SILVEIRA, 2008). Mello (1997) realizou uma pesquisa em 15 hospitais de Curitiba e verificou que o consumo de hospitais de grande porte apresenta a relação de 200 KWh/mês por leito e de 5,93 KWh/mês por metro quadrado. Calcula-se que entre 20% e 44% da energia destinada às edificações hospitalares poderia ser conservada, pela troca de equipamentos, sistema de iluminação e de climatização (SOARES, 2004).

A crise energética que ocorreu no Brasil no ano de 2001 corrobora que a questão de uso de energia é fundamental para a busca de uma arquitetura hospitalar sustentável. O custo da energia no Brasil subiu cerca de 150% no período entre 2001 a 2006, enquanto no mesmo período o Índice Geral de Preço – Mercado (IGPM) mostrou um crescimento de 60% (SILVEIRA, 2008). Duarte et al. (2008) indicam que o custo com energia dos hospitais chega em média a representar 23,7% dos gastos de operação e manutenção, devido ao uso diário e a equipamentos que demandam grande potência.

O consumo de água em hospitais é relevante. Adota-se para o dimensionamento o consumo em média de 200 litros/dia por leito hospitalar, porém, como apontado por Salermo et al. (2004), os índices de consumo de água por leito de hospitais citados na literatura variam de 250 a 600 litros/leitos x dia. Entretanto, há perspectivas de melhorias. Como exemplo, cita-se a redução do consumo da água no INCOR de 39,3% após a implementação do Programa de Uso Racional da Água (PURA), conforme o Boletim da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999).

Spina (2005) aponta que apesar dos resíduos de serviço de saúde representar apenas 2% do total de resíduos na RMC, estes resíduos oferecem grande perigo a saúde e ao meio ambiente. Ao considerar o volume de 1,6kg de resíduos gerados por leito hospitalar, geração de resíduos na taxa de 260 toneladas por dia.

O tamanho do mercado de novas construções hospitalares nos EUA em 2007 foi de 23,7 bilhões de dólares com uma metragem construída em mais de dez milhões de metros quadrados (GGHC,2010). O Fundo Nacional de Saúde do Ministério da Saúde do Brasil gastou entre investimentos em obras novas, ampliações e equipamentos aproximadamente 222 bilhões de reais no ano de 2009 (BRASIL,2010).

Seja pela demanda da sociedade, pela competição entre os estabelecimentos de saúde e exigências legais e normativas os hospitais têm como desafio no início do século XXI de se tornarem mais sustentáveis.

1.3 Métodos de avaliação ambiental em edificações

As iniciativas de mensurar o nível de sustentabilidade da edificação visam esclarecer critérios e parâmetros objetivos do desempenho de edificações, trazendo tacitamente inclusa a busca de um desenvolvimento sustentável (SILVA, 2003).

Diversos métodos são amplamente discutidos para avaliar a diminuição dos danos ao meio ambiente, visando à geração de políticas que valorizem técnicas que representem menor impacto. Entre estas, cita-se: a Análise do Ciclo de Vida (ACV) utilização de materiais e técnicas mais eficientes e menos poluidores; e os sistemas de avaliação e classificação por desempenho ambiental e de sustentabilidade (SILVA, 2003).

O método que vem mais se popularizando na área da construção civil é o uso de selos de certificação ambiental, pois com este pode ser atribuído o termo de edifício sustentável e também utilizado como um instrumento que agrega valor aos empreendimentos certificados (LOBO et al., 2009a). Essas ferramentas permitem linhas guias para avaliação de edificações com as absorções dos impactos em listas de verificações que por sua vez são um instrumento mais prático ao dinâmico setor da construção civil (SILVA, 2003).

Os métodos têm objetivos semelhantes, tais como a redução de impacto ambiental provocado pelas edificações durante seu ciclo de vida, com a finalidade de diferenciar os prédios com a abordagem sustentável dos prédios convencionais, e que o empreendimento tenha a adoção voluntária ao método de avaliação ambiental (SILVA, 2003). Independente da metodologia, os métodos de avaliação ambiental trazem intrinsecamente o ideal de encorajar a demanda do mercado para edificações com melhor desempenho ambiental (ABRÃO, 2007).

