

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS III**

TASSIANE TODA

**MÉTODO PARA REQUALIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL DE EDIFÍCIOS
EM CENTROS URBANOS. O CASO DE CURITIBA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2014

TASSIANE TODA

**MÉTODO PARA REQUALIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL DE EDIFÍCIOS
EM CENTROS URBANOS. O CASO DE CURITIBA**

Trabalho de Conclusão de Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construções Sustentáveis, do Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Fernando Tavares

CURITIBA

2014

TASSIANE TODA

**MÉTODO PARA REQUALIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL DE EDIFÍCIOS
EM CENTROS URBANOS. O CASO DE CURITIBA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de *Especialista* no Curso de Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a):

Prof. Dr. Sergio Fernando Tavares.
Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFPR.

Banca:

Prof. Dr. José Alberto Cerri
Professor do DACOC, UTFPR

Profa. Dra. Tatiana Maria Cecy Gadda
Professora do DACOC, UTFPR

Curitiba
2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Sergio Tavares, pela sua orientação ao longo desse trabalho. Agradeço o seu apoio a constante disponibilidade, e o grande aprendizado obtido durante a elaboração desta monografia.

Aos professores que compuseram o corpo docente da terceira turma do Curso de Pós-Graduação em Construções Sustentáveis.

Aos os colegas de turma, pelas longas discussões, convivência e grande aprendizado juntos.

Aos amigos, pela compreensão da ausência.

E a minha mãe, Rosane de Fatima Polli, por se o suporte incondicional nas horas difíceis.

RESUMO

TODA, Tassiane. **Método para requalificação sustentável de edifícios em centros urbanos. O caso de Curitiba.** 2014. 96 Folhas. Monografia (Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba.

A crescente ocupação urbana e o número cada vez maior de edificações vazias, subutilizadas ou degradadas mostra que é necessário que haja uma mudança na forma de se pensar e ocupar o espaço, e principalmente que soluções que possam ser adaptadas a esses espaços existentes, sejam propostas. A reabilitação de edificações em centros urbanos tem sido uma opção para os espaços construídos. Diante dos problemas recorrentes dos centros urbanos, como o aumento da temperatura, as grandes emissões de dióxido de carbono, as ilhas de calor, a baixa qualidade do ar, tornam cada vez mais necessário que esse processo de readequação seja transformado em um processo sustentável.

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um método para a readequação ambiental de edificações habitacionais na cidade de Curitiba, cujo centro urbano se encontra servido de infraestrutura, porém passa por um processo de estagnação e esvaziamento.

Para desenvolvimento do método, foram estudadas as ênfases que podem ser dadas à reabilitação predial com direcionamento para o processo de *retrofit*. Traz o caso de Curitiba, analisando a área central, identificando as premissas para o desenvolvimento de projetos específicos para essa área. Aborda as tecnologias que podem ser implantadas a fim de tornar a edificação mais sustentável bem como os critérios de avaliação para os níveis de conforto existentes nas edificações habitacionais. Como resultado, foi desenvolvido um *checklist* que visa servir de apoio ao processo de requalificação ambiental urbana.

Concluiu se que o método proposto constitui uma ferramenta importante para tornar o processo de reabilitação mais sustentável, e que se aplicada à centros urbanos além, de trazer mais qualidade e intensidade a região, evita que a ocupação urbana se expanda para áreas ambientalmente frágeis.

Palavras-chave: *retrofit*, reabilitação, habitação, sustentabilidade, arquitetura

ABSTRACT

TODA, Tassiane. **Method for sustainable requalification from buildings in urban centers. The case of Curitiba.** 2014. 96 pages. Monograph (Sustainable Constructions) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba.

The growing occupation at urban centers and the growing number of empty, underutilized or degraded constructions shows a necessity for a change in the way of thinking and occupying space, especially which solutions can be proposed and adjusted to those existing spaces. Edifications reconstruction in urban centers has been an option for already built spaces. Facing other current problems from urban center as increase of temperature, gas emission, heat islands or low air quality, makes more necessary that this readjustment process be transformed into a sustainable process.

The objective of this work is to develop a method for ambient readjustment of edifications in the city of Curitiba, which urban center is filled with infrastructure, however, suffers with a process of stagnation and deflation.

To develop this method, we studied the emphasis that can be given to building reconstruction, directed to *retrofit* process. It brings the case of Curitiba, analyzing downtown area, identifying the main ideas to develop specific projects in this area. It approaches the technologies that can be established in order to make more sustainable buildings, and evaluation criteria for existing levels of comfort in residential buildings as well. As a result, it was developed a *checklist* that will be a support for requalification process.

It was concluded that the proposed method is an important tool in the process of making the requalification more sustainable, and if applied in urban centers, beyond bringing more quality and intensity to the zone, it avoids that the occupation expands to environmentally fragile areas.

Key-words: *retrofit*, reconstruction, habitation, sustainability, architecture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Reabilitação de edifícios no contexto da construção civil.....	19
Figura 2 Graus de intervenção do <i>retrofit</i>	21
Figura 3 Visão do mercado da construção civil na União Europeia	22
Figura 4 Oportunidades de reduções de emissões em edificações comerciais	26
Figura 5 Vista aérea de Curitiba em 1935.....	32
Figura 6 Edificação abandonada na fase de construção.....	33
Figura 7 Edificações degradadas na Rua São Francisco.....	34
Figura 8 Mapa do zoneamento Bioclimático	35
Figura 9 Edificação na Av. Visconde de Guarapuava	37
Figura 10 Edificação comercial na Rua Emiliano Pernetta.....	38
Figura 11 Camadas Telhado verde Intensivo.....	43
Figura 12 Exemplo de telhado verde intensivo – Chigago City Hall	43
Figura 13 Camadas telhado verde Extensivo.....	44
Figura 14 Exemplo de telhado verde Extensivo – Bronx County Council.....	44
Figura 15. Programa de conservação de água em edificações existentes	46
Figura 16. Sistema de reuso de água cinza	47
Figura 17. Sistema de aproveitamento de água pluvial.....	48
Figura 18. Transmissão da radiação nos fechamentos.....	50
Figura 19. Coletores solar de concentração e planos	52
Figura 20. Necessidades exigidas para diversos ambientes.....	54
Figura 21 Métodos de avaliação do desempenho térmico	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Estratégias de condicionamento térmico.....	36
Tabela 2 Comparativo entre características de lâmpadas de um mesmo fabricante e as características aferidas após ensaios.....	55
Tabela 3 Comparativo de custos entre lâmpadas.	55
Tabela 4 Critérios de Avaliação de desempenho térmico	60
Tabela 5 Critérios de diferença padronizada de nível ponderado para ensaios de campo	62
Tabela 6 Valores mínimos de $D_{nT,w}$ e R_w de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes.....	62
Tabela 7 Valores indicativos do Índice de Redução Sonora ponderado (R_w) para alguns sistemas de parede.....	63
Tabela 8 Valores mínimos para redução ponderada (R_w) e diferença padronizada de nível ponderado a 2,00m ($D_{2nT,w}$) para vedações externas.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Característica do desenvolvimento sustentável na construção civil	29
Quadro 2 Ficha genérica de análise do empreendimento.....	40
Quadro 3 <i>Checklist</i> genérico de apoio ao método.....	41
Quadro 4 Níveis de eficiência e diferentes ambientes	54
Quadro 5 Resumo da metodologia de reabilitação	77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.3 PREMISSAS	14
1.4 JUSTIFICATIVAS	14
1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 REABILITAÇÃO DE EDIFICAÇÕES.....	17
2.2 USOS DO PROCESSO DO <i>RETROFIT</i>	19
2.2.1 Histórico e conceituações	19
2.2.2 Referências no processo de <i>Retrofit</i>	21
2.2.3 Vantagens e desvantagens do processo de <i>retrofit</i>	25
2.2.4 <i>Retrofit</i> como ferramenta de atualização dos edifícios.....	27
2.2.5 Parâmetros de sustentabilidade no processo de <i>retrofit</i>	28
2.3 O CASO DE CURITIBA	31
2.3.1 Caracterização e histórico.....	31
2.3.2 Análise da área central.....	32
2.3.3 Patologias das edificações.....	33
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	39
3.1 DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	39
3.1.1 Delimitação do trabalho.....	39
3.2 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS	39
4 POSSÍVEIS ÁREAS DE INTERVENÇÃO – TECNOLOGIAS.....	42
4.1 TELHADOS VERDES	42
4.2 REUSO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA	45
4.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	49
4.3.1 Envoltória do edifício	49
4.3.2 Sistemas de aquecimento de água	51
4.3.3 Sistemas de Iluminação	53
4.3.4 Climatização.....	56
5 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA OS NIVEIS DE CONFORTO EXISTENTES	
58	
5.1 CONFORTO TÉRMICO	58
5.1.1 Requisitos	60
5.1.2 Critérios de Avaliação	60
5.1.3 Métodos de avaliação	61
5.1.4 Materiais necessários.....	61

5.2 CONFORTO ACÚSTICO	61
5.2.1 Requisitos	64
5.2.2 Critérios de Avaliação	65
5.2.3 Métodos de avaliação	65
5.2.4 Materiais necessários.....	65
5.3 CONFORTO LUMINICO NATURAL	65
5.3.1 Requisitos	66
5.3.2 Critérios de Avaliação	66
5.3.3 Métodos de avaliação	66
5.3.4 Materiais necessários.....	66
5.4 CONFORTO LUMINICO ARTIFICIAL.....	67
5.4.1 Requisitos	67
5.4.2 Critérios de Avaliação	67
5.4.3 Métodos de avaliação	67
5.4.4 Materiais necessários.....	67
6 METODOS PARA O PROCESSO DE REQUALIFICAÇÃO	68
6.1 MÉTODO PROPOSTO PARA ANÁLISE E DIAGNÓSTICO.....	69
6.1.1 Localização	69
6.1.2 Tipologia da edificação.....	69
6.1.3 Estado da edificação	70
6.1.4 Complexidade da intervenção.....	70
6.1.5 Adequabilidade arquitetônica ao uso previsto.....	70
6.1.6 Níveis de conforto existentes	71
6.2 METODOLOGIA PARA O PROJETO	71
6.2.1 Programa de necessidades.....	72
6.2.2 Natureza e dimensionamento dos espaços	72
6.2.3 Exigências legais	72
6.2.4 Soluções e tecnologias	72
6.2.5 Materiais.....	73
6.3 METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO / DESCONSTRUÇÃO DURANTE A EXECUÇÃO	73
6.3.1 Sistema de gestão de resíduos.....	74
6.3.2 Canteiro de baixo impacto ambiental	74
6.3.3 Impactos gerados.....	75
6.4 METODOLOGIA PARA O USO E OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	75
6.4.1 Elaboração de manual de uso.....	76
6.4.2 Elaboração de manual de manutenção predial	76
6.4.3 Implantação de sistemas de comissionamento.....	76
6.5 METODOLOGIA PARA A DESCONSTRUÇÃO	76
6.6 FICHAS DE AVALIAÇÃO E CHECK LIST	77
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80

TRABALHOS FUTUROS.....	81
REFERÊNCIAS.....	82
REFERÊNCIAS DE FIGURAS.....	84
APÊNDICE 01 – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO.....	85
APÊNDICE 02 – FICHA DE CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO.....	86
APÊNDICE 03 – FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES HABITACIONAIS.....	87
APÊNDICE 04 – FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS.....	89
APÊNDICE 05 – FICHA DE AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO EXISTENTES.....	91
APÊNDICE 06 – <i>CHECKLIST</i> PARA APOIO AO PROCESSO DO <i>RETROFIT</i>....	93

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Apesar de já estarem consolidados, os centros urbanos passam por um processo de estagnação. O grande número de edificações vazias, subutilizadas ou degradadas mostra que é necessário que se faça uma mudança na forma de se pensar e ocupar o espaço e principalmente que soluções que possam ser adaptadas a esses espaços existentes, sejam propostas. O *retrofit* de edificações em centros urbanos tem sido uma opção para os espaços construídos. Diante dos problemas recorrentes dos centros urbanos, como o aumento da temperatura, as grandes emissões de dióxido de carbono, as ilhas de calor, a baixa qualidade do ar, tornam cada vez mais necessário que esse processo de readequação seja transformado em um processo sustentável.

O *retrofit* se utilizado seguindo premissas da sustentabilidade, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável, pode atuar como um influenciador da regeneração urbana. No contexto acima apresentado, a pergunta que se pretende responder por meio deste estudo é: como aplicar o *retrofit* em edificações habitacionais, seguindo parâmetros de sustentabilidade no centro de Curitiba?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Explorar estratégias de readequação de edificações habitacionais no centro de Curitiba, a fim de melhorar as suas condições de sustentabilidade a partir da criação de um método para o processo de *retrofit*.

1.3 PREMISSAS

Apesar da prática do *retrofit* já estar incorporada à construção civil, principalmente visando à redução de custos, pouco se estuda como realizar essa prática de forma a melhorar o conforto e a sustentabilidade das edificações.

A partir dessas informações, acredita-se que a requalificação ambiental das edificações pode ser feita de forma mais eficiente se for aplicada com o apoio do método a ser desenvolvido, visando o aumento da sustentabilidade e qualidade de vida dos centros urbanos.

1.4 JUSTIFICATIVAS

Justificativa Ambiental

Diante da expansão territorial das cidades, os centros urbanos consolidados tem um papel importante na sobrevivência sustentável das metrópoles. Isso porque a readequação de edifícios degradados ou subutilizados, permitindo sua ocupação, é uma forma de retardar a ocupação de regiões periféricas que vão de encontro a áreas ambientalmente frágeis (HARDT et al, 2006).

O setor da construção civil consome entre 14 e 50% dos recursos naturais extraídos do planeta (JOHN, 2000). O conhecimento da quantidade de energia necessária para produzir materiais de construção pode ser uma forma de mensurar o impacto causado. Em termos gerais, quanto maior for o gasto de energia, maior será o impacto causado ao meio ambiente. Considerando que a maior energia incorporada da edificação está na estrutura e na envoltória - cerca de 50%, e que estas serão as partes que provavelmente serão preservadas no processo de *retrofit*, percebemos que o processo se torna ambientalmente válido (BRANCO, CAMARGOS, 2006).

Além disso, o *retrofit* baseado em parâmetros de sustentabilidade tem condições de melhorar a qualidade ambiental do centro urbano.

Justificativa Social

Cerca de metade da população mundial vive em áreas urbanas. Até 2030, estima-se que este número cresça para 60% (ONU, 2012). Juntamente com o crescimento populacional, percebemos o aumento de problemas ambientais e sociais nos centros urbanos.

Quando as edificações se tornam obsoletas ou deixam de cumprir seu papel social, ficam a mercê da deterioração do tempo e do vandalismo. O espaço urbano é de difícil apropriação pelo usuário principalmente pela grande quantidade de comércios e serviços e a falta de diversificação de usos, pois o espaço se torna vazio em horários em que estas atividades inexistem.

O *retrofit* atua não só como um regenerador da edificação, mas também do entorno, uma vez que a presença de habitantes está intimamente ligada à vitalidade da região.

Justificativa Econômica

Um dos problemas enfrentados pelas gestões das cidades é a ocupação das edificações nas áreas centrais. Esses edifícios, mesmo com a localização privilegiada, sofrem com a infraestrutura obsoleta, equipamentos ultrapassados e falta de condições de conforto, o que os torna comercialmente inviáveis. No entanto nessas áreas já existe uma gama de infraestrutura de serviços instalada que se encontra tal qual as edificações, subutilizada.

A expansão populacional e a necessidade de implantação de áreas habitacionais longe dos centros urbanos torna necessário o uso de mais recursos naturais e financeiros para que se possa implementar a infraestrutura básica nessas áreas.

O *retrofit* das áreas centrais atua não somente como uma possibilidade para a redução dos custos na implantação da infraestrutura urbana, mas também na redução dos custos de operação dos edifícios e em economia em relação a uma construção nova. Dependendo dos sistemas utilizados pode se obter uma redução que gira em torno de 30% dos custos de operação, ou ainda uma economia de cerca

de 20% se comparado o custo do *retrofit* com a construção de edificação nova (VALE, 2006)

Justificativa Tecnológica

O *Retrofit* já vem sendo utilizado há muito em países da Europa e nos Estados Unidos. O Brasil aos poucos tem adotado essa tendência, principalmente por motivações econômicas.

Percebemos que hoje, o Brasil carece de uma legislação para o uso do *retrofit* em edificações. E tampouco existem bases técnicas que calcem esse processo baseando-o em parâmetros de sustentabilidade.

1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Esse trabalho desenvolve-se em sete capítulos conforme descrição abaixo:

O **Capítulo 1** é composto pela introdução, onde é apresentada a finalidade da pesquisa e o problema a que ela visa responder. Aborda também os objetivos e as principais justificativas para a escolha do tema.

O **Capítulo 2** apresenta a revisão de literatura e discorre sobre conceitos de reabilitação das edificações, o uso do *retrofit* e sobre a cidade de Curitiba, um dos focos do estudo.

O **Capítulo 3** apresenta a metodologia utilizada neste trabalho.

O **Capítulo 4** apresenta algumas tecnologias passíveis de aplicação em *retrofits* de edifícios.

O **Capítulo 5** trata dos critérios para a avaliação dos níveis existentes nas edificações. Aborda o conforto térmico, acústico e luminoso.

O **Capítulo 6** trata da metodologia desenvolvida para a aplicação do *retrofit*. São apresentadas as fichas desenvolvidas para apoio do processo de análise e também como produto final da metodologia, um *checklist* que tem como intuito apoiar o processo em todas as suas fases, de forma a torna-lo mais sustentável.

O **Capítulo 7** apresenta as considerações finais acerca do tema abordado e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 REABILITAÇÃO DE EDIFICAÇÕES

Muitos são os fatores que causam a degradação ou a obsolescência das edificações. A queda de desempenho causada pela degradação acaba por aumentar os custos de manutenção da construção. Estes representam anualmente cerca de 1 a 2% do custo de reposição dos edifícios e podem acumular durante a vida útil da edificação, um custo maior do que o da construção (JESUS, 2008)..

Os aspectos funcionais da obsolescência estão relacionados com o comprometimento do desempenho das funções da edificação e das áreas urbanas. A falta de adequabilidade às demandas atuais, como por exemplo, a limitação das instalações prediais, a falta de elevadores, garagens e lavabos, pode ser utilizada como pretexto para a marginalização de bairros pelo mercado imobiliário. Somado a isso temos a obsolescência tecnológica ou ainda a decorrente das modificações de uso (JESUS, 2008).

No Brasil os esforços para a requalificação de edifícios ainda se encontram em desenvolvimento, o que faz com que os investimentos venham principalmente de órgãos públicos. O que se percebe é que esses investimentos ainda são muito pontuais e não seguem uma metodologia consolidada (JESUS, 2008).

