



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E INTEGRAÇÃO ACADÊMICA
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EM DESENVOLVIMENTO
TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO

GIOVANNA ANTONIAZZI

RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

INICIAÇÃO CIENTÍFICA:

PIBIC CNPq (), PIBIC CNPq Ações Afirmativas (), PIBIC UFPR TN (),
PIBIC Fundação Araucária (), **PIBIC Voluntária (X)**, Jovens Talentos (), PIBIC EM ()

INICIAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO:

PIBITI CNPq (), PIBITI UFPR TN (), PIBITI Funttel ou PIBITI Voluntária ()

(De 1º/08/2018 a 31/07/2019)

RETROFIT DE EDIFICAÇÕES NA EUROPA

Relatório Final apresentado à COORDENADORIA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E INTEGRAÇÃO ACADÊMICA da Universidade Federal do Paraná – UFPR Edital 2018/2019.

NOME DO ORIENTADOR:

Prof. Dr. Antonio Manoel Nunes Castelnou, neto
Departamento de Arquitetura e Urbanismo

TÍTULO DO PROJETO:

Adequação de edificações com vistas à sustentabilidade por retrofitting
BANPESQ/THALES: **2017023792**

CURITIBA PR
2019

1 TÍTULO

Retrofit de Edificações na Europa

2 ALTERAÇÕES NO PLANO DE TRABALHO

Não houve alterações realizadas no programa de pesquisa, seguindo-se o plano de acordo com o que foi preestabelecido.

3 RESUMO

A partir da segunda metade do século passado, questões voltadas à ecologia, sustentabilidade e preservação ambiental passaram a ganhar força e hoje compõem uma temática bastante debatida e de extrema importância do mundo contemporâneo. No âmbito da construção civil, tais questões têm maior peso, visto que é uma das áreas que mais geram resíduos e afetam os ecossistemas naturais. Isto deve ser levado em consideração não somente em relação a construções novas como também no reaproveitamento de edificações preexistentes, o que fez surgir o conceito de *retrofit*, este ligado ao processo de remodelação de espaços já construídos e que podem assumir aspectos de sustentabilidade socioambiental. Esta pesquisa de caráter teórico-conceitual e de cunho exploratório, está vinculada ao projeto intitulado “Adequação de edificações com vistas à sustentabilidade por *retrofitting*”; e procura focar a viabilidade da aplicação do *retrofit* como solução arquitetônica sustentável, abordando a reinserção de edifícios já existentes no contexto atual e em diversas escalas, podendo ser aplicado também em edifícios históricos – tombados ou não – no contexto da Europa.

De modo a observar a economia de recursos e materiais, em conjunto ao benefício da preservação histórica e do patrimônio cultural, esta pesquisa baseou-se em materiais *web* e bibliográficos, a partir dos quais foram selecionados três casos localizados no continente europeu que haviam sido “retrofitados” a partir deste século – a residência *Can Simón* (Espanha), o museu *Tate Modern* (Inglaterra) e a escola *Solitude Gymnasium* (Alemanha). Por meio deste estudo foi possível perceber de que modo o *retrofit* é aplicado na Europa e como seu processo pode contribuir para a criação de edifícios e reaproveitamento de espaços de forma mais consciente quanto aos aspectos sustentáveis, relacionados à economia energia, conservação cultural e acessibilidade universal, entre outros.

Palavras-chave: *Sustentabilidade. Arquitetura Sustentável. Retrofit.*

4 INTRODUÇÃO

Em termos gerais, até a década de 1950, a preservação do meio ambiente e de seus recursos naturais não era uma grande preocupação mundial ao passo que a sociedade ainda celebrava os efeitos do desenvolvimento industrial desenfreado. Foi somente após o fim da *Segunda Guerra Mundial* (1939/45) que se iniciou o processo de conscientização ambiental,

decorrente de graves desastres naturais, como o mal de Minamata, um dos mais graves, em que diversas anomalias foram observadas em humanos e animais em consequência do lançamento de dejetos químicos na baía de Minamata, no Japão (BERCHIN *et* CARVALHO, 2015).

Já nos anos 1960, a discussão tomaria maior notoriedade, voltada para o agronegócio, uma vez que começou a haver um uso extensivo de agrotóxicos e pesticidas. A bióloga marinha e ecologista norte-americana, Rachel Carson (1907-1964), em seu livro “Primavera Silenciosa” (*Silent Spring*), alertava sobre o potencial prejudicial do uso de tais produtos químicos para a biosfera terrestre como um todo, inspirando o início do movimento ecológico moderno.