A maioria dos métodos de avaliação ambiental é baseada na obtenção de pontos por meio de uma lista de verificação preestabelecida pela organização responsável pela ferramenta de avaliação ambiental. Críticas são exercidas sobre essa estratégia, principalmente sobre a possibilidade de que o simples atendimento ao *check list* permita que o prédio seja certificado como sustentável. O cerne da questão é que a edificação pode atender aos requisitos exigidos, mas não obter um melhor desempenho global (COLE,1999;2005; ABRÃO, 2007; DING,2008;FOSSATI, 2008).

No Brasil, a avaliação de sustentabilidade ambiental em edificações ainda está em fase inicial, estando mais em debate no meio acadêmico e na importação de metodologias existentes do exterior para a realidade brasileira (LOBO et al., 2009a e b).

As barreiras encontram-se em diversos campos: a indústria nacional não possui um banco de dados com as informações necessárias, há carência de leis e normas de referência; também existe grande heterogeneidade geográfica no território brasileiro. Destacam-se as seguintes pesquisas nacionais que abordaram em seus trabalhos a questão de metodologia de avaliação ambiental em edificações: Silva (2003), Zambrano (2004), Sampaio (2005), Patrício (2005), Abrão (2007), Fossati (2008) e Lobo e Lobo (2008), Lobos et al.(2009a e b), Lobo (2010).

No mercado brasileiro atuam três sistemas de certificação ambiental. O LEEDTM, o AQUA que é baseado no sistema de certificação ambiental francês HQE e o PROCEL Edifica. O sistema GBC também foi adaptado a realidade nacional pela base brasileira com estudo sobre o edifício Ufficio 2000 (SILVA, 2003). O quadro a seguir apresenta as propostas para o cenário brasileiro.

Quadro 2 – Propostas para o cenário brasileiro

Método	Comentário
LEED	Aplicação do sistema estado-unidense para a realidade brasileira.
AQUA	Adaptação do sistema HQE para o cenário brasileiro.
GBC	Adaptação do GBC a realidade brasileira.
Silva	Proposta de bases metodológicas para um sistema de avaliação ambiental em edifícios comerciais.
Zambrano	Proposta de avaliação ambiental aliando os métodos de avaliação ambiental em edificações ao Sistema de Gestão Ambiental.
Sampaio	Proposta de avaliação para edificações hospitalares em sustentabilidade, conforto e qualidade.
Patrício	Proposta de adaptação do LEED para a realidade da Região Nordeste do Brasil.
Abrão	Sistema de avaliação e classificação do desempenho ambiental brasileiro em edificações comerciais.
Fossati	Proposta de um método de avaliação de sustentabilidade em edificações comerciais.
Lobo e Lobo	Proposta de avaliação de sustentabilidade em edificações públicas.

FONTE: Lobo(2010)

Justifica-se a criação de um método de avaliação específico para a região pelo seu clima diferenciado. Classificado pela NBR-15.220, que estabelece o Zoneamento Climático Brasileiro, Curitiba está inserida na ZR1 definida como área de clima temperado. Esta zona bioclimática tem apenas 0,8% do território brasileiro, basicamente composta da Serra Gaúcha e Catarinense, Sudoeste Paranaense e a RMC, apresentando invernos rigorosos e verões mais amenos (ABNT, 2003).

A RMC é composta por 26 municípios com população total de 3.166.273 habitantes e tem Curitiba, sua metrópole, como seu centro econômico e político. A capital paranaense ficou reconhecida mundialmente pelas suas soluções urbanas, sobretudo o seu sistema de transporte coletivo integrado e qualidade de vida com IDH 0,856. Curitiba possui o sétimo PIB municipal do Brasil (IPPUC, 2009).

Lamberts, Dutra e Pereira (2004) indicam a utilização de estratégias de uso passivo de energia solar para o aquecimento do ambiente construído com intuito de evitar a grande amplitude térmica acima de 8°C, muito comum na Região de Curitiba. A média de temperatura medida pelo Instituto Tecnológico - Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), entre os anos de 2001 e 2006, foi de 16,9°C abaixo das temperaturas de 22° e 25°C e com umidade relativa do ar entre 40% a 65%, consideradas temperaturas e umidade relativa para o conforto higrotérmico (SIMEPAR, 2009).