Vários são os conceitos que permeiam a reabilitação dos edifícios. Segundo Jesus (2008) os mais comuns utilizados na construção civil são:

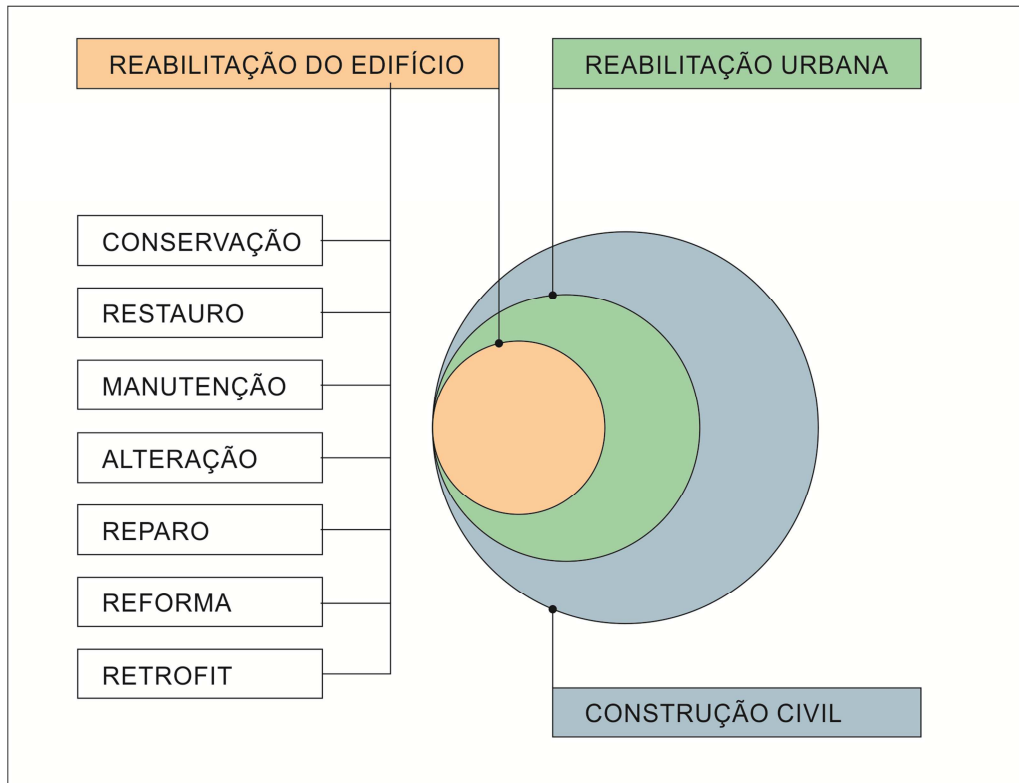
- a) Conservação: Relacionado a ações que tem como objetivo prolongar o tempo de vida útil do edifício. Medidas que visam prevenir a degradação e a realização de manutenções da edificação.
- b) Restauro: Conjunto de ações altamente especializadas, para recuperar a imagem, a concepção arquitetônica ou ainda um momento importante na história de uma edificação. Relacionada normalmente com conservação de patrimônio.

- c) **Manutenção:** Ações desenvolvidas periodicamente que visam à recuperação das propriedades originais do edifício, garantindo a capacidade funcional da edificação e a segurança dos usuários.
- d) **Alterações:** Podem ocorrer em três níveis. Alteração de nível 1 são a remoção, reutilização ou aplicações de novos materiais. Alteração de nível 2 são as ações que incluem a reorganização de espaços ou de subsistemas da edificação. E a Alteração de nível 3, que ocorrem quando há modificação de mais de 50% da área total do edifício.
- e) **Reparo:** Recuperação de materiais, elementos ou equipamentos da edificação.
- f) **Reforma:** Reabilitação superficial, pequenos reparos em instalações já existentes na edificação.
- g) *Retrofit.* Entendido como a substituição ou troca de componentes da edificação que se tornaram inadequados ou obsoletos, seja pela ação do tempo, da evolução tecnológica ou de novas necessidades dos usuários.

A partir dos conceitos apresentados, percebe-se que a reabilitação envolve ações com diversos níveis de intervenção. E todas elas procuram readequar o edifício a condições de uso. Eles podem ser compilados na figura abaixo.

Figura 1 Reabilitação de edifícios no contexto da construção civil

Fonte: JESUS (2008)



2.2 USOS DO PROCESSO DO *RETROFIT*

2.2.1 Histórico e conceituações

O termo *Retrofit* tem suas origens na expressão latina “retro” que significa movimentar-se pra trás e do inglês “fit”, que significa adaptação, ajuste. O termo inicialmente foi utilizado na indústria aeronáutica, se referindo à atualização tecnológica das aeronaves adaptando-as aos equipamentos mais modernos disponíveis no mercado. Com o tempo, o termo passou a ser utilizado em outras indústrias, inclusive na da Construção Civil (VALE, 2006).

No final da década de 90, o *retrofit* começou a ser utilizado na Europa e nos Estados Unidos como uma forma de adequação a legislação que não permitia que o acervo arquitetônico existente fosse substituído. A prática, além de preservar o patrimônio histórico, permite um uso adequado do edifício. Uma análise do mercado

mundial mostra que a reabilitação de edificações tem se apresentado em um volume maior em relação às construções novas, dentro da totalidade dos serviços da indústria da construção civil (BARRIENTOS, 2004).

O *retrofit* é um processo de interferência para a recuperação de um bem, com o objetivo de melhorar seu desempenho. Difere da restauração, que visa retornar o edifício à suas condições originais e também da reforma, que introduz melhorias sem ter o compromisso com características anteriores da edificação. Ainda pode ser entendido como a recuperação, manutenção e restauração dos edifícios para readequá-los e possibilitar a sua reinserção à estrutura da cidade, melhorando os espaços construídos e preservando valores arquitetônicos e paisagísticos (CIANCIARDI et al, 2004).

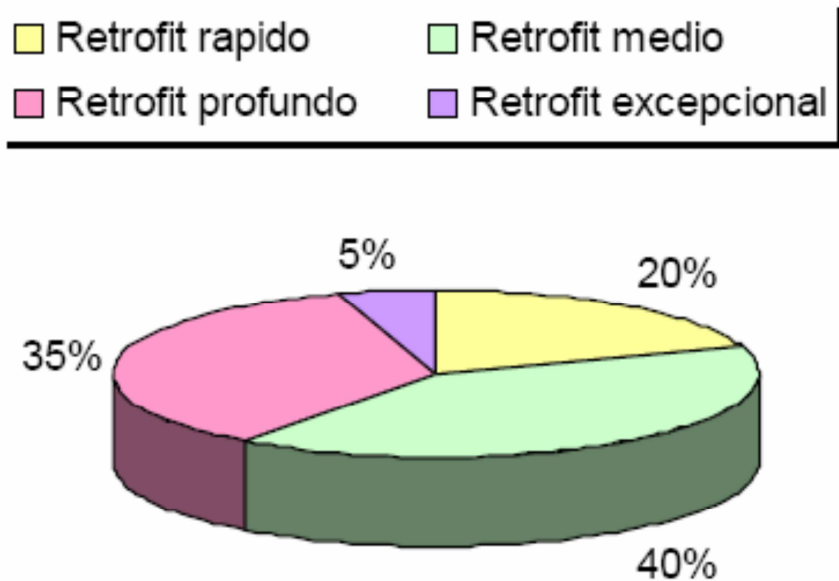
As intervenções que serão realizadas no edifício estão intimamente ligadas com suas características e estado de degradação. Segundo Vale (2006), o *retrofit* pode ser classificado de acordo com as intervenções realizadas.

- a) *Retrofit* Rápido: envolve a recuperação de instalações e revestimentos internos
- b) *Retrofit* Médio: Engloba os serviços de intervenção rápida e também as intervenções em fachadas e mudanças nos sistemas de instalações da edificação
- c) *Retrofit* Profundo: Inclui as atividades anteriores e as intervenções em que há mudanças de layout, que vai desde a compartimentação até a própria estrutura de telhado.
- d) *Retrofit* excepcional: Ocorre principalmente em edificações históricas ou localizadas em áreas protegidas.

O gráfico abaixo mostra a porcentagem em que os diversos tipos de *retrofit*, citados acima, ocorrem na construção civil no Brasil.

Figura 2 Graus de intervenção do *retrofit*

Fonte: BARRIENTOS (2004)



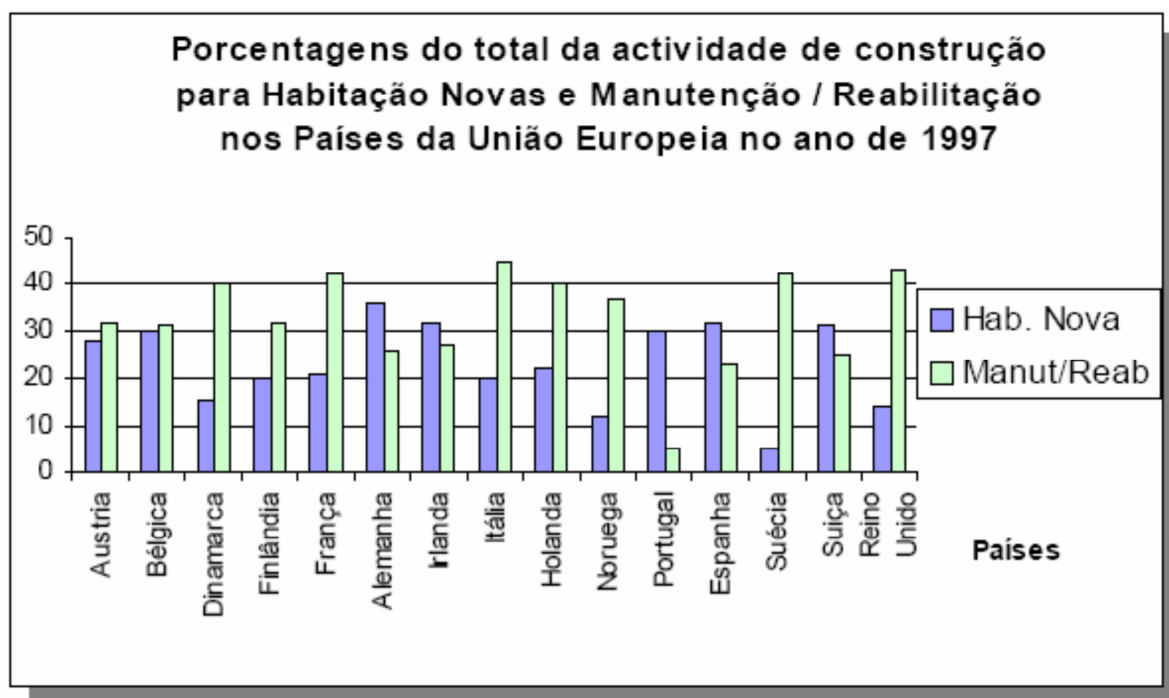
Logo, percebemos que o *retrofit* em seus vários níveis de intervenção, busca a sincronicidade do edifício ao tempo, com a utilização de novos materiais e tecnologias que evitam que este se torne obsoleto e permitem que acompanhe o crescimento e desenvolvimento dos centros urbanos.

2.2.2 Referências no processo de *Retrofit*

Cidades americanas e europeias contam com grandes exemplos de reabilitações prediais. Bastante difundido na Europa e nos Estados Unidos o processo de *retrofit* busca revitalizar os edifícios antigos, aumentando sua vida útil e incorporando tecnologias. Pode-se perceber o grande uso do *retrofit* no gráfico abaixo que mostra a porcentagem do mercado da construção civil que se destina à manutenção de edificações e a construção de novas, na União Europeia.

Figura 3 Visão do mercado da construção civil na União Europeia

Fonte: VALE apud Euroconstruct (2006)



Em vários países as taxas de reabilitações ultrapassam às de edificações novas. E não somente por razões financeiras. Outro aspecto considerado, principalmente devido à legislação desses países, é a questão de preservação do patrimônio arquitetônico, cultural e histórico.

O PlaNYC pode ser citado como uma referência em ações de *retrofit*. Lançado em 2007 é um esforço conjunto que teve como objetivo preparar a cidade de Nova Iorque para mais de um milhão de habitantes, fortalecer a economia combater as mudanças climáticas e, sobretudo aumentar a qualidade de vida dos seus habitantes. O plano atua em diversas escalas, que vão desde o edifício até o urbano.

Organizado em seis grandes áreas de atuação (terra, água, transporte, energia, ar e mudanças climáticas), foram estabelecidas dez metas, que se desdobram em várias iniciativas, para se atingir até 2030. São elas:

- a) Habitação e bairros: criar casas para os quase um milhão a mais de habitantes, ao mesmo tempo tornando as casas e a vizinhança mais acessíveis e sustentáveis.
- b) Parques e espaços públicos: garantir que todos os nova-iorquinos vivam próximos a áreas verdes ou parques, com uma distância máxima de 10 minutos de caminhada.
- c) Áreas contaminadas: limpar todos os terrenos contaminados de Nova Iorque.
- d) Canalização: melhorar a qualidade dos canais, aumentando as oportunidades para recreação e restaurando ecossistemas costeiros, despoluindo pelo menos 90% dos rios da cidade.
- e) Abastecimento de água: garantir a alta qualidade e confiabilidade do sistema de abastecimento de água.
- f) Transportes: expandir as ações de transporte sustentável e reduzir os congestionamentos, aumentando a capacidade de todos os meios de locomoção.
- g) Energia: reduzir o consumo de energia e tornar os sistemas de energia mais limpos e confiáveis.
- h) Qualidade do ar: alcançar os melhores níveis de qualidade de ar entre as grandes cidades dos EUA.
- i) Resíduos sólidos: reduzir em 75% os resíduos sólidos dispostos em aterros.
- j) Mudanças climáticas: reduzir as emissões de gases do efeito estufa em mais de 30% e aumentar a resiliência das comunidades, dos sistemas naturais e da infraestrutura aos riscos climáticos.

Alguns dos resultados obtidos desde o lançamento do programa foram: a redução da emissão de gases do efeito estufa em 13% comparados aos níveis de 2005, aproximadamente 30% dos resíduos sólidos são coletados e levados até uma área de processamento de recicláveis, uma lei foi promulgada para tornar os edifícios existentes mais eficientes energeticamente e 84 novas construções que seguem esses critérios já foram finalizadas. Além disso, mais de um quarto da população já possui acesso a áreas verdes e cerca de 430mil árvores foram

plantadas, e aproximadamente 25% dos taxis da cidade se tornaram híbridos, o que resultou em uma melhora significativa da qualidade do ar.

O que podemos perceber é que o *retrofit* utilizado no PlaNYC não é apenas voltado as edificações, mas também à toda área urbana, o que acaba por requalificar todo um centro urbano consolidado.

O Brasil difere dos países europeus por ser um país relativamente jovem, com isso seu parque habitacional começou a envelhecer recentemente. O grau de degradação do parque edificado europeu, em função da idade elevada, fez com que fossem desenvolvidos metodologias e procedimentos técnicos para a reabilitação das edificações, que ainda não foram totalmente desenvolvidas aqui.

Mas no Brasil, principalmente devido ao aumento da preocupação com as áreas tombadas e ao desenvolvimento dos centros urbanos, o *retrofit* aparece como tendência de mercado principalmente em cidades como Rio de Janeiro e São Paulo. Edifícios antigos escapam da decadência através da utilização de novas tecnologias e materiais, substituindo a demolição pelo renascimento. (VALE, 2006)

Exemplo disso é o Edifício Amarelinho, prédio dos anos 30, que abrigava a Cinelândia do Rio de Janeiro e hoje, após dez anos desocupado se transformou em um edifício inteligente e mais eficiente. Outros exemplos no Rio de Janeiro são os edifícios Francisco Serrador e Galeria.

Em São Paulo um bom exemplo do *retrofit* predial é a Estação Júlio Prestes, que fica no centro da capital paulistana. Ao edifício tombado e degradado pela falta de utilização, foi incorporado um novo uso – uma sala de concertos, sem comprometer a estrutura original. Outro exemplo é o edifício da Associação dos Advogados de São Paulo. A edificação construída entre 1920 e 1940, foi tombada pelo Patrimônio Histórico, fazendo com que o processo de *retrofit* se configurasse como a melhor solução para possibilitar o uso do edifício e permitir a adequação das instalações às novas demandas tecnológicas e às novas necessidades dos usuários.

2.2.3 Vantagens e desvantagens do processo de *retrofit*

Como vimos, a prática do *retrofit* tem se tornado cada vez mais comum dentro dos centros urbanos. A busca pela revalorização de imóveis degradados vem não só pela melhora de desempenho e conforto, mas também para trazer novas possibilidades de uso e ocupação.

Uma das primeiras vantagens que podemos citar é que o imóvel que passa por um processo de *retrofit* tem uma valorização quase que imediata, e o investimento representa cerca de 10% quando comparado à valorização do imóvel, além de apresentar também uma redução de cerca de 30% dos custos de operação da edificação. (VALE, 2006)

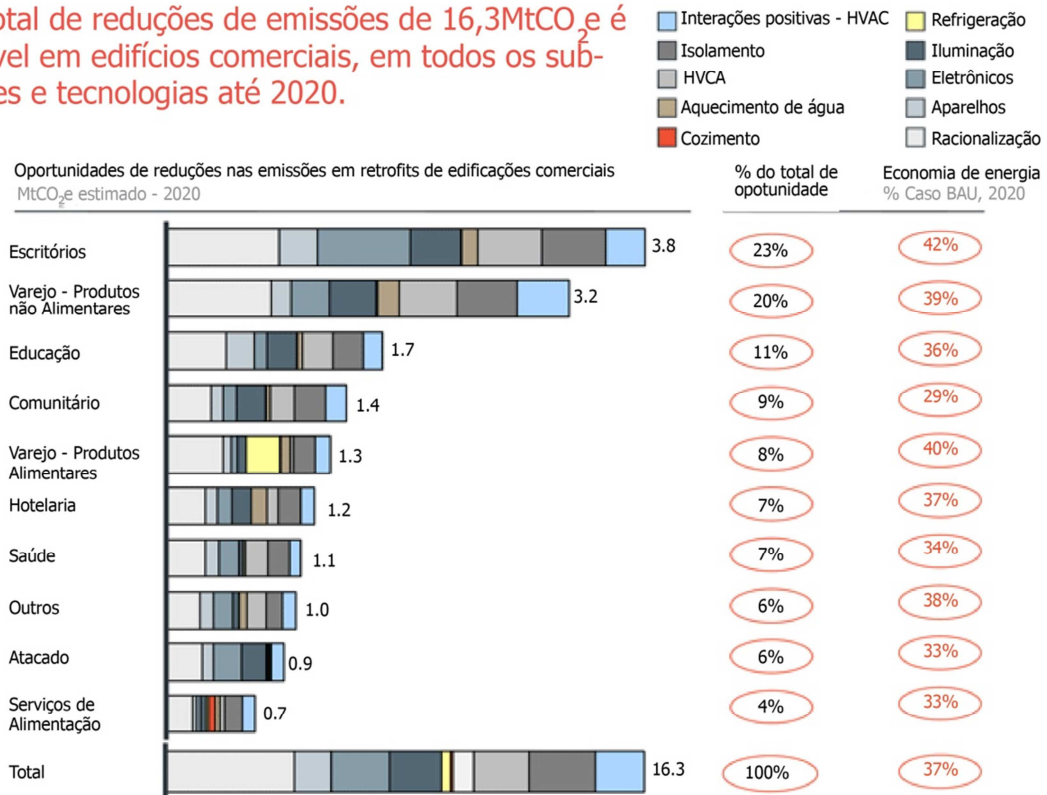
Além disso, como o processo traz mais conforto para o usuário e torna a edificação mais atrativa para o uso, pode ser um grande facilitador da reabilitação urbana. Em se tratando dos centros urbanos consolidados e abastecidos por infraestrutura, a vantagem econômica é visível, pois evita os gastos para adequar novas áreas afastadas do centro ao uso e habitação. E trazer a população de volta para os centros, acaba por se tornar uma vantagem social. A especialização do centro como uma área comercial e de serviços faz com que as áreas fiquem desocupadas quando essas atividades não estão em funcionamento. A presença de moradores, por exemplo, traz uma demanda para que novos serviços funcionem em diversos horários e isso traz vitalidade para a região.