Foram necessárias centenas de milhões de anos para se produzir a vida que agora habita a Terra [...] Com o correr do tempo – do tempo não em anos, e sim em milênios – a vida ajustou-se, e um equilíbrio foi conseguido. Porquanto o tempo é ingrediente essencial; mas, no mundo moderno, não há tempo [...] Ainda há pouca consciência – uma consciência muito limitada – quanto à natureza da ameaça [das substâncias químicas], Esta é uma época de especialistas; cada especialista vê o seu próprio problema; e não forma noção, ou não tolera o estudo da moldura maior em que sua especialização se esquadra (CARSON, 1962, p. 16).

O despertar ecológico no mundo, uma vez iniciado, teve um rápido desenvolvimento nas esferas econômica e política. Entretanto, somente chegou ao âmbito do design e da arquitetura na década de 1970, com a crise do petróleo, a qual levantou o interesse para com o gasto excessivo de energia, especialmente na construção civil (COLIN, 2012). Como defendem Silva *et al.* (2012), até esse momento, havia nessas áreas uma preocupação muito maior quanto à estética do que quanto à eficiência ou à durabilidade – inclusive com a aplicação da chamada “obsolescência programada”, com o intuito de incentivar o consumo – citando como exemplo os avanços tecnológicos impulsionados pela *Primeira Guerra Mundial* (1914/18) e pela primeira escola moderna de design e arquitetura, a *Bauhaus* (1919/33).

Com tais acontecimentos e a polêmica gerada pelo livro de Carson, o debate ambientalista atingiu a esfera política. Foi quando, em 1972, ocorreu o primeiro encontro mundial voltado ao assunto, a *Conferência de Estocolmo* (Suécia). Nela, foram discutidos problemas como a inversão térmica causada pela poluição do ar, as ilhas de calor em grandes centros urbanos e a secagem dos rios e lagos como consequência do aquecimento global. Além disso, a atividade industrial também foi apontada como uma das grandes causas da poluição mundial, gerando duas linhas de pensamento distintas: os *zeristas* – defensores de um crescimento zero na economia mundial, visando evitar o esgotamento de recursos naturais – e os *marxistas* – defensores de uma reformulação nos modos de produção, voltando-os ao socialismo (MELO, 2012).

Nesse contexto, começou a ser observado um crescimento urbano acelerado e desordenado em várias partes do planeta, deixando clara a necessidade de maior atenção para com esta questão. Preocupada com isso, a ONU organizou em 1976 a *Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos* – CNUAH, em Vancouver (Canadá) – também conhecida como *Hábitat I*

–, que marcou o início da preocupação internacional com a situação atual e futura das cidades (IPEA, 2014). Como consequência, em 1978, estabeleceu-se o PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA OS ASSENTAMENTOS HUMANOS (ONU-HABITAT), sediado em Nairóbi (Quênia); uma agência de cooperação técnica especializada nessa questão, dedicando-se principalmente ao planejamento e desenho urbano local e metropolitano; à legislação urbana, solo e governança; à economia urbana e finanças municipais; à habitação e assentamentos precários/informais; e aos serviços básicos urbanos (água, saneamento, energia, mobilidade urbana e resíduos) (ONU, 2018).

As conclusões a que se chegou após a *Conferência de Estocolmo* – em paralelo às discussões produzidas a partir da *Hábitat I* – deixaram clara a importância de um desenvolvimento coerente com as capacidades de renovação do planeta. Assim, a ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU) convidou, em 1983, a médica e ex-Primeira Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland (1939-), para presidir a COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD), cujo trabalho resultou na publicação do chamado *Relatório de Brundtland* (1987), esse transformado no livro “Nosso Futuro Comum” (*Our Common Future*). Tal documento fornece a definição mais aceita do termo “desenvolvimento sustentável”, então utilizado pela primeira vez:

Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas (CMMAD, 1987, p. 49).

Incentivados pelas conclusões desse relatório, 179 países se reuniram no Rio de Janeiro em 1992 para a realização da *Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento* – CNUMAD, também conhecida como *Eco-92* ou RIO-92, cujos principais objetivos foram discutir os avanços mundiais sobre a questão da sustentabilidade desde a *Conferência de Estocolmo* e estabelecer diretrizes em favor do meio ambiente e do desenvolvimento (BERCHIN et CARVALHO, 2015). Conforme Martins (2012), dentre os documentos resultantes desse encontro, um dos mais notáveis foi a *Agenda 21*. Com o intuito de adaptar a produção industrial e os padrões de consumo aos limites ambientais, propõe medidas a serem implantadas pelos países participantes por meio de um detalhado plano de ação.