A decisão neste foco leva em consideração o objetivo desta pesquisa, que é aplicar parâmetros para o uso de conceitos que permitam uma melhoria na construção e na operacionalização dos edifícios hospitalares da região de Curitiba. A sustentabilidade em seu aspecto ambiental necessita do clima e de localização para possibilitar estudo das edificações em questão. O *International Initiative for a Sustainable Built Environment* (iiSBE) oriundo do *Green Building Challenge* (GBC), também indica, além do clima, fatores culturais, tradições construtivas e tecnologia disponível na região.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é demonstrar aplicação de um sistema de avaliação de sustentabilidade para hospitalares na Região Metropolitana de Curitiba e aplicá-lo em três hospitais de grande porte e de alta complexidade.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A análise dos métodos de avaliação analisados e a definição da estrutura de avaliação e dos critérios de ponderação como recomendado por Silva(2003) incluem as seguintes etapas:

- Levantamento de iniciativas para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade e de estruturas analíticas utilizadas;
- Levantamento de métodos de avaliação ambiental de edificações e com análise de suas estruturas;
- Estabelecer o cruzamento de dados entre os sistemas de avaliação ambiental de edificações através de matrizes de comparação por indicadores de sustentabilidade;
- Discussão do processo de análise hierárquica Processo de Análise Hierárquica – AHP (*Analytic Hierarchy Process*) - como alternativa para derivação do critério de produção;
- Definição de um modelo preliminar de avaliação.

As categorias dos métodos de avaliação ambiental em edificações englobam aspectos como: uso do solo, energia, água, materiais e qualidade do ambiente interno relacionados à saúde e conforto dos seus usuários. A agenda local determina o grau de detalhamento dos sistemas, assim como define o nível de referência a ser atendido (ABRÃO, 2007).

Os métodos de avaliação ambiental que têm o enfoque no desempenho ambiental da edificação são o GBC, o CASBEE e SBAT. Essas três metodologias também avaliam, além da parte ambiental do prédio, seus aspectos econômicos, com destaque ao SBAT, que ainda busca verificar aspectos sociais (FOSSATI, 2008).

O GBC também se diferencia por ter um caráter mais científico que os demais, e não estar direcionado ao mercado. O GBC ainda utiliza a ACV como critério de pontuação. O GBC auxilia na construção de uma base referencial para o desenvolvimento e aprimoramento técnico e científico de outros métodos de avaliação ambiental em edificações (SILVA,2003; ABRÃO,2007).

O quadro 1 compara categorias dos principais métodos de avaliação ambiental discutidos neste trabalho. Apesar dos escopos serem diferenciados, verifica-se uma grande linha em comum entre todos os métodos de avaliação. As categorias relacionadas ao uso do terreno, água, energia, materiais, saúde e conforto aparecem em todos os métodos de avaliação. Nota-se, ainda, que alguns métodos não correspondem ao nome da coluna, mas seus subitens estão contemplados, como é o caso do LEED, que apresenta como categorias Energia e Atmosfera, no qual apresenta as emissões de carbono que nesta análise foram inseridas na categoria Poluição.

Quadro 1 – Indicadores de sustentabilidade

Categorias	Indicadores de sustentabilidade									
	BREEAM	LEED	HQE	GBC	CASBEE	GREEN STAR	SBAT	Silva	Abrão	Fossati
Uso e ocupação do solo										
Gestão do uso de energia										
Gestão do uso da água										
Materiais										
Poluição										
Transporte										
Saúde e conforto										
Gestão do empreendimento										
Inovações										
Aspectos econômicos										

FONTE: Adaptado Lobo et al.(2009a)

A categoria relativa às inovações aparece em três dos sistemas da avaliação analisados: o LEED, Green Star e Abrão. O mesmo ocorre com a categoria de aspectos econômicos presentes nos GBC, Silva e SBAT. Destaca-se, ainda, que o GBC, SBAT e Silva apresentam grupos de avaliação de fundo social.