Ainda existem também as vantagens ambientais. Um estudo feito na Austrália, específico para edificações comerciais, mostra que é possível atingir redução da emissão de gás carbono em torno de 16.3MtCO₂e, e redução de gastos com energia de cerca de 37%, como podemos ver na figura abaixo.

Figura 4 Oportunidades de reduções de emissões em edificações comerciais

Fonte: Climate Works Australia – Relatory to the Australian Carbon Trust (2010)

Um total de reduções de emissões de 16,3MtCO₂e é possível em edifícios comerciais, em todos os sub-setores e tecnologias até 2020.



Outra questão que tange o processo é que nem sempre é fácil demolir um edifício dependendo da área em que ele se encontra, principalmente se o edifício for tombado. O *retrofit* é uma possibilidade que viabiliza o uso dessa edificação. E dependendo da legislação da cidade, pode ser mais vantajoso em termos do coeficiente de aproveitamento. (VALE, 2006)

Porém, o *retrofit* em alguns casos, esbarra nos aspectos técnicos. Quanto mais antiga for a edificação, maior será a intervenção que será realizada e isso pode onerar o empreendimento de forma a inviabilizá-lo.

A ausência de uma legislação específica para o processo de *retrofit* é um obstáculo a ser vencido. Atualmente os parâmetros utilizados para as edificações que estão sendo reabilitadas são os mesmos que os de edificações novas. Mesmo a nova lei de desempenho NBR15575 (ABNT, 2013), que traz diretrizes de conforto e

eficiência energética, acústica e térmica não é aplicável a edifícios que passam por *retrofit*.

Logo, percebemos que o mercado da construção civil ao passo que pode encontrar muitas oportunidades no *retrofit*, também encontra muitos problemas no que tange a viabilidade do processo. Assim, cabem estudos que esclareçam a aplicabilidade da técnica na atualização dos edifícios.

2.2.4 *Retrofit* como ferramenta de atualização dos edifícios.

No parque edificado das grandes cidades, geralmente encontramos muitas edificações que estão aptas a passar por um processo de *retrofit*. Podemos citar ações que buscam a modernização e a atualização do ambiente construído para torná-lo atual, tais como: implantação de soluções de controle de gastos energéticos, instalação de itens de segurança e conforto do usuário, implantação ou atualização de sistemas de telefonia e informática e de sistemas de prevenção de incêndio, atualização do sistema elétrico e hidráulico e renovação de materiais de revestimento da edificação sem que as características originais da construção quando se tratarem de edifícios históricos. (VALE, 2006). Além disso, o *retrofit* trabalha com conceitos de sustentabilidade, uma vez que busca preservar elementos da edificação ao invés de substituí-los.

O processo não necessariamente precisa ser aplicado às edificações antigas. Algumas vezes edificações com pouco mais de 15 anos já precisam de uma atualização nos seus sistemas prediais. Ou ainda em edificações inacabadas ou abandonadas. Para Croitor (2008), várias são as justificativas para o processo de *retrofit*.

- Aproveitamento da infraestrutura existente no entorno e da sua localização;
- Impacto na paisagem urbana;
- Preservação do patrimônio histórico e cultural;
- déficit habitacional e a sustentabilidade ambiental;

- mais econômica e eficiente que a desconstrução seguida de uma reconstrução.

Mas os níveis de intervenção da reabilitação variam de acordo com o grau de intervenção que se deseja. Normalmente os projetos de reabilitação acabam esbarrando em limitações arquitetônicas e físicas da edificação. Edifícios comerciais, com espaços mais amplos são consideravelmente mais fáceis de intervir do que edificações com espaços internos bem definidos, como hotéis por exemplo. Conhecer o nível de degradação da edificação também é essencial para que a requalificação seja capaz de suportar acréscimos de carga, de sistemas de automação, etc.

Portanto, não devemos nos ater apenas aos aspectos técnicos da edificação quando estamos analisando os processos para *retrofit* e readequação das edificações. Há de se ter a percepção do todo, do meio urbano e ambiental no qual está inserida. Por isso é importante avaliarmos as questões de sustentabilidade e meio ambiente que permeiam o tema.

2.2.5 Parâmetros de sustentabilidade no processo de *retrofit*.

Uma construção sustentável é aquela que promove alterações conscientes no entorno, atendendo as necessidades de uso e ocupação do homem, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo assim qualidade de vida para as gerações atuais e futuras. Une a contribuição ambiental às reduções de custo de manutenção e operação se comparados aos edifícios tradicionais. Um edifício com diretrizes sustentáveis é o resultado de várias soluções projetuais e tecnologias, minimizando o uso de recursos naturais e os resíduos produzidos. (MORAES, 2011).

Os espaços são construídos para cumprir funções. A partir do momento em que a edificação se torna obsoleta e deixa de cumprir essas necessidades de forma eficaz, acaba se tornando subutilizada ou sendo abandonada, ficando a mercê da deterioração do tempo e do vandalismo depredatório dos grandes centros urbanos. (VALE, 2006). O *retrofit* vem como uma forma de aumentar o ciclo de vida da edificação, possibilitar o seu uso e reabilitar áreas degradadas, assim como

preservar aspectos históricos e culturais relevantes e melhorar as condições ambientais das cidades.

Inicialmente, a preocupação ambiental era voltada para o consumo de energia. Hoje a questão do impacto ambiental permeia outros aspectos da construção civil. Segundo o relatório do *United Nations Environment Programme* (UNEP) publicado em 2007, a construção civil é um dos setores que mais consome recursos naturais, além de ser responsável por cerca de 25 a 40% consumo de energia, 30 a 40% das emissões de gases do efeito estufa (CO₂, N₂O, CH₄, HFC, PFC, SF₆) e 30 a 50% da geração de resíduos sólidos.

O resultado esperado para uma construção sustentável é que seja uma solução viável para os contextos do tripé da sustentabilidade, ou seja, satisfaça tanto os aspectos ambientais quanto os sociais e econômicos.

O quadro 01 mostra as prioridades e características do desenvolvimento sustentável aplicadas à construção civil (MORAES, 2011).

Quadro 1 Característica do desenvolvimento sustentável na construção civil
Fonte: MORAES (2011)

ASPECTOS	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Grau de pobreza e educação. • Condições de trabalho. • Moradia e habitação. • Cultura e tradições. • Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonte de renda aos trabalhadores. • Oportunidade de educação aos trabalhadores. • o ambiente de trabalho e do lar. • Respeito à cultura e tradições locais.
AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas e práticas locais. • Clima. • Recursos naturais disponíveis. • Tecnologias existentes. • Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivo à melhoria das políticas e práticas do mercado. • Adaptação de projeto, materiais e tecnologias às práticas de sustentabilidade. • Considerações de clima incorporadas ao projeto. • Preservação / racionalização de recursos naturais. • Gestão ambiental da execução das obras.
ECONÔMICO	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento industrial. • Geração e distribuição de renda. • Recursos naturais disponíveis. • Tecnologias existentes. • Leis e regulamentações existentes. • Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria nos processos de produção. • Gestão ambiental dos processos de produção. • Redução de custos ao longo do ciclo de vida e conseqüente aumento de lucratividade. • Acesso a financiamentos especiais. • Imagem positiva no mercado; • Alterações de leis e regulamentações.

Portanto a incorporação de parâmetros de sustentabilidade ecológicos na reabilitação dos edifícios contribui para um desenvolvimento urbano sustentável considerando os novos paradigmas ambientais.

Vale (2006) estabelece algumas posturas técnicas arquitetônicas para a reabilitação e manutenção de edificações em centros urbanos. São elas:

- a) O projetista deve delinear suas proposições projetuais objetivando a melhoria do uso do edifício, flexibilidade e adaptabilidade arquitetônica dos espaços, minimizando a utilização de recursos naturais de forma a racionalizar materiais e energia na execução do processo do *retrofit*;
- b) Na elaboração do projeto de readequação da edificação, onde se devem antever os impactos ambientais resultantes da interface entre o meio construído e o meio natural, possibilitando desta maneira minimizar as resultantes desta interação. Logo, faz-se necessário planejar a adequada destinação dos materiais resultantes das demolições, sendo sempre que possível utilizá-los na própria obra; na forma de reaproveitamento ou através da reciclagem;
- c) Utilizar sempre que possível os princípios bioclimáticos integrados aos condicionadores artificiais (aos quais devem ser inserir conceitos de auto sustentabilidade energética) para o controle térmico dos espaços internos da edificação. Neste ponto, o partido arquitetônico deve procurar possibilitar a integração dos sistemas naturais aos sistemas artificiais (mesclando iluminação, ventilação e aeração natural a sistemas artificiais de tecnologia limpa). Assim os recursos técnicos e energéticos devem adequar-se à função do edifício;
- d) Cabe ao produtor do entulho e outros resíduos resultantes da obra a destinação correta destes, sendo que a sua participação passa a ser decisiva na sustentabilidade das atividades de recuperação, manutenção e restauração das edificações. Desta forma faz-se necessária à separação seletiva do entulho para que este possa ter uma destinação ambientalmente correta. Desta forma, três são as destinações possíveis em uma obra, são elas: a sua utilização na forma de reuso ou reciclagem na própria obra; no

- envio para reciclagem ou reuso (usinas de reciclagem, depósitos de materiais de demolição, cemitério de azulejos); ou em última hipótese destiná-lo para aterros sanitários legalizados;
- e) A utilização dos sistemas naturais de controle térmico (insolação, ventilação) deve ser explorada ao máximo e os mecanismos artificiais devem ser eficientes;
 - f) Devem-se incorporar ao edifício, no processo de *retrofit* arquitetônico, materiais ambientalmente corretos que possam, na medida do possível, atender as recomendações de ser renovável e/ou não esgotar os recursos naturais, não agredir o meio ambiente e contribuir para a sua melhoria;
 - g) E, por último, deve agregar valores de sustentabilidade ecológicos à tecnologia voltada para a construção civil.

Assim, os parâmetros de sustentabilidade buscam não somente um edifício ambientalmente correto, mas também um edifício saudável que propicie conforto ao ser humano.

2.3 O CASO DE CURITIBA

2.3.1 Caracterização e histórico

Curitiba é a capital do Paraná, localizada na latitude 25°25'40"S e longitude 49°16'23"W no Primeiro Planalto do Paraná e é banhada por afluentes do rio Iguaçu, principalmente o Belém e o Ivo.

A cidade surgiu no início do século XVII pela atividade mineradora e em 1693 foi a primeira vila do território. Com a instituição da Província do Paraná em 1853 e intencionando ser a capital da província, Curitiba passou por sua primeira reorganização e reestruturação.

Isso atraiu muitos imigrantes e fez com que o centro tivesse um aumento de sua atividade de comércio e serviço. Porém esse aumento populacional fez com que

os problemas de infraestrutura da cidade se agravassem, o que culminou com a criação do primeiro Código de Posturas de Curitiba em 1895.

O planejamento urbano veio em 1943 com o Plano Agache que incluía medidas de saneamento básico, reestruturação viária e definições de zoneamento. Na década de 60, foi desenvolvido o plano urbanístico que está em vigor nos dias de hoje. Ele foi implantado em 1971 e instituía mudanças físicas, econômicas e culturais na cidade. Foram instituídas as grandes vias de ligação da cidade, os parques e novos parâmetros de zoneamento.

Figura 5 Vista aérea de Curitiba em 1935

Fonte: Curitiba Antiga (2014)



Hoje, Curitiba conta com uma população de 1.848.946 habitantes (estimativa IBGE, 2013), possui um PIB de R\$58milhoes/ano e possui um dos IDHM mais alto do Brasil (0,823), considerado muito alto segundo o Atlas de Desenvolvimento do Brasil de 2013.

2.3.2 Análise da área central

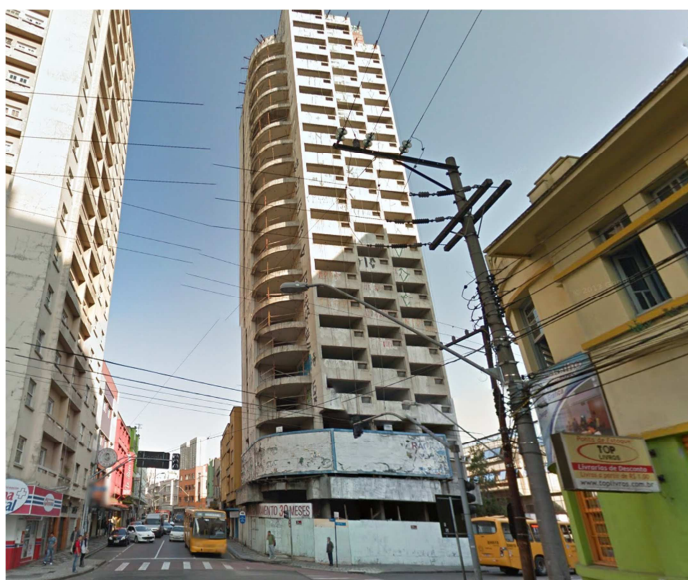
Como já abordamos, o centro de Curitiba foi a primeira área a se desenvolver na cidade e abrigava não só as atividades do comércio lojista como as residências das famílias influentes, instituições de ensino, entre outros. Era o ponto de encontro da população. Até a década de 80, o centro era pouco atingido por problemas de

ordem urbana e social, como por exemplo, a violência. Hoje sofre com o processo de degradação e abandono. (SOUZA et al, 2013).

O Centro passou por um processo de estagnação e até mesmo esvaziamento, registrando no ano 2000, um crescimento populacional de -2,33% (IPPUC, 2002). Em contrapartida, as ocupações nas regiões metropolitanas continuaram avançando em direção às áreas ambientalmente frágeis. Esse panorama mostra que a região central tem um papel importante para a sobrevivência sustentável da metrópole (HARDT, 2006).

Figura 6 Edificação abandonada na fase de construção.

Fonte: autora(2014)



Curitiba conta hoje com aproximadamente 59mil domicílios vagos (IPARDES, 2013). Grande percentual desse número se encontra no centro da cidade. O grande número de edificações abandonadas, degradadas ou subutilizadas mostra o potencial que a área central tem para a aplicação do processo do *retrofit*.

2.3.3 Patologias das edificações

As áreas centrais consolidadas geralmente apresentam edificações que são recursos importantes para a configuração do tecido urbano. Apesar disso, grande parte do parque edificado das grandes cidades apresenta um estado de degradação

física e estrutural e principalmente uma inadequação funcional aos padrões de salubridade, conforto e segurança. (LOPES, 2010)

O termo patologia é utilizado de forma a mencionar e relacionar os problemas e falhas que ocorrem na fase de concepção, execução e utilização da edificação, gerando diversas causas para o surgimento de anomalias.

Os problemas mais comuns são citados por Lopes (2010):

- Tipologia incompatível com o uso;
- Mau estado de conservação e degradação;
- Soluções construtivas ineficientes;
- Uso de materiais de baixa qualidade;
- Problemas de salubridade, como a falta de isolamento térmico, ventilação ou isolamento acústico.

Uma análise superficial nas edificações do centro de Curitiba nos permite apontar que grande parte das patologias se dá em função do abandono das edificações. As edificações abandonadas ficam a mercê do desgaste do tempo, vandalismo, etc.

Figura 7 Edificações degradadas na Rua São Francisco

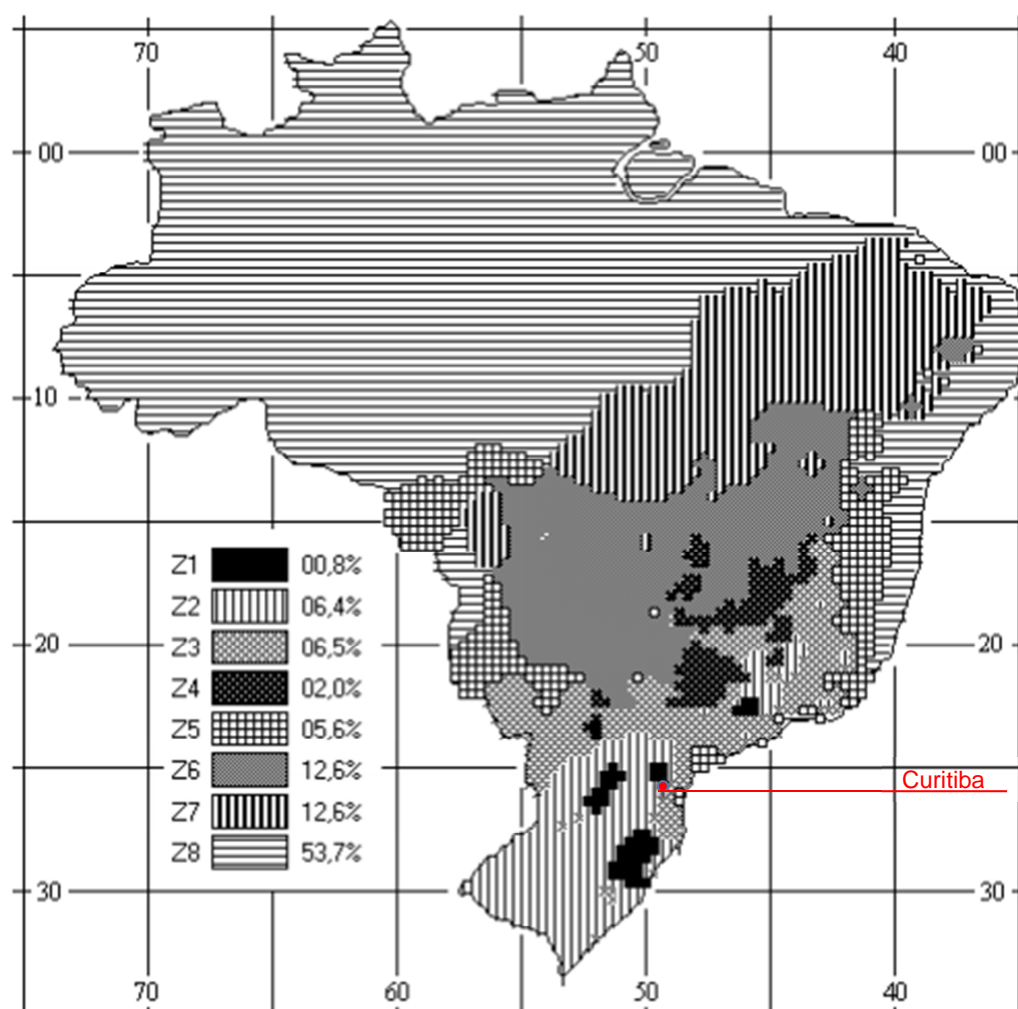
Fonte: autora (2014)



Mesmo edificações ocupadas sofrem com problemas como a umidade por exemplo. A falta de ventilação, o insuficiente isolamento térmico da envolvente do edifício e o insuficiente aquecimento nos períodos frios podem provocar o aumento da umidade e o surgimento de bolores e fungos (LOPES, 2010). A falta de uma manutenção preventiva periódica também pode agravar esses problemas.

Ainda encontramos problemas decorrentes de soluções de projeto inadequadas. Curitiba, segundo o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, mostrado na figura 8 se encontra na Zona 1.