No ano seguinte à realização da *Eco-92*, em 1993, a arquitetura incorporaria definitivamente a sustentabilidade como um de seus princípios por meio da *Declaração da Interdependência para um Futuro Sustentável*, a qual foi redigida entre 18 e 21 de junho em um congresso da UNIÃO INTERNACIONAL DOS ARQUITETOS (UIA) em conjunto com o INSTITUTO AMERICANO DOS ARQUITETOS (AIA), ocorrido em Chicago (EUA). Desde então, a busca pela sustentabilidade social e ambiental passou a ser responsabilidade de todos os arquitetos do planeta, devendo a mesma ser incorporada em sua prática. Assim, tornou-se uma missão coletiva dos profissionais a busca pelo equilíbrio entre a sociedade e seu meio ambiente, obtendo-se maior eficiência, qualidade e durabilidade dos espaços construídos (CASTELNOU, 2015).

Em 1996, duas décadas depois da primeira conferência, ocorreu a *Hábitat II*, desta vez na cidade de Istambul (Turquia) e voltada novamente à problemática do crescimento desordenado das cidades. Os maiores objetivos desse evento internacional foram os de conceder moradias adequadas a todos e desenvolver assentamentos humanos sustentáveis no contexto da urbanização mundial. Foi quando se lançou um dos principais documentos do urbanismo contemporâneo, a Agenda Habitat. Nele, segundo o portal do INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA (2014), estão refletidos os princípios democráticos e participativos da conferência em uma plataforma que comprometia os países assinantes a combater a pobreza e a segregação social no meio urbano. Nestes termos, estabelecia que

[...] desenvolvimento sustentável de assentamentos humanos combina desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental, com total respeito a todos os direitos humanos e liberdades fundamentais, incluindo o direito ao desenvolvimento, e que ofereça um meio de alcançar um mundo de maior estabilidade e paz, construído sobre uma visão ética e espiritual¹ (AGENDA HÁBITAT, 1996, p. 1. Trad. autora).

Dez anos depois da *Eco-92*, em 2002, para dar continuidade às negociações internacionais sobre o assunto, foi realizada em 2002 a RIO+10 na cidade de Joanesburgo (África do Sul), a qual procurou analisar os avanços da última década e revisar as propostas da *Agenda 21*. Segundo Sequinel (2002), o conflito de interesses entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos prejudicou o estabelecimento de novas propostas de ação, constatando-se que houve poucos resultados práticos desde 1992. Outrossim, foi necessário passar mais uma década para que o Rio de Janeiro novamente sediasse outra cúpula da ONU, esta ocorrida em 2012 e que foi denominada de RIO+20.

Tendo a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza como principal pauta, essa conferência, de acordo com o Portal Brembati (2012), a conferência teve um papel fundamental na conscientização sobre os riscos dos atuais modos de produção e consumo. No entanto, deixou muito a desejar em relação a propostas concretas de como evitar tais riscos e resolver problemas pertinentes. Em 2015, reconhecendo o papel fundamental dos arquitetos em planejar e projetar o ambiente construído, além da necessidade de reduzir as emissões de carbono a zero até 2050 – e fornecendo igualdade de acesso a abrigo para todas as pessoas –, outra conferência internacional da UIA aconteceu, com apoio de diversas entidades de classe de todo o planeta. Desta vez, sediado em Durban (África do Sul), o evento promoveu o lançamento de um novo documento: a Declaração de Deveres 2050. Segundo esta, desde então, todos os arquitetos se comprometeriam a

Reformar e reabilitar as cidades e municípios existentes, expansões urbanas e edifícios para serem neutros em carbono, respeitando os valores culturais e patrimoniais [...], além de [...] defender e promover a arquitetura socialmente responsável para a comunidade, desenvolver e fornecer o acesso equitativo à informação e as ferramentas necessárias para: planejar e projetar ambientes

¹ Do texto original: [...] *sustainable development of human settlements combines economic development, social development and environmental protection, with full respect for all human rights and fundamental freedoms, including the right to development, and offers a means of achieving a world of greater stability and peace, built on ethical and spiritual vision* (AGENDA HÁBITAT, 1996, p. 1).

sustentáveis, resilientes, inclusivos e de baixo/zero teor de emissão de carbono. Projetar estruturas e sistemas de energia renovável e recursos naturais de zero/baixo custo (como aquecimento e arrefecimento, captação e armazenamento de água, água quente solar, iluminação natural e sistemas de ventilação naturais) (CAU/BR, 2014, p. 1).