Silva (2003) comenta que a subjetividade e as tradições construtivas e a agenda ambiental da região de origem da metodologia estão presentes em todos os métodos de avaliação ambiental de edificações, pois se baseiam em critérios empíricos e pela inexistência de banco de dados confiáveis para a primeira definição de benchmarkings.

Tabela 1 – Pontuação básica padrão dos métodos de avaliação ambiental em edificações em percentagem ao total de pontos possíveis

Categorias	Métodos de Avaliação Ambiental (%)						
	BREEAM	LEED	GBC	CASBEE	GREEN STAR	Abrão	Lobo e Lobo
Uso e ocupação do solo	10	20	8,8	3	6,2	7,5	⁽³⁾ 9,94
Gestão do uso de energia	19	⁽²⁾ 25	4	9,1	18,6	15,1	5,43
Gestão do uso da água	6	7	4	9,6	10	13,2	4,52
Materiais	⁽¹⁾ 20	19	12	21,1	15,5	18,9	6,78
Poluição	10		16,2	1,2	10,8	11,3	4,97
Transporte	8				8,5	5,7	1,36
Saúde e conforto	15	22	23	22,4	20,9	20,8	33
Gestão do empreendimento	12		22	33,6	9,3	5,7	16,5
Inovações		7			0,2	1,9	1,00
Aspectos econômicos			10				16,5
Total	100	100	100	100	100	100	100

FONTE: Lobo(2010)

(1) BREEAM – A versão do BREEAM 2008 dividiu a categoria de matérias em material com 12,5 pontos e desperdício com 7,5 pontos.

(2) LEED – O item energia e atmosfera e os itens de gestão da água incluem itens relacionados na categoria de poluição do sistema proposto.

(3) Lobo e Lobo - Apresentam uma categoria específica para a conservação de biodiversidade, item que foi adicionado ao uso e ocupação do solo.

A primeira iniciativa organizada pela utilização de conceitos sustentáveis para elaboração de projetos de edificações de assistência a saúde é atribuída a uma publicação da *American Society for Healthcare Engineering* (ASHE) em janeiro de 2002. Após consultas as especialistas da área hospitalar em dezembro de 2003 as recomendações tornaram-se um documento através da primeira versão do *Green Guidelines for Healthcare Construction*. A atual versão do *Green Guidelines for Healthcare Construction* V 2.2 foi publicada em abril de 2008.

Tabela 2 – Pontuação básica padrão dos métodos de avaliação ambiental em edificações hospitalares percentagem ao total de pontos possíveis

	GGHC V2.2	BREEAM HC	LEED HC	GREEN STAR HC
Uso e ocupação do solo	21,64	10	20,78	4,73
Gestão do uso de energia	21,64	19	24,68	17,16
Gestão do uso da água	6,18	6	6,49	8,28
Materiais	21,64	20	18,18	20,71
Poluição		10		10,06
Transporte		8		7,10
Saúde e conforto	24,78	15	22,08	18,93
Gestão do empreendimento		12		10,06
Inovações	4,12		7,79	2,96
Total	100	100	100	100

FONTE: Autores.

Alguns dos métodos de avaliação de sustentabilidade ambiental já desenvolveram sistemas para cada tipologia de uso, inclusive para edificações hospitalares, entres estes destaques para BREEAM, LEED e GREEN STAR, que já possuem uma versão preliminar para EAS e estão aperfeiçoando seus

requisitos. A tabela 2 indica a pontuação dos sistemas descritos.