Figura 8 Mapa do zoneamento Bioclimático
Fonte: NBR 15220 (ABNT, 2005).



Portanto as edificações deveriam seguir diretrizes projetuais de conforto térmico ABCF de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 1 Estratégias de condicionamento térmico

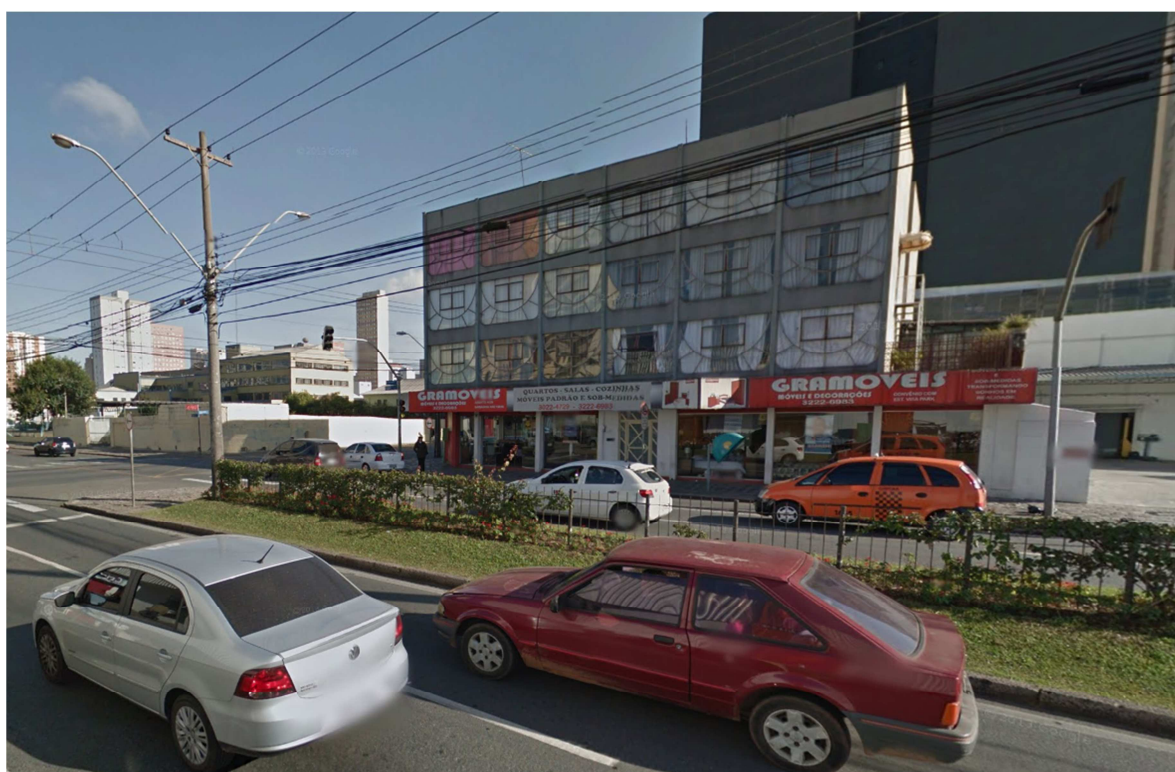
Fonte: NBR 15220 (ABNT, 2005).

Estratégia	Detalhamento
A	O uso do aquecimento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por frio.
B	A forma, a orientação e a implantação da edificação, além da correta orientação das superfícies envidraçadas, pode contribuir para otimizar o aquecimento no período frio através da incidência de radiação solar. A cor externa dos componentes também desempenha papel importante no aquecimento dos ambientes através do aproveitamento da radiação solar.
C	A adoção de paredes internas mais pesadas pode contribuir para manter o interior da edificação aquecido
D	Caracteriza zona de conforto térmico. (a baixas umidades)
E	Caracteriza zona de conforto térmico.
F	As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes.
G e H	Em regiões quentes e secas, a sensação térmica no verão pode ser amenizada através da evaporação da água. O resfriamento evaporativo pode ser obtido através do uso de vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja resfriar.
H e I	Temperaturas internas mais agradáveis também podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem.
I e J	A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada a porta deverá ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos.
K	O uso do resfriamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação térmica de desconforto térmico por calor.
L	Nas situações em que a umidade relativa do ar for muito baixa e a temperatura do ar estiver entre 21°C e 30°C, a umidificação do ar proporcionará sensações térmicas mais agradáveis. Essa estratégia pode ser obtida através da utilização de recipientes com água e do controle de ventilação, pois esta é indesejável por eliminar o vapor proveniente de plantas e atividades domésticas.

Muitas vezes o que encontramos são edificações que não levam em consideração essas diretrizes. Como exemplificado, por exemplo, pela edificação da figura 7, localizada na Av. Visconde de Guarapuava. A edificação tem suas aberturas voltadas para as faces norte e sul. As aberturas da face norte não recebem insolação pela interferência dos prédios no entorno e a fachada sul, que concentra quase uma totalidade da área envidraçada da edificação, além de não receber nenhuma incidência solar, é responsável pela perda de calor e possível desconforto térmico e possíveis implicações para a saúde humana.

Figura 9 Edificação na Av. Visconde de Guarapuava

Fonte: autora (2004)



Encontramos ainda casos onde o uso excessivo de planos envidraçados, voltados para a face norte e sem uma proteção solar adequada causa o sobreaquecimento do interior da edificação aumentando a necessidade energética advindas do uso de equipamentos para o condicionamento do ar (figura 8).

Figura 10 Edificação comercial na Rua Emiliano Pernetá

Fonte: autora (2004)



Os problemas citados acima, somados à problemas como iluminação natural, qualidade do ar, falta de conforto acústico, entre outros, torna essas edificações ideais para receberem o processo de *retrofit*, pois além de possibilitarem o uso, no caso das edificações abandonadas, também contribuem para o conforto dos usuários e redução do impacto ambiental da edificação.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Essa pesquisa é de caráter exploratório, e objetiva explorar estratégias para a requalificação ambiental de edificações habitacionais nos centros urbanos.

3.1.1 Delimitação do trabalho

Os objetos de interesse de estudo são as edificações habitacionais situadas no Centro, em Curitiba, estado do Paraná (Brasil), que se encontram em estado de degradação, subutilização ou abandono e que estejam aptas para receber um processo de readequação.

3.2 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

O protocolo de processo de dados é um instrumento que permite a sistematização das regras e procedimentos para levantamento de dados.

Através da busca de referenciais teóricos de pesquisa, discorre-se sobre os conceitos da reabilitação predial, dando enfoque ao processo do *retrofit*. Abordamos aspectos históricos e sua conceituação, referências, suas vantagens e desvantagens e uma análise de alguns parâmetros de sustentabilidade relevantes à edificação. Apresenta uma análise sobre a ocupação da área central da cidade de Curitiba, bem como as patologias recorrentes nas edificações, muitas vezes ocasionadas em função da inadequação das soluções de projeto à zona bioclimática na qual estão inseridas.

Na sequência é apresentado o método para o levantamento de dados que servirão de base para a constituição das fichas de avaliação dos critérios de conforto e do *checklist* do processo de requalificação.

Apresentam-se ainda algumas abordagens no que diz respeito às tecnologias que podem ser implantadas no edifício, bem como suas vantagens e formas de aplicação. Abordam-se também como se dá a escolha dos critérios de avaliação dos níveis de conforto existentes e quais são os requisitos e métodos de avaliação de cada quesito.

A partir do referencial teórico e dos critérios apresentados, foi desenvolvido um método para apoio ao processo de requalificação ambiental das edificações. Este é composto por fichas de avaliação, apresentada no quadro 02, e por um *checklist* (quadro 03) a fim de sistematizar as informações obtidas e enfim chegar as conclusões finais sobre o processo de requalificação.

Quadro 2 Ficha genérica de análise do empreendimento
Fonte: a autora (2014)

Etapa em execução		Referência
Nº da ficha	Identificação da ficha	Responsável pela elaboração da ficha
		Data de preenchimento da ficha

Elementos	Campos de preenchimento da ficha, com itens a serem analisados.

O modelo pode ser adaptado em função das necessidades da obra ou das demandas dos proprietários, por exemplo. Mas em geral, as fichas serão divididas em duas partes principais, o cabeçalho, que tem por objetivo a identificação rápida da etapa do processo, os responsáveis e as datas nas quais foram preenchidas. E o corpo da ficha, que é o conteúdo relativo à cada elemento da edificação que é pertinente de ser avaliada.

Quadro 3 Checklist genérico de apoio ao método
Fonte: a autora (2014)

Etapa em execução		Referência
Nº da ficha	Identificação da ficha	Responsável pela elaboração da ficha
		Data de preenchimento da ficha

FASE DO PROCESSO			
Ação	Sim	Não	Não Aplicável
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Foi feito um enquadramento do processo de reabilitação com a construção sustentável e os respectivos critérios de avaliação através da elaboração do *checklist*, que relaciona as ações e medidas de sustentabilidade na construção, com todas as fases do processo de readequação sustentável.

Tais quais as fichas de avaliação o *checklist* também é dividido essencialmente em duas partes: o cabeçalho e o corpo da ficha com são as ações que deverão ser realizadas a cada fase e lacunas de que mostram o atendimento ou não a essas ações.

4 POSSÍVEIS ÁREAS DE INTERVENÇÃO – TECNOLOGIAS

4.1 TELHADOS VERDES

A urbanização desenfreada dos centros urbanos não planejados ambientalmente tem acarretado problemas de níveis sociais e ambientais. O aumento da temperatura, as grandes emissões de dióxido de carbono, as ilhas de calor e a baixa qualidade do ar contribuem para a insalubridade dos centros urbanos das grandes cidades.

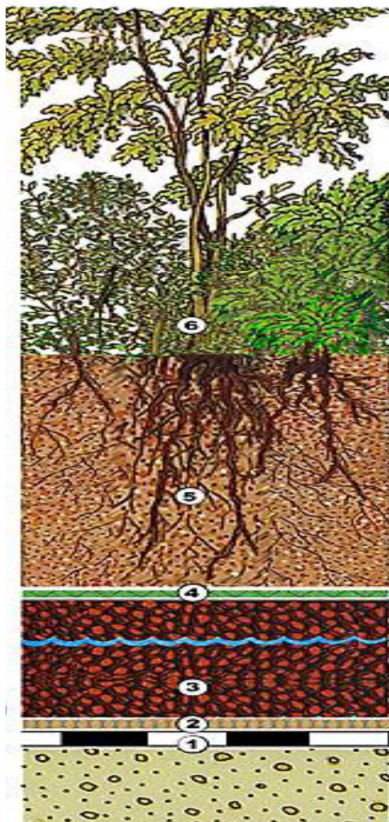
As coberturas são a parte da edificação que mais sofre com stress térmico, e consequentemente necessitam de manutenções constantes para manter suas funcionalidades, o que acaba onerando os custos de operação das edificações.

A incorporação de coberturas verdes em 10% a 20% nas edificações centrais poderiam melhorar os problemas citados, principalmente no que tange a questão da redução da temperatura e purificação do ar. (SAVI apud Minke, 2012). Em relação aos benefícios do telhado verde podemos citar a redução das ilhas de calor nas grandes cidades, através da evapotranspiração das vegetações e a redução da variação de temperatura da cobertura, pois impede a incidência solar direta sobre a laje de cobertura. Além de contribuir para a obtenção de um microclima mais agradável no entorno da edificação, também contribui para uma redução da temperatura dos ambientes funcionando como isolante térmico. Contribui ainda para a retenção das águas pluviais e consequente diminuição dos excedentes nos sistemas de drenagem urbanos.

Ainda podemos citar a filtragem do ar poluído, a melhora no desempenho acústico das edificações, e o funcionamento como filtro natural de águas de chuva, que aliado a um sistema de coleta de águas pluviais, elimina a necessidade do uso de filtros artificiais para uso da água para fins não potáveis.

Essencialmente os telhados verdes podem ter duas tipologias: Intensivos e Extensivos. Os telhados intensivos são geralmente associados ao ajardinamento e, portanto necessitam de manutenções mais frequentes. Esse sistema tem algumas exigências, como por exemplo, o uso de um substrato mínimo de 30cm. (SAVI, 2012)

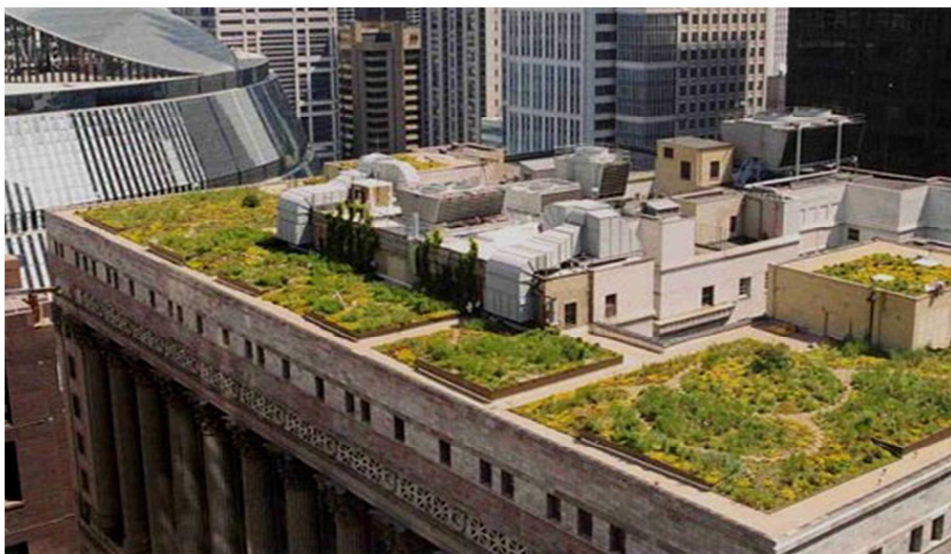
Figura 11 Camadas Telhado verde Intensivo
Fonte: Greenroofservice (2012)



Coberturas Verdes Intensivas

6. Plantas, vegetação
5. Substrato/solo para CV intensiva
4. Camada de filtro permeável às raízes
3. Camada de drenagem e capilaridade
2. Camada de proteção e armazenamento
1. Pavimento de cobertura, isolante, impermeabilização.

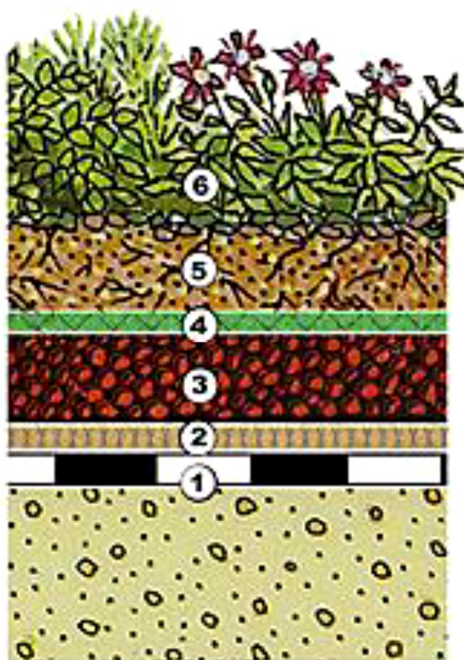
Figura 12 Exemplo de telhado verde intensivo – Chigago City Hall
Fonte: Inhabitat (2011)



Já as coberturas extensivas necessitam de pouca ou nenhuma manutenção. Exige um substrato de 10cm de espessura e a utilização de plantas de baixa manutenção. (SAVI, 2012)

Figura 13 Camadas telhado verde Extensivo

Fonte: Greendridroofs (2012)



Coberturas Verdes Extensivas

6. Plantas, vegetação
5. Substrato/solo para CV extensiva
4. Camada de filtro permeável às raízes
3. Camada de drenagem e capilaridade
2. Camada de proteção e armazenamento
1. Pavimento de cobertura, isolante, impermeabilização.

Figura 14 Exemplo de telhado verde Extensivo – Bronx County Council

Fonte: Bronx Council for Environmental Quality (2008)



Uma comparação entre as duas tipologias nos permite afirmar que a mais adequada para a utilização em processos de *retrofit* seria a técnica extensiva, pois a necessidade de uma camada menor de substrato confere a edificação uma sobrecarga menor. Segundo Köehler, o peso de uma estrutura extensiva é semelhante ao peso das coberturas que utilizam telhas de concreto. Além disso, a pouca necessidade de manutenção é uma vantagem, visto que as coberturas dos edifícios nem sempre possuem fácil acesso.

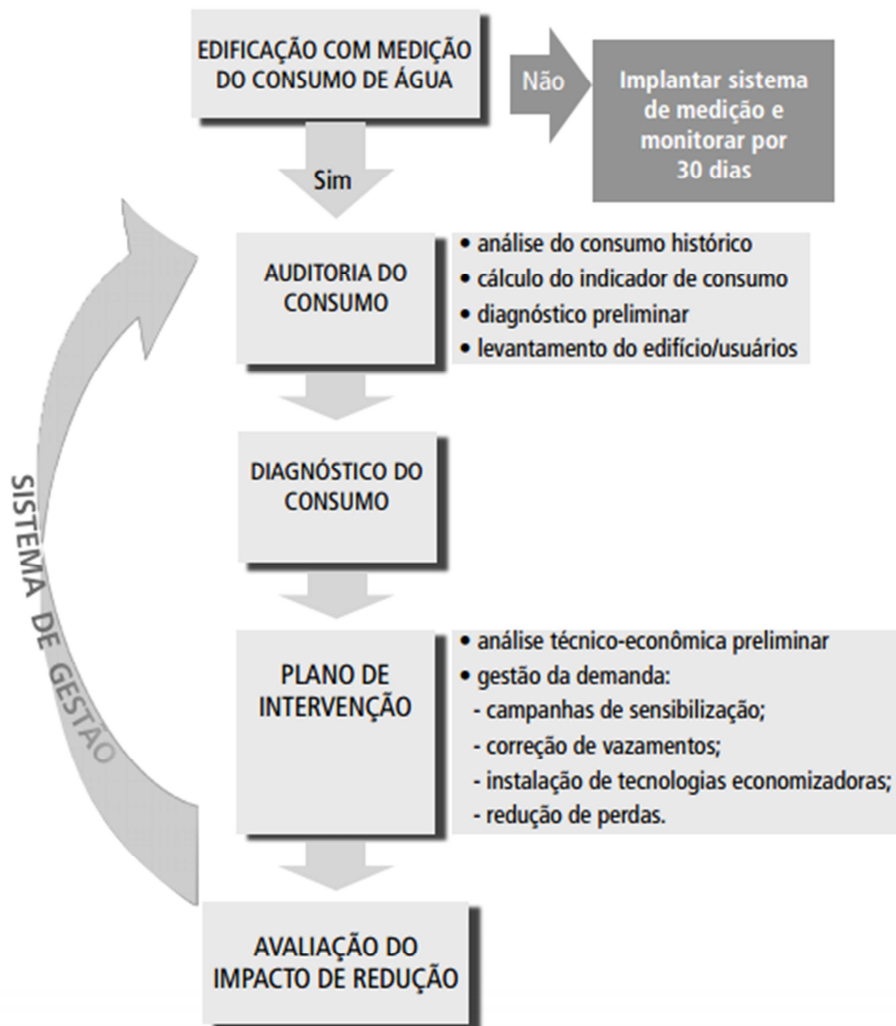
4.2 REUSO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

A crescente escassez de recursos hídricos somada ao crescimento das cidades e as concentrações populacionais que acabam exercendo fortes pressões no aumento do consumo e no agravamento das condições de qualidade dos mananciais existentes, faz com que as técnicas de reuso de água sejam um recurso importante para o consumo sustentável de recursos hídricos. O reuso de água também contribui para a preservação de água potável para as funções que exigem essa potabilidade.