Por fim, a terceira edição da conferência *Hábitat* ocorreu em 2016, na cidade de Quito (Equador), voltando a refletir sobre a sustentabilidade dos espaços construídos. Adotando a *Nova Agenda Urbana* – documento que deverá orientar a urbanização sustentável pelos próximos 20 anos –, a *Hábitat III* definiu como metas internacionais: a igualdade de oportunidades para todos; o fim da discriminação; a importância das cidades mais limpas; a redução das emissões de carbono; o respeito pleno aos direitos dos refugiados e migrantes; e a implementação de melhores iniciativas verdes e de conectividade, entre outras (ONU/BR, 2016).

5 REVISÃO DA LITERATURA

Em termos gerais, como descreve o Portal VGV (2013), o *retrofit* na sua essência consiste em uma atualização predial, isto é, na realização de melhorias no rendimento energético e no retorno financeiro de uma edificação, adequando-a a novos usos, funções, regras e normas da atualidade². Com isto em vista, a técnica está mais voltada para a recuperação de patrimônios históricos e de edifícios tombados, de modo a prolongar a vida útil de seus elementos arquitetônicos através da aplicação de tecnologias de ponta (BARRIENTOS, 2004).

Logo, o processo do *retrofit* tem como principal objetivo ressignificar os valores de uma edificação preexistente, sempre preservando suas referências e sua importância histórica, sem, necessariamente, mudar sua aparência e componentes. Está justamente aqui a verdadeira definição de *retrofitting*: a preservação dos patrimônios histórico e cultural, mantendo-os imersos nos contextos social e urbano atuais (GRUPO ORGUEL, 2017). Contudo, esses conceitos – “preservação” e “patrimônio” – surgiram muito antes da técnica propriamente dita de *retrofit*, e passaram por um longo processo até ocorrer o despertar histórico no mundo, que ocorreu paralelamente ao despertar ecológico da segunda metade do século passado.

Segundo Cunha (2006), citando o historiador de arte austríaco Alois Riegl (1858-1905), o primeiro momento de valorização de monumentos históricos remonta à Itália do início do século XV, quando o Papa Martinho V (1369-1431) restabeleceu a sede do papado em Roma, com o desejo de restituir o poder e o prestígio da cidade a partir da apropriação de objetos e elementos antigos. Foi nesse período, durante a Renascença italiana, conforme Londres (2006), que surgiu a noção de “patrimônio” tal como se conhece hoje, ou seja, baseada no ideal renascentista da valorização dos feitos humanos; ideia construída a partir do estudo da herança da cultura clássica.

² Complementando esse conceito, Vale (2006) diz que o termo *retrofit* tem caráter técnico e é utilizado na indústria da construção civil com a ideia básica de uma “atualização tecnológica”, ou seja, objetiva valorizar edificações antigas prolongando sua vida útil, seu conforto e funcionalidade, por meio da implementação de avanços tecnológicos e da utilização de materiais de última geração.

A partir desse momento, o reconhecimento e a valorização de monumentos da Antiguidade como patrimônio deixavam de ser somente pela memória coletiva, mas também – e principalmente – por seus valores histórico e artístico, além da sua qualidade arquitetônica e visual, em conjunto do seu valor educacional (CUNHA, 2006). Isto porque, de acordo com Rodwell (2007), muitas das construções renascentistas já eram utilizadas como base para estudo e inspiração de inovações arquitetônicas. Entretanto, foi somente no final do século XVIII, durante a *Revolução Francesa* (1789/99), que essa consciência histórica despertou o interesse pela preservação do patrimônio nacional – e não apenas sua valorização –, pois houve um entendimento por parte dos revolucionários de que as possessões que primeiramente objetivavam destruir representavam a origem e o passado de formação da nação francesa. Isto é:

As antigas posses do rei, da aristocracia e da igreja, inicialmente os alvos da destruição como símbolos da antiga opressão, foram logo reconhecidas como testemunho do passado das pessoas que haviam formado a nação francesa. Como tal, a nação tinha responsabilidade de cuidar e protegê-las³ (RODWELL, 2007, p. 4. Trad. autora).