A tabela 3 apresenta como fica a proporcionalidade de cada uma das categorias no seu modelo padrão, ou seja, na região em que cada método foi desenvolvido inicialmente. A ausência o HQE é explicada por ele não ter o formato de uma lista pré-definida de avaliação com a pontuação máxima predeterminada. As dez categorias analisadas são vistas na tabela a seguir:

Tabela 3 – Macrocategorias de avaliação	
MACROCATÉGORIA	PESO (%)
Uso e ocupação do terreno	10,0
Gestão do uso da energia	15,0
Gestão do uso da água	15,0
Materiais	15,0
Poluição	10,0
Transporte	5,0
Saúde e conforto	10,0
Gerenciamento do empreendimento	8,0
Inovações	2,0
Aspectos econômicos	10,0

FONTE: LOBO, et al (2009 a)

Para a definição do AHP foram elaboradas matrizes comparativas, como as apresentadas por Todd et al. (2001), Patrício (2005) e Abrão (2007). Simultaneamente, com a análise elaborada sobre os métodos de avaliação ambiental em edificações, foram observadas dez categorias que mais estão presentes e representam um consenso sobre estes sistemas. Os parâmetros foram determinados pela análise de legislação brasileira e normas vigentes, porém alguns determinantes foram definidos nos requisitos das metodologias existentes, pois não há uma normalização sobre cada um destes itens. As macrocategorias foram obtidas por meio da análise, levando em considerações as especialidades de edificações hospitalares e a RMC.

4. PROPOSTA DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES

A estrutura do AHP foi desenvolvida em duas etapas. Inicialmente, através da análise comparativa através de matrizes dos métodos de avaliação ambiental de edificações, que identificou os sistemas com categorias e com subcategorias. Os níveis de hierarquia e o peso ponderado das categorias também foram obtidos das análises matriciais, seguindo as metodologias de Silva (2003) e Abrão (2007) adaptados ao cenário da RMC, a fim da avaliação atender a um clima específico, técnicas construtivas, materiais locais em um raio de 500 quilômetros e condicionantes culturais.

A escolha dos critérios em sua maioria contempla parâmetros quantitativos, aspectos legais e normativos, com o objetivo de evitar implicações subjetivas no processo de análise de edificações. O atendimento às questões legais é encarado como pré-requisito para obtenção dos pontos.

A ausência de sistema de pontuação, baseado em escalas de valor como a de LIKERT, SAATY e HAURIE, também possui objetivo, de eliminar a subjetividade na ferramenta proposta. Por estas razões, o critério de pontuação foi baseado no atendimento do requisito adicionando um ponto a edificação; caso não seja contemplado pelo atendimento a pontuação do quesito é nula.

Após esta análise sobre as metodologias de avaliação ambiental para edificações é proposto um sistema de avaliação ambiental em dez categorias, subdivididas em 87 subcategorias. O modelo desenvolvido foi obtido através de revisão bibliográfica das metodologias de avaliação ambientais existentes adaptadas ao cenário da RMC, analisando a legislação municipal e estadual, condicionantes geográficos, disponibilidade de recursos naturais, e técnicas construtivas regionais.

A classificação divide-se em três categorias: bronze, prata e ouro. A classificação bronze é alcançada quando o prédio tem uma pontuação de no mínimo 70%. A prata ocorre quando a edificação possui o desempenho entre 80 e 90% dos totais de pontos obtidos. Os prédios a receberem o título de certificação ouro são aqueles que obtêm a pontuação superior a 90% até o teto de 100%.

5. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA E ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados obtidos da aplicação da ferramenta não podem ser considerados nem um sucesso nem um fracasso, mas sim, uma avaliação de seu desempenho ambiental e uma oportunidade para uma melhoria neste aspecto em cada um do hospital avaliado. Somente, o estudo de caso 1 obteve a pontuação mínima no sistema da avaliação ambiental alcançando 72,31% da pontuação total. Os estudos de caso 02 e 03 conseguiram atingir 40,60% e 46,99% dos pontos possíveis, respectivamente. A pontuação de cada estudo de caso pode ser verificada no Quadro 3 e na Figura 1.