Se analisarmos os padrões de consumo de água em edificações residenciais, percebemos que este se concentra principalmente entre atividades de limpeza e higiene. Já em edificações comerciais e públicas esses gastos estão mais ligados aos usos domésticos (geralmente ambientes sanitários), para refrigeração de sistemas de ar condicionado e irrigação.

Em termos de conservação, pode-se aplicar no edifício o Programa de Conservação de água (PCA), que objetiva principalmente melhorar o consumo e reduzir o volume de efluentes gerados. Um PCA se desenvolve conforme a figura 11:

Figura 15. Programa de conservação de água em edificações existentes
Fonte: FIESP (2005)



Já os sistemas de reuso com a utilização de fontes alternativas de abastecimento de água devem considerar não somente os custos envolvidos na implantação do sistema, mas também os custos relativos à descontinuidade do fornecimento e a necessidade de se garantir a qualidade necessária a cada uso específico.

As fontes consideradas para esse sistema são: águas cinza, águas pluviais e águas de drenagem.

A água cinza é o efluente doméstico que não possui contribuição de vasos sanitários e pias de cozinha, ou seja, é proveniente de pias, tanques, chuveiros etc. Como possui a contribuição de vários equipamentos e pode variar de acordo com os

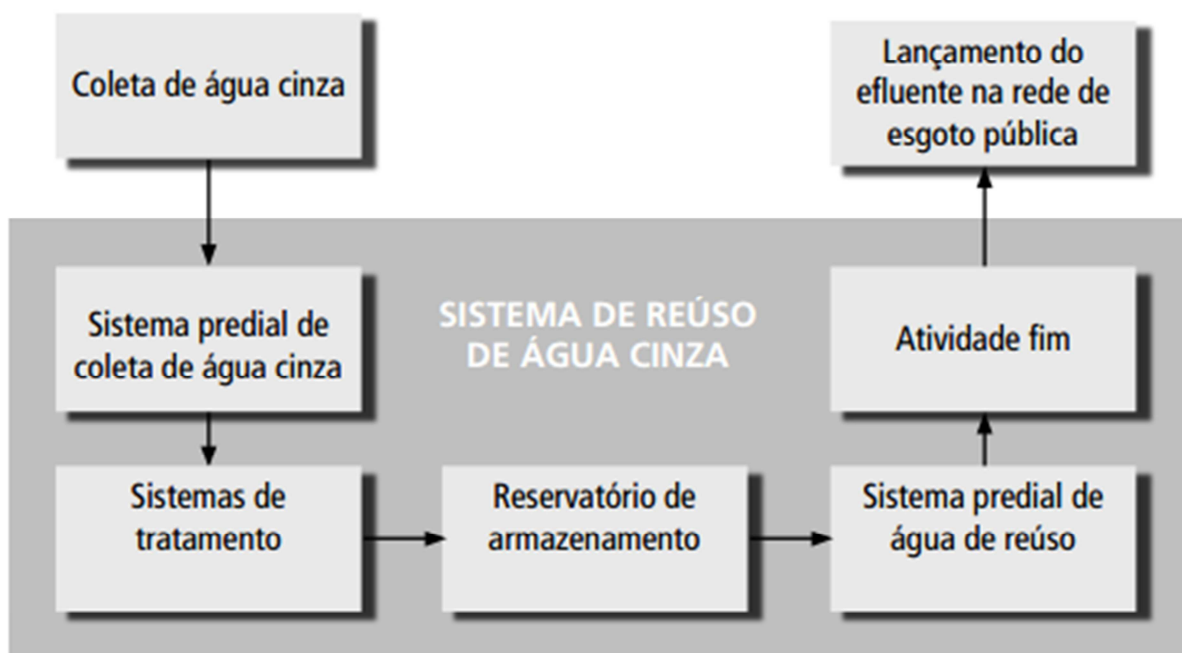
costumes dos usuários, é passível de contaminação. Portanto além de obedecer a alguns parâmetros de potabilidade é recomendável que o sistema hidráulico destinado ao tratamento e distribuição de água de reuso proveniente de água cinza seja completamente separado do sistema hidráulico de água potável da concessionária, sendo proibida a conexão cruzada entre esses dois sistemas. (FIESP, 2005).

É importante ressaltar que em edifícios comerciais a quantidade de água disponível para utilização no sistema de reuso de águas cinza é relativamente pequena se comparada a edifícios residenciais, pois as fontes são quase que exclusivamente os lavatórios. Portanto é necessário um estudo de viabilidade de custo para a implantação do sistema.

O reuso de águas cinza propicia vários benefícios ambientais, visto que, colabora com o uso sustentável dos recursos hídricos, diminui a poluição dos mananciais e estimula o uso racional e a conservação de água potável.

A figura 15 mostra os principais elementos de um sistema de reuso de águas cinza.

Figura 16. Sistema de reuso de água cinza
Fonte: FIESP (2005)

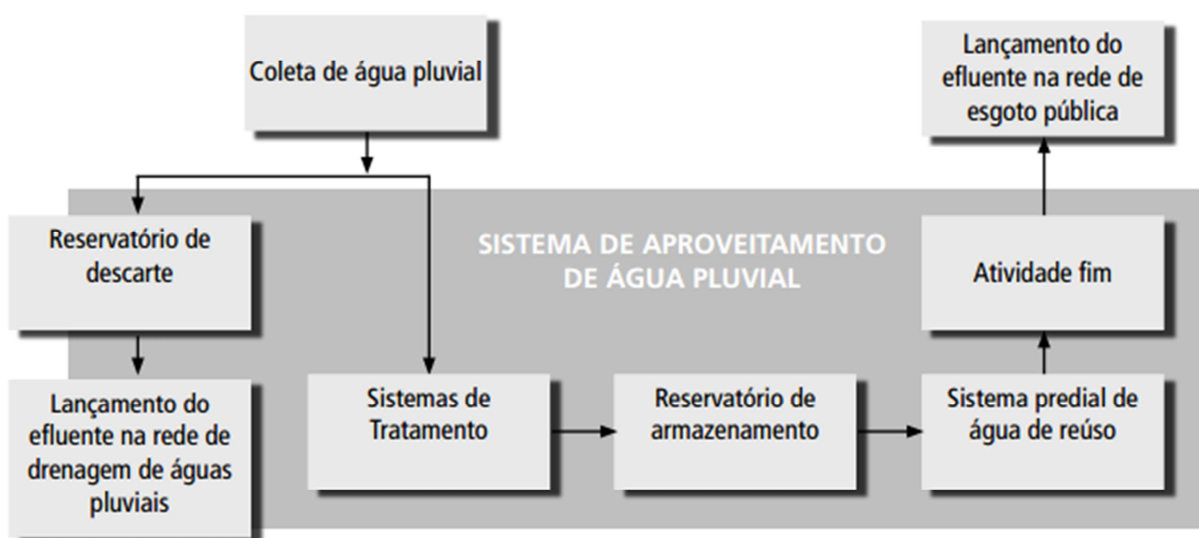


Já as águas provenientes da captação de águas pluviais também requerem uma gestão de qualidade e quantidade, tal qual o sistema de águas cinza. As águas pluviais podem ser utilizadas desde que haja o controle da sua qualidade e a verificação da necessidade de tratamento. Para o dimensionamento do sistema deve-se levar em conta a área disponível para coleta, a vazão da água de acordo com os índices pluviométricos da região, a demanda estimada para o uso e a reserva de água para períodos de seca (FIESP, 2005). Vale lembrar que Curitiba instituiu o PURAE – Programa de Conservação e Uso Racional de Água nas Edificações em 2006 e este torna obrigatório o uso nas edificações novas, a presença de mecanismos de coleta de água pluvial para usos não potáveis.

O uso de sistemas de coleta e uso de águas pluviais propicia além de benefícios de conservação de água, a redução do escoamento superficial e a consequente redução das cargas nos sistemas urbanos de drenagem contribuindo assim para a redução de inundações.

A figura 15 mostra as etapas básicas para a implantação de um sistema de coleta, tratamento e uso de águas pluviais.

Figura 17. Sistema de aproveitamento de água pluvial
Fonte: FIESP (2005)



A redução do consumo de água também passa pela adoção de economizadores de água. O uso de medidores individualizados em condomínios aponta a possibilidade de reduções de até 25% no consumo de água (MENDONÇA, 2007). A adoção de um sistema de medição setorizado traz como benefício o controle de consumo, e facilita também a identificação e localização de vazamentos.

Por se tratar de um *retrofit*, geralmente fica mais difícil a incorporação de medidores setorizados, pois o sistema predial normalmente é concebido de forma vertical. Mas é possível a implantação tanto do sistema de reuso de águas cinza quanto o de águas pluviais, sendo que a coleta desses pode ser feita através do sistema de telhados verdes já apresentados.

4.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética é um dos focos da sociedade atual. As edificações se tornam a área de intervenção prioritária devido a sua influência no excessivo consumo de energia elétrica. Segundo dados do Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL), as edificações são responsáveis por aproximadamente 44,5% do consumo de energia elétrica do Brasil. Muito desse aumento se dá pelo aumento dos padrões de conforto da sociedade, como por exemplo, com o aumento da utilização de equipamentos de condicionamento de ar.

A diminuição desse consumo não pode passar pela redução do conforto, mas sim pela reabilitação da envoltória dos edifícios e pela utilização de sistemas e equipamentos mais eficientes.

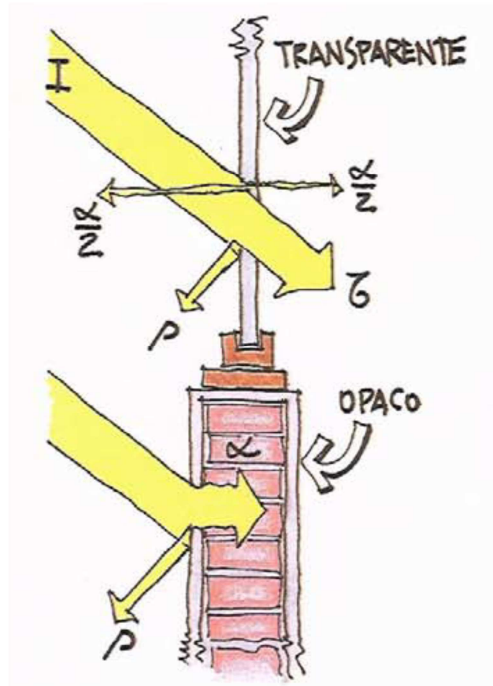
4.3.1 Envoltória do edifício

A envoltória do edifício é onde ocorrem as trocas de energia (luz ou calor) entre os meios interior e exterior. A radiação solar incidente nesse envelope é um problema, pois os materiais se comportam de formas diferentes à exposição. A radiação que for transmitida para dentro do ambiente influenciará nas condições de

conforto, sendo uma das principais responsáveis pelos ganhos térmicos em ambientes. (LAMBERTS et al, 1997).

Podemos dividir os fechamentos em duas categorias: os fechamentos opacos e os fechamentos transparentes (figura 17).

Figura 18. Transmissão da radiação nos fechamentos
Fonte: LAMBERTS et al (1997)



Nos fechamentos opacos a transmissão de calor ocorre quando há diferença de temperatura entre o interior e o exterior. A troca térmica vai variar de acordo com a condutividade térmica do material da envoltória. Se for empregado um material com baixa condutividade térmica pode-se reduzir as trocas de calor. Outros fatores importantes a serem considerados são os fluxos e a inércia térmicos, pois esses influenciam na velocidade com que o calor será transmitido para o interior da edificação.

Já os fechamentos transparentes são responsáveis pelas principais trocas térmicas da edificação. Os ganhos térmicos variam de acordo com a orientação e tamanho das aberturas e também o tipo de vidro.

Um dos controladores dos ganhos térmicos da edificação são as proteções solares, que podem ser internas ou externas. As proteções internas são flexíveis e

funcionam basicamente como persianas. Estas, porém não evitam o efeito estufa, já que o calor incidente é transformado em radiação e permanece dentro do ambiente. Ao contrário, as proteções externas podem reduzir a incidência solar e com isso os ganhos térmicos. Porém além de influenciarem nas fachadas, precisam ser dimensionadas de forma a não prejudicar a incidência de luz natural.

Sendo assim, as fachadas de uma edificação que passa pelo processo de *retrofit* podem ser repensadas a fim de melhorar ou diminuir a exposição solar e conseqüentemente ter um melhor controle sobre a temperatura advinda dos ganhos térmicos solares.

4.3.2 Sistemas de aquecimento de água

O aquecimento de água, por chuveiro elétrico, aquecedores elétricos ou solares, pode representar boa parte do consumo elétrico nas edificações.

O consumo representado pelo chuveiro elétrico chega a ser cerca de $\frac{1}{4}$ do consumo total da residência. Apesar do nível de conforto ser pequeno, o baixo custo, a facilidade de manutenção e instalação faz com que esse sistema seja utilizado na maioria das residências brasileiras. (LAMBERTS et al, 1997).

Os sistemas de aquecimento elétrico de passagem exigem um investimento maior no que tange a instalação, pois necessitam de infraestrutura elétrica e hidráulica para a distribuição da água quente.

Já os sistemas de aquecimento solar precisam obedecer algumas peculiaridades para que seu funcionamento seja efetivo como a correta orientação dos coletores solares para aproveitar ao máximo a radiação solar, e a inclinação dependendo da disponibilidade de sol, da região e da época do ano. O sistema é composto pelos coletores, reservatórios térmicos, reservatórios de água, fonte auxiliar de energia e tubulação.

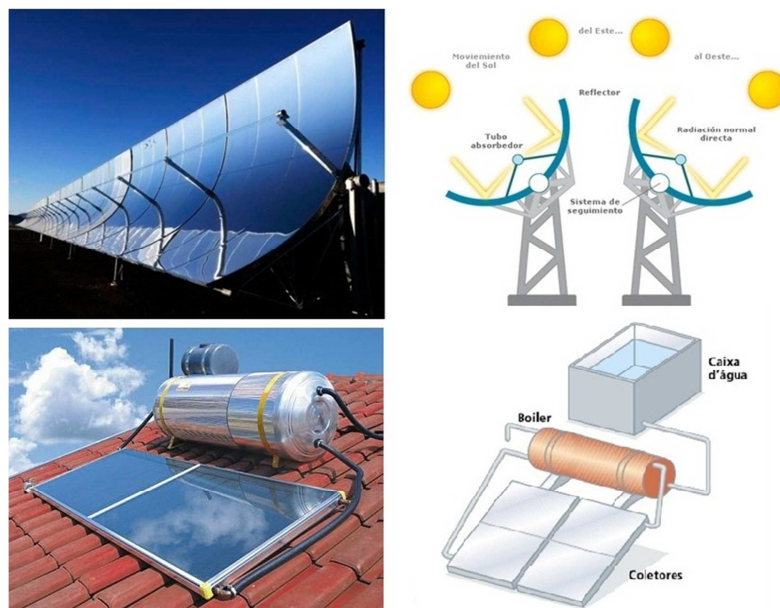
Os coletores são os equipamentos responsáveis por captar a energia irradiada pelo sol e convertê-la em calor útil. São divididos em coletores de concentração e planos (figura 18)

Os coletores de concentração são utilizados para atingir temperaturas mais elevadas a partir da focalização da energia radiante para um absorvedor através de uma lente de Fresnel ou um espelho parabólico. Como é preciso que os

concentradores acompanhem a movimentação do sol, o sistema precisa ser móvel o que o torna caro e complexo e exige manutenção.

Os coletores planos são utilizados em aplicações que precisam de um fornecimento de baixa energia pra atender a temperaturas abaixo de 100°C. São equipamentos mais simples, pois como são fixos, não requerem tanta manutenção quanto os concentradores.

Figura 19. Coletores solar de concentração e planos
Fonte: Essas e outras (2014)



A limitação do uso de energia solar para aquecimento é a defasagem entre a disponibilidade e a hora de consumo. Por isso o sistema necessita de reservatórios de armazenamento isolados termicamente. Essa mesma limitação também faz necessária a existência de uma fonte alternativa de aquecimento para suprir a demanda em períodos de pouca ou nenhuma radiação solar. Esta pode ser elétrica, a gás ou ainda gerada por bomba de calor.

Em processos de *retrofit* é mais interessante que o boiler, utilize a água já aquecida pelo sistema a gás de passagem, pois é mais viável que o sistema com reservatório.

4.3.3 Sistemas de Iluminação

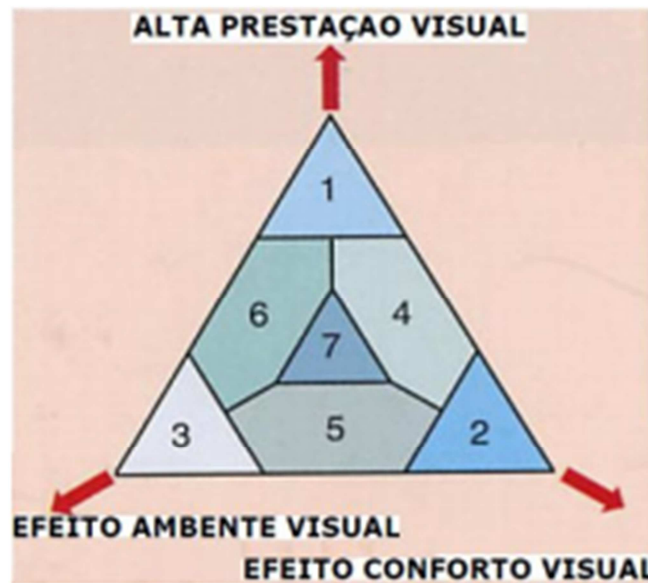
A iluminação é responsável por cerca de 12% do consumo total de energia elétrica em residências e chega a 76% em lojas de varejo no Brasil.

Um sistema de iluminação energeticamente eficiente precisa além de trazer benefícios ambientais e econômicos, fornecer condições adequadas à realização de diversas tarefas por parte dos seus usuários. A adoção de tecnologias mais eficientes não deve, portanto prejudicar o conforto e a satisfação desses usuários.

Pode ser obtido essencialmente considerando duas variáveis principais: o tempo de utilização e a potência instalada. O tempo está associado principalmente à quantidade de iluminação natural nos ambientes que podem reduzir o tempo de utilização dos sistemas de iluminação artificial, bem como a utilização de equipamentos de sensor de presença para áreas onde a ocupação se dá de forma intermitente. Já redução da potência instalada esta associada ao uso de equipamentos energeticamente eficientes tais quais lâmpadas, luminárias, etc. (LOUÇANO, 2009).

Os sistemas de iluminação possuem algumas condicionantes. São elas: a forma, dimensões, elementos presentes no espaço (vigas, pilares, janelas), bem como as estruturas presentes para a instalação de luminárias (forro de gesso, iluminação sobreposta). E dados referentes à utilização do espaço, qual atividade será desempenhada, por qual período de tempo, o perfil dos usuários. As figura 19 e o quadro 2 mostram um diagrama que relaciona conforto, efeito visual e eficiência e as atividades correlacionadas.