Desde então, uma onda pela preservação do patrimônio atingiu a Europa no século seguinte, especialmente a Inglaterra, a Alemanha e a Itália, além da própria França, em decorrência da industrialização acelerada e a conseqüente descaracterização e demolição das antigas cidades (MENEQUELLO, 2000). Em conseqüência desse cenário, durante o início do século XX, a consciência europeia pela preservação do patrimônio levou à realização de vários encontros que resultaram em documentos importantes. O primeiro deles, lançado em 1931 durante o *Primeiro Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos em Monumentos* – que é considerado o encontro internacional pioneiro na área de restauro de monumentos –, denominou-se *Carta de Atenas*, a qual ressalta a urgência de legislações e organizações que atuassem em conjunto em prol da preservação do patrimônio histórico e cultural mundial (RAMOS, 2015).

Três décadas depois, em 1962, ocorreu a *12ª Conferência Geral da Organização para a Educação, a Ciência e a Cultura das Nações Unidas* (UNESCO) – que faz parte da ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), criada em 1946 para promover e manter a paz após a *Segunda Guerra Mundial* (1939/55) –, na qual foi publicada a *Recomendação de Paris*. Este foi o primeiro documento com foco na preservação de paisagens, sejam elas naturais, rurais ou urbanas, com ênfase nos patrimônios culturais, o que abriu essa discussão para o âmbito do urbanismo (BREGATTO, KOTHER et FERREIRA, 2017).

Já no *Segundo Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos em Monumentos*, ocorrido em 1964, foi aprovada a *Carta de Veneza*. Nela, foi posto em pauta a carência de um plano internacional para a restauração de bens culturais com grande preocupação em manter a

³ Do texto original: *The former possessions of the king, the aristocracy and the church, initially the targets of destruction as symbols of former oppression, were soon recognised as testimony to the past achievements of the people who had formed the French nation. As such, the nation had responsibility to care for and protect them* (RODWELL, 2007, p. 4).

autenticidade do objeto em questão, estabelecendo diretrizes-base para a preservação da originalidade. Assim, o documento ampliava ainda mais o conceito de monumento histórico, incluindo sítios urbanos e rurais que fossem testemunha de uma civilização particular, evolução significativa ou acontecimento histórico, ressaltando a importância de tal preservação tanto pelo valor artístico da obra quanto por seu testemunho histórico (RODWELL, 2007).

Pode-se dizer que todos esses e outros encontros, eventos e documentos tiveram enorme importância na contribuição para o despertar da consciência histórica e para a disseminação da preocupação em preservar resquícios da história. Porém, tal revolução ficou quase restrita ao continente europeu. Foi quando, em 1972, a questão da preservação de monumentos históricos ganhou visibilidade mundial por meio da inclusão da proteção do Patrimônio da Humanidade Cultural ou Natural como um dos principais objetivos da UNESCO, o que ocorreu durante a *Conferência Geral de Paris*⁴ (PACIEVITCH, 2009).

Entre os anos 1970 e 1990, os despertares histórico e ecológico se interagiram e influenciaram-se mutuamente, o que fez com que, como apontam Moraes *et* Quelhas (2012), uma série de legislações nos EUA e especialmente na Europa surgisse ao final da década de 1990, protegendo fortemente edificações preexistentes, tanto em termos culturais quanto ambientais. Assim, de acordo com Gomes (2015), a escassez de espaço para novos empreendimentos devido a essa exigência de conservação patrimonial, aliada à consequente necessidade de adequação predial às tecnologias e usos modernos, levou ao nascimento do chamado *retrofit*.

A técnica de *retrofitting* – trazida para a construção civil a partir da indústria aeronáutica – é definida por Rezende (2013) como a união de dois conceitos anteriores: a reforma e a restauração. Enquanto a segunda refere-se a uma restituição do imóvel à sua condição original, a primeira relaciona-se à realização de melhorias sem compromisso com as características anteriores. Portanto, o *retrofit* consiste na melhoria de um edifício, apropriando-o ao contexto presente, sem, no entanto, descaracterizá-lo do contexto no qual foi construído.