Quadro 3 – Resultados estudos de casos

Categoria	Estudo de Caso 01		Estudo de Caso 02		Estudo de Caso 03		Pontuação Possível (%)
	Pontuação Obtida	Percentual Obtido na Categoria	Pontuação Obtida	Percentual Obtido na Categoria	Pontuação Obtida	Percentual Obtido na Categoria	
Uso e Ocupação do solo	7,47	67,00	4,15	41,50	8,33	83,30	10,00
Gestão e uso da energia	9	60,00	3,00	20,00	3,00	20,00	15,00
Gestão e uso da água	13,28	89,00	4,98	33,20	6,64	44,27	15,00
Materiais	8,16	54,00	5,44	36,27	5,44	36,27	15,00
Poluição	7,5	75,00	6,25	62,50	6,25	62,50	10,00
Transporte	5	100,00	4,00	80,00	4,00	80,00	5,00
Saúde e conforto	8,9	89,00	4,40	49,50	4,95	49,50	10,00
Gerenciamento	3	38,00	0,88	11,00	0,88	11,00	8,00
Inovação	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	2,00
Aspectos econômicos	10	100,00	7,50	75,00	7,50	75,00	10,00
TOTAL	72,31		40,60		46,99		100,00

FONTE: LOBO (2010)

Observa-se que a categorias que obtiveram os melhores desempenhos foram a questão de transporte, na qual o estudo de caso 1 conseguiu alcançar todos os requisitos e os outros dois hospitais obtiveram 80% dos pontos. Destaca-se ainda a categoria de desempenho econômico na qual os três hospitais tiveram um desempenho igual ou superior a três quartos do total.

Porém, a categoria de inovação não obteve pontuação em nenhum dos estudos de caso. Outra categoria que obteve baixa pontuação foi de gerenciamento na qual o estudo de caso 01 obteve apenas 38% dos pontos e os demais estudos de caso só obtiveram 11% dos pontos.

O gráfico de radar da figura 1 consiste que quanto mais próximo do perímetro externo da circunferência, representa o melhor desempenho do hospital. A ilustração também evidencia o melhor desempenho do estudo de caso 1 perante aos outros dois hospitais.

GRÁFICO COMPARATIVO ESTUDOS DE CASO

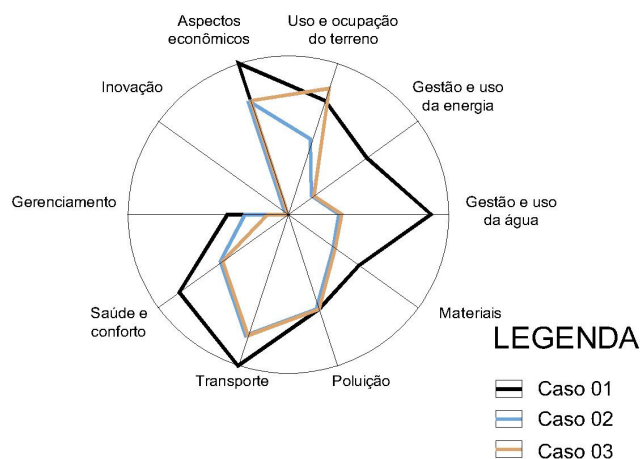


Figura 1 – Gráfico comparativo com estudos de caso.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi apresentar a aplicação de um sistema de avaliação ambiental em edificações hospitalares para a RMC. A ferramenta foi desenvolvida mediante a revisão bibliográfica das metodologias existentes, que permitiu verificar uma linha guia de parâmetros de sustentabilidade ambiental em edificações, após a análise comparativa destes sistemas. A abrangência da lista de verificação é justificada pela visão holística para a avaliação do desempenho ambiental para as edificações hospitalares.

Essas estão vinculadas às necessidades da realidade regional da RMC, que possui características geográficas, climáticas, culturais e técnicas construtivas diferenciadas dos locais de origem dos sistemas de avaliação ambiental, com exceções das propostas de Abrão (2007), Lobo e Lobo (2008), Lobo et al. (2009 a e b) e Lobo (2010) que têm como foco a RMC.

Ainda no que se refere ao sistema de avaliação ambiental, foi feita uma pesquisa do potencial de conservação de água e energia em edificações hospitalares. Conceitos e características específicas destas edificações foram observados como setorização e tratamento de resíduos de serviços de saúde. Outros pontos-chave em obras de grande porte e indispensáveis no planejamento e desenvolvimento de projeto foram avaliados, como expansibilidade, flexibilidade e durabilidade de materiais. Além de critérios de conforto ambiental, critérios de humanização contribuem para a recuperação de pessoas doentes.