Figura 20. Necessidades exigidas para diversos ambientes
 Fonte: LOUÇANO (2009)



Quadro 4 Níveis de eficiência e diferentes ambientes
 Fonte: LOUÇANO (2009)

Número	Exigência	Exemplo do local
1	Alta prestação Visual	Local com terminais de vídeo
2	Elevado Conforto	Sala de reuniões ou local onde se desenvolvam conversações
3	Ambiente visual	Ambiente com um certo prestígio (sala de direcção, por exemplo)
4	Prestação visual + conforto visual	Local cuja actividade principal é a leitura ou a escrita
5	Efeito Visual+conforto visual	Recepção ou hall de entrada
6	Efeito ambiente + prestação visual	Gabinetes de projectos com certo prestígio
7	Efeito visual + confort visual+ prestação visual	Gabinetes de trabalho em geral

Ainda é necessário que se escolha qual será o método de iluminação empregado, a partir da análise do ambiente. Podem ser: geral, que consiste em uma iluminação aplicada de forma regular obtendo como resultado uma iluminação uniforme, ou localizada, que consiste em concentrar algumas luminárias em lugares onde se exijam uma maior iluminância, ou ainda pode ser geral localizado, que mescla os dois sistemas e permite uma adaptação às diversas funções num mesmo espaço.

As lâmpadas empregadas também são parte importante do sistema. Estas se diferenciam não apenas por seu fluxo luminoso, mas também pelas potências e

energia que consomem. E devem ser escolhidas levando em conta a economia gerada, mas também a sua adequabilidade para o uso a que está sendo destinada.

Podem ser incandescentes, que são as mais conhecidas e de tecnologia mais antiga e que apesar de ter um custo inicial baixo, tem seu custo global (operação, manutenção e inicial) alto; as fluorescentes que podem ser tubulares ou compactas, geralmente possuem uma boa eficiência luminosa e uma vida média alta e apresentam uma diminuição do custo geral em relação às lâmpadas incandescentes; e por fim as lâmpadas de LED a tecnologia mais recente no mercado. Estas possuem um custo de implantação maior que os sistemas comuns, porém a economia e a vida útil do sistema são relativamente maiores.

As tabelas 2 e 3 apresentam características das três tipologias de lâmpadas especificadas como similares por um mesmo fabricante e também as características levantadas após um estudo de experimentação e a comparação de custos entre estas três tipologias.

Tabela 2 Comparativo entre características de lâmpadas de um mesmo fabricante e as características aferidas após ensaios.

Fonte: GREGGIANIN et al (2013) adaptado pela autora

MODELO	Potência (Watts)	Potência Medida (Watts)	Tensão (Volts)	Fluxo luminoso (lúmen)	Fluxo luminoso medido (lúmen)	Eficiência energética (lm/W)	Eficiência energética medida (lm/W)	Vida útil (h)
Incandescente	40	40,7	127	464	459	11,6	11,27	750
Fluorescente (compacta)	11	11,97	127	570	650	52,0	54,3	8000
LED	7	5,81	127	135-155	165	--	28,39	35000

Tabela 3 Comparativo de custos entre lâmpadas.

Fonte: GREGGIANIN et a (2013)

MODELO	Potência (W)	Horas utilizadas	Vida útil (h)	Custo energia (R\$)	Lâmpadas utilizadas	Custo unitário (R\$)	Custo reposição (R\$)	Custo Total (R\$)
Incandescente	40,7	35000	750	683,65	47	2,40	112,80	796,45
Fluorescente (compacta)	11,97	35000	8000	201,06	5	12,90	64,50	265,56
LED	5,81	35000	35000	97,59	1	79,5	79,50	177,09

A escolha das luminárias também é importante e deve levar em consideração o rendimento da luminária, suas curvas fotométricas e suas propriedades reflexivas. Sendo que estas podem ser avaliadas através da análise das tabelas de coeficiente de iluminação fornecido pelos fornecedores.

Em processos de *retrofit* é importante, portanto que a iluminação natural seja maximizada e a iluminação artificial seja proposta de forma a responder positivamente tanto no que diz respeito ao conforto dos usuários quanto à eficiência energética do sistema.

4.3.4 Climatização

Nem sempre é possível atingir o conforto térmico dos usuários apenas tirando partido dos recursos naturais, em função do clima local e do uso da edificação. O desconhecimento de soluções arquitetônicas adequadas para a melhoria das condições de conforto acaba por criar ambientes termicamente desconfortáveis. A consequência é o aumento no consumo de energia para a climatização desses ambientes ou ainda a criação de um ambiente desconfortável para a permanência dos usuários. Os sistemas de climatização artificial de uso mais comum são os de ventilação mecânica, os de aquecimento e os de refrigeração.

O sistema por ventilação mecânica funciona a partir de ventiladores e exaustores, estes utilizados normalmente quando há alguma fonte de contaminação no ar. As vantagens desses sistemas são a economia de energia, o baixo custo e a facilidade de instalação. Ainda refresca o usuário sem alterar a temperatura do ar, já que convecção criada ajuda na evaporação e na remoção do suor da pele, aumentando a sensação de conforto do usuário (LAMBERTS et al, 1997).

Já para aquecimento do ambiente utilizam-se dois princípios: evitar as perdas de calor e melhorar os ganhos térmicos do exterior. Esse sistema passivo muitas vezes tem que ser complementado por um sistema de aquecimento artificial que funciona através de aquecedores, lareiras e aparelhos de ar condicionado (ciclo reverso). Os aparelhos de aquecimento são mais utilizados, tanto pela facilidade de instalação quanto pelo baixo custo.

Os sistemas de resfriamento são utilizados para controlar as temperaturas, a umidade a pureza do ar e a distribuição conforme a necessidade do ambiente, tornando o ambiente compatível com necessidades de conforto térmico independente das condições externas. Em alguns casos, como por exemplo, em edificações comerciais, está associado não só ao aumento do conforto interno, mas também o conseqüente aumento de produtividade por exemplo.

Em edifícios que vão passar pelo processo de *retrofit*, o ideal é que a envoltória seja pensada para minimizar a necessidade de climatização artificial. E quando esta for necessária, deve-se optar pela utilização de aparelhos mais eficientes.

5 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE CONFORTO EXISTENTES

Ainda não existem regulamentações sobre os parâmetros de conforto para edificações que passam pelo processo de *retrofit*. Para que possamos ter uma base de comparação, serão adotados os critérios abordados pela NBR 15575, que estabelece requisitos de desempenho para edificações habitacionais.

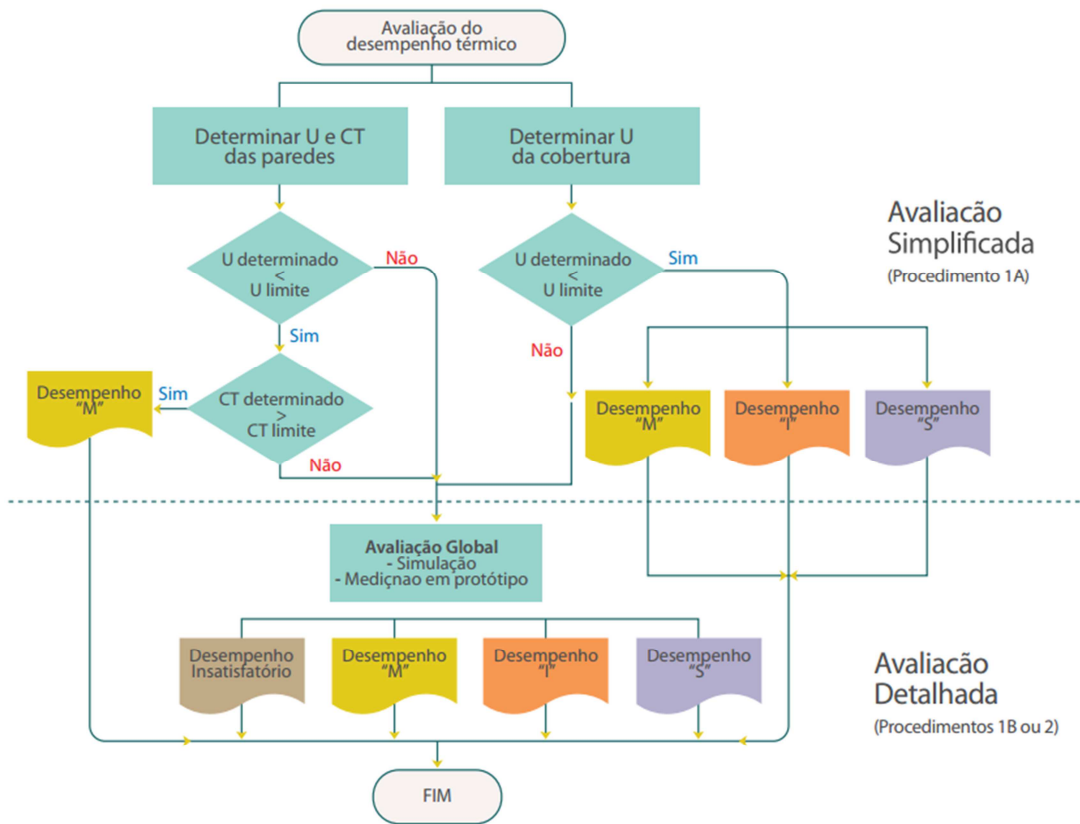
5.1 CONFORTO TÉRMICO

O desempenho térmico adequado das edificações contribui para a diminuição do uso de climatização artificial e conseqüentemente contribui para a conservação de energia. A NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece 3 métodos para avaliação dos níveis de conforto térmico da edificação:

- Simplificado: busca o atendimento aos requisitos e critérios para fachadas e coberturas baseado nas características dos materiais.
- Simulação: através da simulação computacional – uso do software Energy Plus
- Medição *in Loco*: através da medição *in loco* ou em protótipos construídos para esses fins.

Como há dificuldades no acesso aos aparelhos que fazem as medições *in loco*, a avaliação de desempenho térmico adotada é a simplificada, que se dá segundo a figura 21.

Figura 21 Métodos de avaliação do desempenho térmico
Fonte: CBIC (2013)



O cálculo da transmitância térmica (U) e da capacidade térmica (Ct) deve ser realizado segundo a norma NBR15220-2 (ABNT, 2005) para paredes e NBR15220-3 (ABNT, 2005) para as coberturas. Para a Zona Bioclimática 1, onde está inserida a cidade de Curitiba, a Transmitância térmica (U) limite para paredes é $U_{lim} \leq 2,5$ (W/m²K), e a Capacidade térmica (Ct) limite, também para as paredes é $Ct_{lim} \geq 130$ (J/m²K). Se os valores determinados estiverem de acordo com os parâmetros estabelecidos, a edificação possui o nível mínimo de atendimento, que é obrigatório. Para as coberturas é analisada apenas a transmitância térmica. Para o nível mínimo de atendimento $U_{lim} \leq 2,3$. Caso $U_{lim} \leq 1,5$, ou $U_{lim} \leq 1,0$ são atingidos os níveis intermediário e superior de atendimento, respectivamente.

O desempenho térmico da edificação também varia de acordo com incorporação da ventilação do ambiente. Segundo a NBR 15220 as aberturas podem ser classificadas como:

- Pequenas: quando representam 10% da área do cômodo

- Médias: quando representam de 15 a 25% da área do cômodo
- Grandes: quando representam mais de 40% da área do cômodo

A legislação de Curitiba tem parâmetros específicos para estabelecer as dimensões das aberturas das edificações. Esses variam de acordo com o uso e a permanência dos usuários no espaço. Esta legislação deve ser considerada juntamente com a NBR15220 (ABNT, 2005), para garantir que sejam respeitados os níveis mínimos requeridos.

5.1.1 Requisitos

Atender as exigências de conforto dos usuários, considerando o desempenho térmico da edificação, localização (zona bioclimática), trocas de ar, etc.

5.1.2 Critérios de Avaliação

Verificar a aplicação das estratégias que sejam adequadas à Zona Bioclimática da cidade onde está localizada a edificação. Para Curitiba os parâmetros que devem ser atingidos estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 Critérios de Avaliação de desempenho térmico
Fonte: NBR 15575 (2013) Adaptada pela autora

ZONA 1		
Parâmetros	Valores Limite	Observações
Aberturas	Médias – 15 a 25%	Em Curitiba a legislação para habitação exige que as aberturas tenham de 5 a 10% da área do cômodo.
Transmitância térmica - paredes externas – U (W/m²K)	$\alpha \leq 2,6$ $U \leq 2,5$	
Capacidade térmica – paredes externas – Ct (J/m²K)	$Ct \geq 130$	
Transmitância térmica - Coberturas – U (W/m²K)	$U \leq 2,3$	

5.1.3 Métodos de avaliação

- Verificação da existência de memoriais de projeto existentes
- Visita *in loco* para verificar materiais de vedações, coberturas e áreas de janela.

5.1.4 Materiais necessários

- Trena
- Máquina fotográfica (registro dos materiais e componentes)
- Fichas

5.2 CONFORTO ACÚSTICO

A NBR 15575 dispõe que o conforto acústico deve ser obtido através de isolamento acústico das vedações externas (ruídos provenientes do exterior) e do isolamento entre ambientes. Dividido em categorias

Para os pisos, são apresentados critérios de isolamento de ruído impacto e ruídos aéreos. Os ruídos de impacto são os níveis entre as lajes, da pressão sonora de impacto padronizado ponderado ($L'_{nT,w}$) e devem ser inferiores a 80dB. Como a medição deve ser feita com aparelhos e estes muitas vezes são de difícil acesso, opta-se pela especificação mínima da NBR 15575, que estabelece que a espessura mínima das lajes de concreto deve ser de 10cm.

Já os ruídos aéreos são representados pelos valores de diferença padronizada de nível ponderado ($D_{nT,w}$) quando a medição for realizada em campo, e pelo índice de redução sonora ponderado (R_w) quando a medição for em laboratório.

Devem atender à:

Tabela 5 Critérios de diferença padronizada de nível ponderado para ensaios de campo
Fonte: NBR 15575 (2013)

Elemento	DnT,w (dB)
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas em que um dos recintos seja dormitório	≥ 45
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos, bem como em pavimentos distintos.	≥ 40
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo, para atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	≥ 45

Para os sistemas de vedações verticais externas e internas é considerado o isolamento acústico entre o meio externo e interno e também o isolamento entre unidades habitacionais distintas.

Os valores nesse caso são expressos em $D_{2nT,w}$ (diferença padronizada de nível ponderado a 2,00m), DnT,w e R_w .

O isolamento deve atender as seguintes condições:

Tabela 6 Valores mínimos de DnT,w e R_w de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes.

Fonte: NBR 15575 (2013) adaptado pela autora

Elemento	DnT,W (dB)	Rw (dB)
Parede entre unidade habitacional autônoma, onde não haja dormitório.	40-44	45-49
Parede entre unidade habitacional autônoma, onde haja dormitório.	45-49	50-54
Parede cega de dormitório entre a unidade habitacional e áreas comuns de transito eventual	40-44	45-49
Parede cega de salas entre a unidade habitacional e áreas comuns de transito eventual	30-34	35-39
Parede cega entre a unidade habitacional e áreas comuns com uso / permanência (salão de festas, salão de jogos, etc.)	45-49	50-54
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo Hall (DnT,w obtido entre as unidades)	40-44	45-49

Assim como na avaliação de ruídos de impacto, existe a dificuldade de acesso aos aparelhos de medição *in loco* para a determinação dos níveis de ruído aéreos. O Guia orientativo de aplicação da NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece valores indicativos a partir dos materiais usados nas vedações conforme a tabela abaixo:

Tabela 7 Valores indicativos do Índice de Redução Sonora ponderado (Rw) para alguns sistemas de parede
Fonte: CBIC (2013)

Tipo de parede	Largura (cm)	Revestimento	Massa Aproximada (Kg/m²)	Rw (dB)
Bloco vazado de concreto	9	Argamassa de	150	41
	11,5	1,5cm de cada	210	42
	14	lado	230	45
Bloco vazado de cerâmica	9	Argamassa de	120	38
	11,5	1,5cm de cada	150	40
	14	lado	180	42
Tijolo maciço de barro cozido*	11	Argamassa de	260	45
	15	2cm de cada lado	320	47
	11+11 **		450	52
Paredes maciças de concreto armado	5	Sem revestimento	120	38
	10		240	45
	12		290	47
Dry wall	2 chapas + lã de vidro	Sem revestimento	22	41
	4 chapas		44	45
	4chapas + lã de vidro		46	49

* Valores indicados pela Universidade de Coimbra

** Parede dupla 11cm+11cm com espaço interno de 4cm preenchido com lã de rocha de 70kg/m³

Em Curitiba, as construções utilizam tipicamente blocos de cerâmica vazados. Analisando os valores referentes a esse elemento e os valores requeridos para o atendimento de desempenho mínimo de isolamento, percebemos que esse tipo de material atingiria os requisitos mínimos, excetuando nas paredes cegas entre dormitórios e áreas de transito eventual e paredes cegas entre as unidades habitacionais e áreas comuns de uso e permanência. Para esses casos seria

necessária a aplicação de isolamento ou engrossamento das paredes para um isolamento acústico adequado.

Para vedações externas a NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece os valores de $D_{2nT,w}$ e R_w a partir da localização do imóvel, conforme a tabela.

Tabela 8 Valores mínimos para redução ponderada (R_w) e diferença padronizada de nível ponderado a 2,00m ($D_{2nT,w}$) para vedações externas.
Fonte: NBR 15575 (2013), adaptada pela autora.

Classe de Ruído	Localização	$D_{2nT,w}$ (dB)	R_w (db)
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de qualquer natureza.	≥ 20	≥ 25
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25	≥ 30
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas.	≥ 30	≥ 35

A norma ainda estabelece que as instalações hidros sanitárias devam ser projetadas de forma a não propagar vibrações aos elementos das edificações. Sendo assim, analisamos se as tubulações principais estão localizadas em paredes de dormitórios e em caso positivo, se existe alguma medida para isolamento dos ruídos. A norma estabelece que a medição dos ruídos deve ser realizada utilizando o método proposto na ISO 16032 ou na ISO 10052 e os valores máximos do Nível de pressão sonora máximo ($L_{ASmáx,nT}$) para atendimento ao desempenho mínimo é $L_{ASmáx,nT} \leq 37$ (dB).

5.2.1 Requisitos

Atender as exigências de conforto acústico em relação a fontes externas de ruído e também o isolamento entre as unidades habitacionais.

5.2.2 Critérios de Avaliação

- As lajes de piso deverão possuir espessura mínima de 10cm ou possuir amortecedores de impacto (carpete, piso emborrachado)
- Os sistemas de descarga devem ser de caixa acoplada e não deverão existir tubos de quedas ou prumadas em paredes de dormitórios.

5.2.3 Métodos de avaliação

- Verificação da existência de memoriais de projeto existente
- Visita *in loco* para verificar materiais de vedações e detalhes técnicos, tais como espessura das lajes.
- Medições nas áreas internas e externas principalmente durante o período noturno.

5.2.4 Materiais necessários

- Decibelímetro
- Máquina fotográfica (registro dos materiais e componentes)
- Fichas

5.3 CONFORTO LUMINICO NATURAL

Os níveis de iluminância requeridos variam de acordo com a dependência habitacional. Os critérios apresentados estabelecem como 60lux o nível de iluminância mínimo para áreas como salas de estar, dormitórios, copa, cozinha e área de serviço. Já para banheiros, corredores (tanto os internos à unidade, quanto os de uso comum), escadas e garagens o acesso a luz natural não é requerido.

Contando apenas com iluminação natural, o Fator de Luz Diurna (FDL) que é a razão entre o percentual de iluminância interna em um ponto de referência e a iluminação externa disponível, nas diferentes dependências das habitações deve atender a $FDL \geq 0,50\%$.

A NBR 15215 (ABNT,2005) apresenta os procedimentos de cálculo para a estimativa de luz natural em ambientes internos, relacionando as aberturas, a orientação e a luminosidade proporcionada pelo céu onde a edificação está implantada.

5.3.1 Requisitos

Atender as exigências de iluminação natural, sendo que as dependências deverão receber iluminação natural direta ou indiretamente.

5.3.2 Critérios de Avaliação

- Verificação do atendimento mínimo de iluminância de 60lux
- Verificação da existência de elementos de controle da luz natural, que são importantes para o conforto do usuário.

5.3.3 Métodos de avaliação

- Verificação da existência de memoriais de projeto existente
- Visita *in loco* para verificar a existência, qualidade e estado dos elementos de controle de incidência solar.
- Medições dos níveis de iluminância, baseado na metodologia apresentada na NBR 15215 (ABNT, 2005).
- Levantamento dos materiais de acabamentos internos.

5.3.4 Materiais necessários

- Luxímetro
- Máquina fotográfica (registro dos materiais e componentes)
- Trena
- Fichas

5.4 CONFORTO LUMINICO ARTIFICIAL

Tal qual para iluminação natural, os níveis de iluminância variam de acordo com o cômodo em questão.

Os níveis mínimos exigidos para dormitórios, banheiros, sala de estar, área de serviço, garagens cobertas e áreas de circulação tanto internas quanto externas à unidade, é de 100Lux. Já para ambientes de copa e cozinha o nível mínimo é de 200Lux.

5.4.1 Requisitos

Os níveis de iluminação artificial devem propiciar condições satisfatórias para o uso e ocupação dos ambientes.

5.4.2 Critérios de Avaliação

- Verificação do atendimento mínimo de iluminância

5.4.3 Métodos de avaliação

- Verificação da existência de memoriais de projeto luminotécnico existente
- Levantamento da quantidade e tipo das lâmpadas utilizadas
- Medições dos níveis de iluminância, baseado na metodologia apresentada na NBR 15575 (ABNT, 2013).

5.4.4 Materiais necessários

- Luxímetro
- Máquina fotográfica (registro dos materiais e componentes)
- Trena
- Fichas

6 METODOS PARA O PROCESSO DE REQUALIFICAÇÃO

O processo de *retrofit* em edificações é uma medida fundamental que deve ser adotada para contribuir com o desenvolvimento sustentável. A ênfase deste trabalho é traçar diretrizes e estratégias para que este se dê de forma a aumentar a sustentabilidade dos centros urbanos consolidados.

Dado o estado de conservação das edificações, a insalubridade do ambiente central, e o contexto geral de preocupação ambiental, a necessidade de transformar o *retrofit* em um processo mais sustentável é evidente. Como já citado, o setor da construção civil responde por grande parte do consumo de recursos naturais e energéticos, e o *retrofit* minimiza o impacto ambiental causado comparado à construção de uma nova edificação.

O *retrofit*, utilizando parâmetros de sustentabilidade, não deve e não pode ser meramente estético ou uma ferramenta para o aumento da vida útil da edificação. Além de resolver os problemas causados pela obsolescência física, ele deve reenquadrar o ambiente interno das edificações em termos de eficiência energética, hídrica, além de aumentar o conforto do usuário e a vida útil da edificação.

É importante que esta responda as necessidades de sustentabilidades nos níveis ambiental, social e econômico. De nada adianta um edifício ser ambientalmente correto se os custos de implantação e execução são inviáveis ou se ainda esse não propicie conforto ao usuário. Portanto é necessário que se busquem soluções que balanceiem essas demandas da melhor forma possível.

Por isso é pertinente que se busquem formas de adequar os parâmetros de sustentabilidade ao processo de *retrofit*.

A sustentabilidade em uma edificação está intimamente ligada a todas as fases do seu ciclo de vida, desde a concepção do projeto até sua desconstrução. O processo tradicional de *retrofit*, que é aquele baseado pela motivação econômica, pela indisponibilidade de espaços ou pela simples degradação física passaria pela fase de diagnóstico, projeto e execução. Já o *retrofit* sustentável leva em consideração a redução do consumo de recursos, a minimização da degradação ambiental e também a melhora do conforto humano, por isso se preocupa com o uso e a ocupação da edificação bem como com a sua desconstrução, quando esta atingir sua vida útil.

6.1 MÉTODO PROPOSTO PARA ANÁLISE E DIAGNÓSTICO

A análise do edifício define uma série de determinantes para o processo de *retrofit*. Esta é a fase mais significativa, pois é a partir dela que serão estabelecidas as diretrizes projetuais do processo.

Devemos analisar:

- Local onde está inserida;
- Tipologia da construção;
- Estado da edificação;
- Complexidade da intervenção;
- Adequabilidade arquitetônica ao uso previsto;
- Níveis de conforto existentes;

6.1.1 Localização

Entender a localização da edificação é importante, pois ela está inserida em um contexto urbano já consolidado. Uma análise macro da localização pode, por exemplo, direcionar a edificação para um uso específico que seria adequado à esse local. Devemos analisar:

- Entorno no qual a edificação está inserida;
- Orientação solar;
- Possíveis interferências causadas por edificações vizinhas.

6.1.2 Tipologia da edificação

A análise da tipologia da edificação permitirá que sejam levantadas suas características arquitetônicas atuais, que conseqüentemente podem influenciar na escolha do uso futuro e na complexidade da intervenção. As variáveis a serem analisadas são:

- Existência de algum aspecto arquitetônico ou histórico relevante;

- Uso atual da edificação.

6.1.3 Estado da edificação

Compreender o estado atual da edificação é imprescindível, pois vai balizar até onde as intervenções podem ser realizadas. A análise das fundações existentes torna possível que seja calculada a capacidade de suporte a sobrecarga advinda das modificações no edifício. Os pontos a serem analisados são:

- Tipo de fundação;
- Características de conservação gerais da estrutura;
- Caracterização dos sistemas prediais existentes;
- Identificação de patologias.

6.1.4 Complexidade da intervenção

É sabido que o processo de *retrofit* pode ocorrer em diversos graus de complexidade. Aferir a complexidade das intervenções pode demonstrar a viabilidade ou não da realização do processo. Devem ser levados em conta:

- Intervenção em fachadas
- Atualização dos sistemas prediais existentes
- Demanda por novos sistemas prediais
- Metragem de paredes a demolir
- Edificação ser tombada

6.1.5 Adequabilidade arquitetônica ao uso previsto.

A configuração arquitetônica da edificação pode influenciar nas possibilidades de intervenções futuras. Se o uso previsto for habitacional, edificações residenciais seriam mais adequadas, visto que a compartimentação dos espaços já é voltada para esse fim. Adaptar edificações hoteleiras ou comerciais para esse fim pode ser complicado e tornar o processo inviável. Devemos analisar:

- Layout atual
- Programa preliminar de necessidades

6.1.6 Níveis de conforto existentes

É importante avaliar o nível de conforto oferecido nas edificações para avaliar o que pode ou não ser reaproveitado. Devemos analisar:

- Massa térmica do edifício
- Nível de conforto térmico
- Nível de conforto acústico
- Ventilação natural
- Iluminação natural
- Nível de iluminação artificial

6.2 MÉTODO PARA O PROJETO

A fase de projeto é determinante num processo de *retrofit*. Amparada pelos resultados da fase de análise e diagnóstico, é nela que serão traçadas diretrizes e prioridades para a edificação.

O projeto deverá responder aos problemas levantados através da determinação de uma forma, a descrição dessa obra e por fim a prescrição para sua execução.

Devem ser levados em conta fatores como:

- Programa de necessidade
- Natureza e dimensionamento do espaço
- Exigências legais
- Expectativa do usuário
- Soluções e tecnologias
- Materiais

6.2.1 Programa de necessidades

A definição do programa de necessidades dentro de um projeto de arquitetura é o primeiro passo para o desenvolvimento e proposta de soluções projetuais. Os pontos a serem analisados são:

- Caracterização do uso e finalidade da edificação
- Caracterização do usuário
- Setorização
- Relação espacial entre ambientes e entorno.

6.2.2 Natureza e dimensionamento dos espaços

Os espaços deverão ser determinados a partir do uso previsto. Deverão obedecer aos critérios mínimos de dimensionamento constantes na NBR 15575. A legislação da Secretaria Municipal de Urbanismo de Curitiba também estabelece dimensões mínimas para os compartimentos das unidades habitacionais.

6.2.3 Exigências legais

Apesar de não existir uma legislação específica para o processo de *retrofit*, o projeto da edificação pode ser pautado nas legislações vigente e deve observar aspectos como:

- Parâmetros construtivos
- Normas específicas para cada uso
- Normas para edificações

6.2.4 Soluções e tecnologias

A definição das soluções e tecnologias que serão utilizados é parte importante do projeto de *retrofit*. São essas soluções que vão elevar o edifício a um nível de sustentabilidade. Elas devem ser pensadas e escolhidas de forma a contemplar:

- Arquitetura passiva
- Balanceamento da proporção das aberturas nas fachadas, conforme o clima.
- Uso de sombreamento ou insolação nas fachadas
- Projeto de recuperação estrutural
- Conforto térmico
- Conforto acústico
- Eficiência energética
- Conforto Lumínico
- Tecnologias de geração alternativa de energia
- Tratamento alternativo de efluentes
- Acessibilidade
- Qualidade sanitária do ambiente

6.2.5 Materiais

Tais quais as soluções e tecnologias a escolha dos materiais deve passar critérios de avaliação sustentável. Deve se levar em consideração:

- Reaproveitamento de materiais existentes
- Uso de materiais locais, com propriedades adequadas ao clima
- Escolha de materiais de baixo consumo energético, reutilizados, reciclados ou recicláveis;
- Considerar a manutenção e a durabilidade
- Considerar emissões nocivas no ciclo de vida do material
- Uso de materiais certificados

6.3 MÉTODO PARA A CONSTRUÇÃO / DESCONSTRUÇÃO DURANTE A EXECUÇÃO

Na fase de execução é importante que as qualificações das empresas que irão executar a obra sejam verificadas a fim de minimizar as possibilidades de erros durante a construção. É importante também que a empresa tenha implantado

sistemas de gestão de qualidade e sistema de gestão ambiental. Deverão ser levados em conta:

- Sistema de gestão de resíduos
- Canteiro de baixo impacto ambiental
- Impactos gerados

Deverá ser levado em consideração que durante a construção, pode haver a necessidade de desconstrução de algum dos elementos presentes na edificação, seja por adequação à novas tecnologias ou a reparação de partes danificadas. É importante que sejam verificados os seguintes pontos:

- Possibilidade de reaproveitamento de materiais provenientes da desconstrução (estruturas de madeiramento de telhado, instalações elétricas, etc.).
- Inserção desses resíduos gerados, no sistema de gestão de resíduos.

6.3.1 Sistema de gestão de resíduos

O setor da construção civil é responsável pela geração de grande parte dos resíduos sólidos urbanos. Num panorama de sustentabilidade, onde se esgotam áreas de deposição adequada, por exemplo, o sistema de gestão de resíduos do edifício deve levar em consideração:

- Minimizar a geração de resíduos
- Caracterização e triagem dos resíduos
- Acondicionamento e transporte
- Destinação final

6.3.2 Canteiro de baixo impacto ambiental

Os canteiros de obra são as estruturas que passarão pelas diversas fases de uma obra tendo que se adaptar a estas. Portanto deve ser pensado pra

responder a estas mudanças de forma a mitigar os impactos ambientais causados. Os pontos a serem considerados são:

- Redução do consumo de recursos
- Manejo dos resíduos
- Segurança dos trabalhadores e da vizinhança
- Interferência no entorno

6.3.3 Impactos gerados

Como as obras de *retrofit* pretendem atuar em edificações localizadas em centros urbanos consolidados, acabam envolvendo a população residente ou que utiliza a área e o entorno. Então é necessário que se atente para alguns aspectos como:

- Redução dos impactos sonoros
- Redução dos impactos visuais
- Poluição gerada

6.4 MÉTODO PARA O USO E OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A eficiência e sustentabilidade da edificação dependem sobretudo da forma com que os usuários fazem uso desta. Uma vez que este foi projetado para garantir uma maior eficiência no consumo de recursos, é importante a conscientização dos usuários para que façam o uso correto das tecnologias empregadas. Para isso é necessário:

- Elaboração de manual de uso
- Elaboração de manual de Manutenção predial
- Implantação de sistemas de comissionamento das tecnologias

6.4.1 Elaboração de manual de uso

Os manuais de uso são importantes para suprir os usuários com as informações pertinentes às tecnologias presentes na edificação. A eficiência está intimamente relacionada com o uso, portanto este deve conter:

- Funcionamento dos sistemas implantados (climatização, reuso de água, etc.)
- Periodicidade de manutenções
- Informações sobre materiais e produtos

6.4.2 Elaboração de manual de manutenção predial

Como o manual de uso, o manual de manutenção predial também visa informar, porém trata de aspectos gerais do edifício, como áreas e equipamentos comuns, etc. Deve conter:

- Funcionamento dos sistemas implantados (climatização, reuso de água, etc.)
- Periodicidade de manutenções
- Informações sobre materiais e produtos

6.4.3 Implantação de sistemas de comissionamento

Para que o edifício seja realmente eficiente é necessário que sejam implantadas ferramentas de monitoramento e comissionamento. Estes permitirão a identificação de falhas nos sistemas instalados e também a realização de uma avaliação pós-ocupação.

6.5 MÉTODO PARA A DESCONSTRUÇÃO

Para que o processo de desconstrução seja o mais sustentável possível ele deve ser previsto na fase de projeto. O ideal é que juntamente com o projeto de arquitetura seja desenvolvido um projeto de desconstrução.

Este deve indicar a forma como será feita essa desconstrução, os destinos finais etc.

Visto que se se trata de uma intervenção em uma edificação, deve-se priorizar na fase de projeto, elementos e materiais que tenham maior capacidade de reuso e reciclagem. É importante também que se desenvolva um SGR (Sistema de Gestão de Resíduos), no qual a edificação antes da sua demolição tenha todos os materiais que podem ser reaproveitados, separados.

6.6 FICHAS DE AVALIAÇÃO E CHECK LIST

A partir da definição da metodologia para ser aplicada ao processo de *retrofit*, o quadro abaixo foi elaborado como um resumo das fases e etapas para aplicação do processo em edificações habitacionais.

Quadro 5 Resumo da metodologia de reabilitação
Fonte: a autora (2014)

FASE 01 – ANÁLISE E DIAGNÓSTICO	
INVENTÁRIO TEÓRICO	INVENTÁRIO FÍSICO
<ul style="list-style-type: none"> • Enquadramento arquitetônico, histórico da edificação. • Adequabilidade ao uso previsto 	<ul style="list-style-type: none"> • Localização • Métodos construtivos • Infraestrutura • Patologias existentes na edificação • Complexidade da intervenção e intervenções já realizadas • Níveis de conforto
FASE 02 - PROJETO	
<ul style="list-style-type: none"> • Caracterização do uso e finalidade da edificação • Definição do programa de necessidades – expectativas dos usuários • Definição do dimensionamento dos espaços e suas funcionalidades • Adequação os níveis de conforto existentes às necessidades • Redução do uso de novos recursos • Redução dos impactos do <i>Retrofit</i> • Adequação às exigências legais • Soluções e tecnologias sustentáveis • Buscar melhoria na eficiência energética da edificação • Adequação do projeto à parâmetros de acessibilidade 	

Continua

FASE 03. A - CONSTRUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Detalhamento do projeto, evitando erros e reduzindo o consumo de recursos energéticos e materiais. • Planejamento da execução considerando os impactos em todas as fases da construção • Implantação de Sistema de gestão de resíduos • Implantação de Canteiro de obras de baixo impacto • Mitigação e redução dos impactos gerados
FASE 03. B - DESCONSTRUÇÃO DURANTE A EXECUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Verificação de itens provenientes da demolição que podem ser reaproveitados • Inserção dos resíduos de demolição no Sistema de Gestão de Resíduos
FASE 04 – USO E OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de manuais de uso de cada unidade • Elaboração de manuais de manutenção predial • Implantação de sistemas de comissionamento
FASE 05 - DESCONSTRUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Reutilização / reciclagem de materiais utilizados na construção da edificação • Gestão dos resíduos que não puderem ser reaproveitados

Para aplicação do processo foram geradas cinco fichas que serão utilizadas durante a etapa de análise e diagnóstico. As fichas estão detalhadas nos apêndices de 01 a 05.

A Ficha 01 é a identificação da edificação, contendo informações sobre o proprietário (ou administrador), dados do empreendimento, tais quais, ano de construção, localização, características arquitetônicas, nível de degradação, etc.

A Ficha 02 trata da caracterização geral do edifício, sua relação com o entorno no qual está inserido e a existência de intervenções anteriores.

A Ficha 03 é a caracterização das unidades habitacionais, suas dimensões, particularidades, etc.

A Ficha 04 trata da caracterização dos elementos construtivos, desde as fundações até o sistema de cobertura.

A Ficha 05 tem o intuito de auxiliar na avaliação dos níveis de conforto da edificação. Desenvolvida para funcionar como um *checklist*, a ficha nos permite avaliar o quanto o edifício estaria apto ou não para receber o processo de *retrofit*. Quanto maior o número de quesitos atendidos, maior o potencial do edifício em

receber um processo de *retrofit*. O não atendimento destes quesitos implica que o projeto a ser desenvolvido além de buscar soluções de sustentabilidade, busque a resolução destes problemas com o conforto e conseqüentemente torne o *retrofit* mais complexo e possivelmente mais oneroso.

Por fim foi gerado um *checklist*, disponível para consulta, no apêndice 06, para apoio a todas as fases do processo de *retrofit*, voltado principalmente para os edifícios de habitação. Como nem todas as soluções são aplicáveis à todos os edifícios, além das colunas de atendimento ou não do quesito, temos uma coluna com o título de não aplicável. Com adaptações, o *checklist* poderia ser utilizado também para outras tipologias de edificações.

O *checklist* além de contribuir para o aumento da eficiência do processo e da melhoria do parque edificado nas áreas centrais, contribui para a redução do consumo de recursos naturais e também de recursos energéticos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho mostra novas possibilidades de estudo e a importância da requalificação de edificações abandonadas e vazias no centro consolidado, através da implantação de sistemas que buscam a sustentabilidade dos edifícios. A indústria da construção civil é grande geradora de impactos no meio ambiente, portanto a aplicação do processo em áreas urbanas tende não só melhorar a qualidade de vida dos habitantes, mas também revalorizar e integrar novamente a área ao tecido urbano consolidado.

O *Retrofit* não pode ser considerado apenas como uma ferramenta de atualização tecnológica dos edifícios e tampouco deve focar apenas nas problemáticas de execução da obra. Tem que contemplar a história e o significado da área à qual está requalificando, pois o sucesso da intervenção depende da apropriação dos usuários.

A área central de Curitiba tem grande potencial habitacional já que é servida de toda a infraestrutura necessária, além de ter um papel importante na sobrevivência sustentável da Metrópole. A reabilitação sustentável do Centro, além de trazer mais qualidade e intensidade à região, evita que a ocupação se expanda para áreas ambientalmente frágeis.