Após a aplicação do sistema proposto, algumas adaptações podem ser necessárias, entretanto não deixam de validar o trabalho realizado. Entre essas questões, reproduzir um modelo matemático entre o gráfico de radar e a pontuação da lista de verificação, a reavaliação dos objetivos e requisitos de cada item. O *check list* proposto abrange a sustentabilidade em dez categorias e 87 subcategorias com foco em questões relacionadas a hospitais de grande porte e de alta complexidade.

A ferramenta proposta também é flexível, mesmo que seja necessário um processo de depuração do sistema e dos resultados. Esse desenvolvimento poderá ocorrer com um número maior de projetos a serem analisados e com análises quantitativas e qualitativas, bem como por métodos estatísticos. Entretanto, essas futuras adaptações estão previstas pela retroalimentação do sistema, o que já é prática

dos outros sistemas existentes, como no caso do BREEAM, LEED, e GBC.

Logo, a contribuição e relevância do trabalho permitiram suprir uma carência no desenvolvimento de um sistema de avaliação de sustentabilidade de edificações hospitalares. O uso desta ferramenta possibilita melhorar o nível de projetos destinados a EASs com o foco na sustentabilidade ambiental e tendo em vista retorno do investimento em um período de três anos.

A edificação hospitalar está inserida em um contexto em que a questão ambiental ganha cada vez mais relevância, seja nas demandas dos clientes, seja nas questões técnicas, legais e financeiras. Essa mudança de paradigma é um reflexo da sociedade que sente a escassez de recursos naturais e financeiros e busca o uso racional dos recursos naturais para o desenvolvimento sustentável.

O principal resultado deste trabalho é a contribuição no desenvolvimento de métodos de avaliação ambiental em edificações, sobretudo para edificações hospitalares. Os níveis de referência encontrados permitem que o sistema tenha por base dados objetivos e demonstre as vantagens de um desempenho ambiental de edificações projetadas com ferramentas da avaliação ambiental de até 40% a edifícios convencionais.

Para trabalhos futuros, aponta-se estudar parcerias entre instituições de pesquisa como universidades, órgãos públicos e iniciativas privadas para o fortalecimento de métodos de avaliação ambiental específicos para o Brasil, pois devem ser consideradas as grandezas e diferenças territoriais, culturais, climáticas, sociais e econômicas. Ressalta-se, ainda, que o tipo de uso da edificação (residencial, comercial, industrial e EASs) deve nortear o rumo de parâmetros de referência de desempenho.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABTN – **NBR 15.520**: estabelece o Zoneamento Climático Brasileiro. Rio de Janeiro, 2003.

ABRÃO, A. E. **Contribuições para o desenvolvimento de avaliação ambiental de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) - Universidade Positivo, Curitiba, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n.º 50, de 21 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais a saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 mar. 2002.

BRASIL. Presidência da República. Controladoria Geral da União - CGU. Disponível em: <<http://www.portaltransparencia.gov.br/>>. Acesso em: 15 fev. 2010.

COLE, R. J. Building Environmental Assessment Methods: Clarifying Intentions. **Building Research and Information**, Londres, v.27, n.4/5, p.230-246, 1999.

_____. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. **Building Research and Information**, Londres, v.35, n.5, p.455-467, 2005.

DENIS, R. C. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Edgar Blücher, 2000.

DING, G. K. C. Sustainable construction: the role of environmental assessment tools. **Journal of Environmental Management**, v.86, p.451-464, 2008.

DUARTE, O. F. P. et al. **Proposição e aplicação de metodologia para o uso eficiente da energia em sistemas hospitalares**. In: IEEE, 7. Encuentro de Energía, Potencia, Instrumentación y Medidas. Montevideo, Uruguay, 16 y 17 de Octubre del 2008.

FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: O caso de escritórios em Florianópolis**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

GÓES, R. de. **Manual prático da arquitetura hospitalar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

HALLIDAY, S. P. **Architecture of habitat: design for life**. Philosophical Transactions of the Royal Society, v.355, n.1728, p.1389-1403, 1997.

HARVEY, D. **The condition of Postmodernist: an Enquiry into the Origins of Cultural Change**. Oxford: Basil Blackwell, 1989.

GGHC – **GREEN GUIDE FOR THE HEALTH CARE**. Disponível: <http://www.gghc.org/tools.2.2overview.php> . Acesso: 10/05/2010.

Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - **IPPUC**. Disponível em: <www.ippuc.pr.gov.br>. Acesso em: 21 set. 2009.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: Pro Livros, 2004.

LOBO, A.V.R. **Ferramenta de Avaliação de Sustentabilidade Ambiental em Edificações Hospitalares na Região Metropolitana de Curitiba**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2010.

LOBO, A.V. R. et al. Subsídios para proposta de avaliação de sustentabilidade em edificações na Região Metropolitana de Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL, 5.; ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 3., 2009, Recife. **Anais...** Recife, PE, 2009a.

LOBO, A.V. R. et al. Avaliação de sustentabilidade em edificações na Região Metropolitana de Curitiba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 1.; WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 9., 2009b, São Carlos. **e-anais...** São Carlos: Rima, 2009b. v.1. p.466-479.

LOBO, A.V. R; LOBO, F. H. R. **Proposta de sistema de avaliação de sustentabilidade de edificações públicas: Estudo de caso**. Monografia (Especialização Latu Sensu: Residência Técnica – Especialização em projetos e obras públicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

JOHN, V. M.; SILVA, V. G. da; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., 2001, Canela. **Anais...** Porto Alegre, 2001. p.91-98.

KARMAN, J. **Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistências de saúde**. Brasília: Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência a Saúde, 1994. (Série: Saúde e Tecnologia – Texto de apoio à programação física dos estabelecimentos assistenciais de saúde).

MASCARÓ, L. R. **O custo das decisões arquitetônicas nos projetos de hospitais**. Brasília: Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência a Saúde, 1995. (Série: Saúde e Tecnologia – Texto de apoio à programação física dos estabelecimentos assistenciais de saúde).

MELLO, N. R. R de. **Estudos de projetos físicos em estabelecimentos assistenciais de saúde no município de Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial - Área

de Concentração: Engenharia Biomédica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

MIQUELIN, L. C. **Anatomia dos edifícios hospitalares**. São Paulo: CEDAS, 1992.

OLIVEIRA, L. H. de; GONÇALVES, O. M. **Metodologia para a implantação do Programa de Uso Racional da Água em edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1999. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/247).

PATRICIO, R. M. R. **Desenvolvimento de metodologia para avaliação de desempenho ambiental em edifícios adaptada à realidade do Nordeste Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2005.

SALERMO, L. S. et al. Programa de conservação de água do Hospital das Clínicas da UNICAMP: resultados preliminares. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 10. 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, ANTAC, 2004.

SAMPAIO, A. V. C. de F. **Arquitetura hospitalar: Projetos ambientalmente sustentáveis, conforto e qualidade. Proposta de instrumento de avaliação**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo)- Faculdade de Arquitetura de São Paulo, Universidade de São Paulo, 2005.

SILVA, V. G. da. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SILVEIRA, A. H. da. **Avaliação do potencial de conservação de energia no setor hospitalar da região sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SIMEPAR - **Instituto Tecnológico SIMEPAR**. Disponível em: <www.simepar.br>. Acesso em: 28/05/2009.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO PARANÁ - **SINDUSCON**. Disponível em: <<http://www.sinduscon-pr.com.br>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

SOARES, J. B. **Formação do mercado de gás natural no Brasil: impacto de incentivos econômicos na substituição interenergéticos e na cogeração em regime topping**. 390f. Tese (Doutorado) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

SPINA, M. I. A. P. Características do gerenciamento dos resíduos sólidos dos serviços de saúde em Curitiba e análise das implicações socioambientais decorrentes dos métodos de tratamento e destino final. **RAEGA**, v.9, p.95-106, 2005.

TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energética de edificações residenciais brasileiras**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

TODD, J. A. et al. Comparative assessment of environmental performance tools and the role of the Green Building Challenge. **Building Research & Information**, v.29, n.5, p.324-335, 2001.

ZAMBRANO, L. **A avaliação do desempenho ambiental da edificação: um instrumento de gestão ambiental**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.