Porém, encontramos dificuldades no que tange o aspecto legal de implantação do processo, já que não existe uma legislação específica para a requalificação das edificações, no aspecto financeiro, já que algumas intervenções podem ser onerosas, e principalmente no aspecto técnico. Existem poucos estudos que se debruçam sobre os projetos de reabilitação de edificações e indicam parâmetros a serem seguidos.

As tecnologias abordadas mostram que os resultados positivos podem ser obtidos mesmo a partir de pequenas intervenções. E estes vão sendo maximizados a partir do atendimento de outros parâmetros de sustentabilidade. O telhado verde, por exemplo, é uma das tecnologias que apontam grandes benefícios para a edificação e para o entorno e que é relativamente fácil de ser adequada às edificações existentes, já que não envolve grandes mudanças nas estruturas e sistemas das edificações.

Diante disso, o método desenvolvido vem a ser uma ferramenta para tornar o processo da requalificação mais sustentável, e colaborar para tornar edifícios antes degradados, em ambientes atrativos à ocupação. Além disso, dado o caráter da pesquisa, vêm a contribuir com o desenvolvimento do tema.

TRABALHOS FUTUROS

O *retrofit* de edifícios é uma área em expansão, cuja importância começa a ser percebida por todos. O presente trabalho vem a dar uma pequena contribuição para o desenvolvimento desse processo e para o desenvolvimento de métodos para torna-lo mais sustentável.

No entanto muito ainda pode ser desenvolvido nessa área. A começar pela aplicação em um estudo de caso, da metodologia desenvolvida neste. Ou ainda a realização de estudos para adaptá-la a outras tipologias de edifício.

Outro ponto interessante seria a aplicação desse método, em outras áreas de Curitiba que, como a área central, sofrem com problemas ambientais. Um exemplo seria a aplicação nas áreas por onde passam as estruturais na cidade. Nessas grandes avenidas de ligação de áreas da cidade é comum percebermos problemas de insolação, ilhas de calor etc.

Ainda pode-se explorar, de forma mais ampla, a reabilitação do ambiente construído. Existem na cidade muitas áreas consideradas “vazios urbanos” e estes são passíveis de ocupação e recuperação. É um estudo interessante pra ser realizado em conjunto com processos de geoprocessamento para a localização desses vazios urbanos e a criação de um mapeamento que venha a facilitar a identificação das áreas de intervenção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215**: Iluminação Natural. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais: Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de edificações: estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais**. Rio de Janeiro, 2004.

CAMARGOS, Maria de F. D., BRANCO, Luiz Antônio M. N. **Energia incorporada aplicada ao retrofit: um estudo de caso**. Belo Horizonte, 2006.

CBIC – Câmara Brasileira Da Indústria Da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais. Guia de atendimento a norma NBR 15575/2013**. Brasília, 2013.

CIANCIARDI, G.; MONTEIRO, R. Z.; BRUNA, G. C. **Parâmetros de sustentabilidade ecológicos na recuperação, manutenção e restauração de edifícios**. IV Seminário Internacional da Lares Latim America Real Estate Society. São Paulo, 2004.

CROITOR, Eduardo P. N.. **A gestão de projetos aplicada à reabilitação de edifícios: estudo da interface entre projeto e obra**. Dissertação de Mestrado. São Paulo, 2008.

FIESP. **Conservação e reuso de água em edificações**. São Paulo, 2005.

GREGGIANIN, Calisto A., et al. **Comparative study of bulbs: incandescent bulbs, fluorescent bulbs and led bulbs**. Revista Espaço Energia ed. 18. Curitiba, 2013.

HARDT, Leticia, LIMA, Camila, OBA, Leonardo. **Áreas Vagas em Curitiba: Contraposição entre a cidade idealizada e a cidade realizada**. Brasília, 2006.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico: Município de Curitiba**. 2013.

IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Bairros em números**. 2002.

JESUS, Christiano R. M.. **Análise de custos para reabilitação de edifícios para habitação**. Dissertação de mestrado. São Paulo, 2008.

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

KÖHLER Manfred et al, **Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics – far beyond the aesthetics**, Environmental Management and Health, Vol. 13 Iss: 4, pp.382 – 391, 2002

LAMBERTS, Robert, DUTRA, Luciano, PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na Arquitetura**. São Paulo, 2007

LOPES, Tania Filipa C. T. **Reabilitação sustentável de edifícios de habitação**. Dissertação de mestrado. Lisboa, 2010.

LOUÇANO, Nelson Ramos. **Eficiência energética em edifícios: Gestão do sistema de iluminação**. Dissertação de mestrado. Bragança: IPB – 2009

MENDONÇA, Ana Cristina Ubaldino de. **Retrofit: arquitetura sustentável?**. Belo Horizonte, 2007.

MORAES, Virginia. **Proposta de diretrizes para o projeto de retrofit: O caso de uma edificação para ensino**. Dissertação de mestrado. Niterói, 2011

SAVI, Adriane Cordoni. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. Curitiba, 2012.

SOUZA, Angélica Vieira, et al. **Estudo das paisagens do centro urbano de Curitiba e a preservação do patrimônio histórico**. Encontro de Geógrafos da América Latina. Peru, 2013

VALE, Mauricio Soares. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: Segundo o conceito da qualidade e sobre a ótica do retrofit**. Rio de Janeiro, 2006.

REFERÊNCIAS DE FIGURAS

Bronx Council for Environmental Quality. Disponível em: < <http://www.bceq.org>> Acesso em 21 de fevereiro de 2014.

Curitiba Antiga. Disponível em : <http://www.curitibaantiga.com> Acesso em 19 de fevereiro de 2014.

Climate Works Australia. Disponível em: <<http://eex.gov.au> > Acesso em 20 de fevereiro de 2014

Essas e Outras. Disponível em < <http://www.essaseoutras.xpg.uol.com.br>> Acesso em 21 e fevereiro de 2014.

Green Grid Roofs. Disponível em:
<<http://www.greengridroofs.com/inspired/galleries/rooftop.htm>> Acesso em 20 de fevereiro de 2014.

Green Roof Service. Disponível em: <<http://www.greenroofservice.com>> Acesso em 20 de fevereiro de 2014.

Inhabitat. Disponível em: <<http://www.inhabitat.com>> Acesso em 20 de fevereiro de 2014.

APÊNDICE 01 – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Etapa		Referência
1	Identificação	Responsável
		Data

Informações Proprietário	Nome:	
	Endereço:	
	Telefone / Celular:	Email:

Informações Gestor do Projeto	Nome:	
	Endereço:	
	Telefone / Celular:	E-mail:

Informações do Empreendimento	Empreendimento:	
	Endereço:	
	Ano da Construção:	Ano do Projeto:
	Área do terreno:	Área construída:
	Zona Bioclimática:	Orientação Solar:
	Uso atual:	
	Características	
	Número de andares:	
	Número de habitações:	Área total destinada à habitações:
	Número de espaços comerciais:	Área total destinada ao comércio:
	Degradação	
	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Ruínas	
	Complexidade	
	<input type="checkbox"/> Rápido <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Profundo <input type="checkbox"/> Excepcional	
Informações adicionais:		

APÊNDICE 02 – FICHA DE CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO

Etapa		Referência
2	Identificação	Responsável
		Data:

Entorno			
	Edifícios	Estilo Arquitetônico predominante	
		Proximidade	
		Outros	
	Infraestrutura existente		
	Equipamentos e serviços próximos		
	Acessos	Vias de Acesso	
		Transporte <input type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Privado	
Área permeável	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Área:		
Intervenções anteriores			
	Local / Elemento	Data	
	Descrição da intervenção:		
	Local / Elemento	Data	
	Descrição da intervenção:		
	Local / Elemento	Data	
	Descrição da intervenção:		
Caracterização do edifício			
	Localização - Existência de Foto aérea <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não		
	Topografia - Existência de levantamento topográfico <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não		
	Dimensões	Área do terreno:	Taxa de Ocupação:
		Projeção da edificação:	Coefficiente de aproveitamento:
		Nº de pavimentos	
	Tipologia	<input type="checkbox"/> Residencial unifamiliar <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Outra	
		<input type="checkbox"/> Residencial multifamiliar <input type="checkbox"/> Público	

APÊNDICE 03 – FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES HABITACIONAIS

Etapa		Referência		
3.1	Identificação		Responsável	
			Data	
Caracterização das unidades habitacionais				
	Área total:			
	Cozinha	Área:		
		Pé direito:		
		Água	Fria	Quente
		Forro	Laje	PVC Gesso Madeira
		Revestimentos	Piso:	
			Parede:	
		Energia (capacidade):		
		Nº de tomadas:		
	Aberturas	Área:		
		Orientação:		
	Banheiros	Área:		
		Quantidade:	A1:	A2: A3:
		Pé direito		
		Água	Fria	Quente
		Forro	Laje	PVC Gesso Madeira
		Revestimentos	Piso	
			Parede	
		Energia (capacidade):		
		Nº de tomadas:		
		Aberturas	Área:	
	Orientação:			
	Dormitórios	Área:		
		Quantidade:	A1:	A2: A3:
		Pé direito		
		Forro	Laje	Gesso Madeira
		Revestimentos	Piso	
Parede				
Energia (capacidade):				
Nº de tomadas:				
Aberturas		Área:		
		Orientação:		

continua

Etapa		Referência
3.2	Identificação	Responsável
		Data

Sala de Estar	Área:	
	Pé direito	
	Forro	Laje Gesso Madeira
Revestimentos	Piso	
	Parede	
Energia (capacidade):		
Nº de tomadas:		
Aberturas	Área:	
	Orientação:	
Sala de Jantar	Área:	
	Pé direito	
	Forro	Laje Gesso Madeira
Revestimentos	Piso	
	Parede	
Energia (capacidade):		
Nº de tomadas:		
Aberturas	Área:	
	Orientação:	
Outros	Área:	
	Pé direito	
	Forro	Laje Gesso Madeira
Revestimentos	Piso	
	Parede	
Energia (capacidade):		
Nº de tomadas:		
Aberturas	Área:	
	Orientação:	
Planta baixa:		

APÊNDICE 04 – FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

Etapa		Referência
4.1	Identificação	Responsável
		Data

Caracterização dos elementos construtivos			
Fundações	Tipo:		
	Estado geral de conservação:		
	Cargas existentes:		
	Existência de patologia visível <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Qual:		
Fachada	Material estrutural das vedações:		
	Estado geral de conservação:		
	Existência de patologia visível <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Qual:		
	Revestimento externo:		
	Cores:		
	Isolamento Térmico <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não		
	Esquadrias <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Orientação		
Instalações	Elétricas	Estado geral de conservação:	
		Carga Suportada:	
	Telefonia	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	Hidráulicas	Água Fria	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
			Estado geral de conservação
		Materiais Utilizados <input type="checkbox"/> Ferro <input type="checkbox"/> Cobre <input type="checkbox"/> PVC	
		Água quente	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
			Estado geral de conservação
			Materiais Utilizados <input type="checkbox"/> Ferro <input type="checkbox"/> Cobre <input type="checkbox"/> PVC
	Aquecimento <input type="checkbox"/> Elétrico <input type="checkbox"/> Á gás		
	Esgoto	Estado geral de conservação:	
	Drenagem	Estado geral de conservação:	
	Elevadores	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
Ar condicionado	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não		

continua

Etapa		Referência
4.2	Identificação	Responsável
		Data

Caracterização dos elementos construtivos			
Esquadrias	Material	<input type="checkbox"/> madeira <input type="checkbox"/> ferro <input type="checkbox"/> alumínio <input type="checkbox"/> PVC	
	Vidros	<input type="checkbox"/> simples <input type="checkbox"/> duplos	
	Estado geral de conservação:		
	Vedações	<input type="checkbox"/> eficientes <input type="checkbox"/> ineficientes	
Cobertura	Telhado	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
		Nº de águas:	
		Estrutura:	
		Tipo de cobertura:	
		Isolamento	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
		Qual:	
		Estado geral de conservação:	
	Existência de patologia visível	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	Qual:		
	Terraço	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
		Acabamento:	
		Isolamento	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
		Qual:	
		Impermeabilização	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Qual:			
Acessível:		<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
Estado geral de conservação:			
Existência de patologia visível	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não		
Qual:			

APÊNDICE 05 – FICHA DE AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO EXISTENTES

Etapa		Referência
5.1	Identificação	Responsável
		Data

Informações do Empreendimento	Empreendimento:	
	Zona Bioclimática:	Orientação Solar:

Conforto Térmico			
	Atende	Não Atende	Não Aplicável
Adequação das dimensões das aberturas das cozinhas à zona bioclimática	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação das dimensões das aberturas dos dormitórios à zona bioclimática	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação das dimensões das aberturas das salas de estar à zona bioclimática	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação das dimensões das aberturas dos banheiros à zona bioclimática	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação das dimensões das aberturas à legislação da cidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transmitância térmica (U) das paredes externas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transmitância térmica (U) das coberturas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capacidade térmica (Ct) das paredes externas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conforto Acústico			
	Atende	Não Atende	Não Aplicável
As lajes possuem em toda a sua extensão, espessuras superiores à 10cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vedações entre os ambientes atendes aos níveis de desempenho mínimos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vedações externas atendem aos requisitos mínimos de desempenho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Os sistemas hidros sanitários utilizam descarga de caixa acoplada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Não existem prumadas e tubos de queda em paredes de dormitórios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

continua

Etapa		Referência
5.2	Identificação	Data

Informações do Empreendimento	Empreendimento:	
	Zona Bioclimática:	Orientação Solar:

Conforto Luminoso Natural

	Atende	Não Atende	Não Aplicável
Nível de Iluminância de luz natural em cozinhas atende o mínimo de 60Lux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nível de Iluminância de luz natural em dormitórios atende o mínimo de 60Lux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nível de Iluminância de luz natural em salas de estar atende o mínimo de 60Lux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nível de Iluminância de luz natural em banheiros atende o mínimo de 60Lux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nível de Iluminância de luz natural em áreas de serviço atende o mínimo de 60Lux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nível de Iluminância de luz natural em áreas de circulação atende o mínimo de 60Lux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existência de elementos de controle de entrada da luz natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conforto Luminoso Natural

	Atende	Não Atende	Não Aplicável
Nível de Iluminância de luz artificial em cozinhas atende aos requisitos mínimos de desempenho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nível de Iluminância de luz artificial em dormitórios atende aos requisitos mínimos de desempenho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nível de Iluminância de luz artificial em banheiros atende aos requisitos mínimos de desempenho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nível de Iluminância de luz artificial em salas de estar atende aos requisitos mínimos de desempenho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nível de Iluminância de luz artificial em áreas de serviço atende aos requisitos mínimos de desempenho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nível de Iluminância de luz artificial em áreas de circulação atende aos requisitos mínimos de desempenho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

APÊNDICE 06 – CHECKLIST PARA APOIO AO PROCESSO DO RETROFIT

		Referência
6	Identificação	Responsável
		Data

ANÁLISE E DIAGNÓSTICO			
Ação	Sim	Não	Não Aplicável
Localizar a edificação - Compreensão do entorno e da inserção no centro urbano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Localizar a edificação - Identificação da zona bioclimática e orientação solar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Levantamento das características gerais da edificação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Levantamento das características funcionais da edificação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identificar o estado de conservação dos elementos construtivos da edificação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identificar a presença de patologias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identificar a causa das patologias levantadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avaliação dos níveis de conforto existentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avaliação da adequabilidade da edificação ao uso atual e ao uso previsto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Levantamento do que poderá ser reaproveitado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PROJETO			
Ação	Sim	Não	Não Aplicável
Adequação e resolução de problemas levantados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caracterização do uso previsto - Elaboração do programa de necessidades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caracterização do usuário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise das relações espaciais entre os ambientes e o entorno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação dos projetos e soluções à legislação da cidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

continua

PROJETO			
Ação	Sim	Não	Não Aplicável
Utilização de técnicas de arquitetura passiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identificar a causa das patologias levantadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Balanceamento da proporção de aberturas nas fachadas, conforme o clima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reduzir as infiltrações de ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso de elementos de sombreamento nas fachadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação estrutural às necessidades geradas pelo processo de <i>retrofit</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reforço do isolamento térmico do edifício	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Melhoria das esquadrias e vãos envidraçados para melhor desempenho térmico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Implantação de sistemas de climatização de ar energeticamente eficientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adoção de sistemas de ventilação natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação das vedações para melhor desempenho acústico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aplicação de sistemas de geração de energia renovável	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilização de painéis solares para aquecimento de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilização de sistemas mais eficientes de distribuição de água quente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maximização da captação de iluminação natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escolha de luminárias e lâmpadas mais eficientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação das vedações para melhor desempenho acústico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aplicação de sistemas de geração de energia renovável	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilização de painéis solares para aquecimento de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilização de sistemas mais eficientes de distribuição de água quente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

continua

PROJETO			
Ação	Sim	Não	Não Aplicável
Maximização da captação de iluminação natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aplicação de aparelhos com maior eficiência hídrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adoção de sistemas de captação de águas pluviais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adoção de sistemas de reuso de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserção de coberturas verdes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adoção de soluções para tratamento alternativo de efluentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adoção de materiais/soluções que reduzam os efeitos das ilhas de calor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eliminação de barreiras à acessibilidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reaproveitamento de matérias existentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilização de materiais locais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escolha de materiais de baixo consumo energético	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escolha de materiais levando em conta a sua durabilidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adoção de materiais com menor energia incorporada e menores emissões de CO2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adoção de materiais que não possuam emissões nocivas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escolha de materiais certificados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espaços projetados de forma flexível, possibilitando adaptações de acordo com o uso previsto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONSTRUÇÃO / DESCONSTRUÇÃO DURANTE A EXECUÇÃO			
Ação	Sim	Não	Não Aplicável
Implantação de canteiro de obras de baixo impacto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aplicação de materiais de forma a facilitar a desconstrução/reutilização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

continua

CONSTRUÇÃO / DESCONSTRUÇÃO DURANTE A EXECUÇÃO

Ação	Sim	Não	Não Aplicável
Implantação de sistemas de gerenciamento de resíduos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prevenção de poluição do ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prevenção de poluição da água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mitigação dos impactos gerados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Controle de ruído	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificação da possibilidade de reaproveitamento de materiais oriundos da desconstrução	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Implantação de canteiro de obras de baixo impacto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aplicação de materiais de forma a facilitar a desconstrução/reutilização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Implantação de sistemas de gerenciamento de resíduos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prevenção de poluição do ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prevenção de poluição da água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mitigação dos impactos gerados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Controle de ruído	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Minimização do impacto visual	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificação da possibilidade de reaproveitamento de materiais oriundos da desconstrução	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

USO E OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Ação	Sim	Não	Não Aplicável
Elaboração de manual de uso para os proprietários	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elaboração de manutenção predial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adoção de eletrodomésticos energeticamente eficientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

continua

USO E OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Ação	Sim	Não	Não Aplicável
Substituição de lâmpadas incandescentes por outras mais eficientes energeticamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Implantação de sistemas de comissionamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treinamento dos responsáveis por gerir os sistemas de comissionamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DESCONSTRUÇÃO

Ação	Sim	Não	Não Aplicável
Existência de projeto de desconstrução	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avaliação dos materiais que podem ser reaproveitados e/ou reutilizados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Implantação de sistema de gerenciamento de resíduos da desconstrução	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>