A arquiteta e coordenadora técnica da ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ARQUITETURA BIOECOLÓGICA (ANAB) Marcia Mikai Junqueira de Oliveira, em entrevista à revista digital AECWEB (2018), afirmou que o *retrofitting* é uma solução naturalmente sustentável. Isto porque reaproveita estruturas já existentes, gerando assim uma quantidade consideravelmente menor de entulho quando comparada a uma simples demolição, além de contribuir para maior conforto térmico, economia de água e eficiência energética. Ademais, segundo o Portal VGV (2013), a economia de energia pode chegar a até 40% após o processo de *retrofit*. Para Silva (2013), os *retrofit* são práticas

⁴ Conforme Rodwell (2007), não se pode deixar de citar que uma das consequências do segundo pós-guerra, principalmente na década de 1950, foi o surgimento de vários grupos ativistas e campanhas para salvaguardar edifícios e cidades históricas na Europa, o que contribuiu muito para impulsionar a consciência europeia pela preservação do patrimônio histórico no âmbito da arquitetura e urbanismo. Atualmente, por *patrimônio* entende-se o conjunto de bens materiais e/ou imateriais que contam a história de um povo e sua relação com o meio ambiente, tratando-se do legado que se herda do passado e que se transmite às gerações futuras, o qual envolve bens históricos, culturais e ambientais.

complexas que se utilizam dos princípios básicos da sustentabilidade das construções. Segundo ele,

[...] além das possibilidades de instalação de tecnologias de controle energético e hídrico, há um sentido de reaproveitamento de todo o trabalho empregado anteriormente na construção original e que, normalmente, encontra-se subutilizada. Existem casos que enfatizam elementos positivos dessa tendência (SILVA, 2013, p. 21).

Pode-se ainda compreender *retrofit* como o processo de se interferir em uma benfeitoria, a qual foi mal executada ou de uma forma inadequada às necessidades atuais. Contudo, de uma forma mais ampla, o *retrofitting* constitui-se em um conjunto de ações realizadas para o beneficiamento de um bem, visando sua renovação parcial ou completa de uma edificação, ou ainda, incluindo uma intervenção a determinado patrimônio, preservando seus valores estéticos e históricos originais, além de trabalhar com o conceito de sustentabilidade, objetivando a melhoria do desempenho com qualidade a um custo operacional viável da benfeitoria no espaço urbano (DUCAP, ORIOLLI *et* QUALHARINI, 2001).

Com diversas experiências já realizadas em solo brasileiro⁵, o *retrofit* foi conceituado pela *Norma de Desempenho*⁶ da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15.565, para a qual se trata da remodelação ou atualização da edificação ou de sistemas, através da incorporação de novas tecnologias e conceitos, normalmente visando à valorização do imóvel, mudança de uso, aumento da vida útil e eficiência operacional e energética (ASBEA, 2013). Por sua vez, o CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – CBCS (2013) estabelece que, na indústria de construção civil, *retrofit* é a intervenção realizada em uma edificação com objetivo de incorporar melhorias e alterar seu estado de utilidade. Acrescenta-se ainda que esta prática de recuperação de um patrimônio que esteja subutilizado ou totalmente inutilizado não encerra na escala do edifício, mas sim se estende ao entorno urbano.

Para que haja êxito nos aspectos técnicos do *retrofitting*, de acordo com Vale (2006), deve-se ter sempre em mente o grau de intervenção que vai ser utilizado, os profissionais envolvidos, os custos em geral e as normas necessárias, além dos materiais e sua degradação, as patologias que podem ocorrer e a possível mudança do perfil de seus usuários. Muitos acreditam que a aplicação das técnicas de *retrofit* em uma edificação implicaria em uma reforma generalizada do partido arquitetônico, o que não é verdade. Conforme esse autor, a um mesmo partido podem ser acrescentadas novas soluções de, por exemplo: pisos, revestimentos, fachadas, elevadores,

⁵ Entre as mais conhecidas, aponta-se os processos de *retrofit* realizados no *Edifício Martinelli*, na *Red Bull Station* e no MUSEU DE ARTE CONTEMPORÂNEA – MAC USP, todos situados na capital paulista (GALERIA DA ARQUITETURA, 2016); ou a criação do MUSEU DE ARTE DO RIO – MAR, além de outros casos em todo o território nacional.

⁶ Disponibilizada para consulta pública em 2007, a primeira edição da *Norma de Desempenho* ABNT NBR 15.575 deveria ter sido publicada em 2008, porém, devido a vários julgamentos sobre correções e aperfeiçoamentos, somente foi publicada em julho de 2013, agregando em seu conteúdo uma extensa relação de normas já existentes, das mais diversas disciplinas – como: elaboração e representação de projetos arquitetônicos; e requisitos para sistemas estruturais, pisos, vedações verticais internas e externas, coberturas e sistemas hidrossanitários – e estabelecendo ampla e solidária junção de incumbências entre os intervenientes do processo (ASBEA, 2013).

iluminação, ar condicionado, sistemas hidráulicos, de segurança e de automação predial, entre muitos outros (INDUTA, 2017).

FIGURA 01

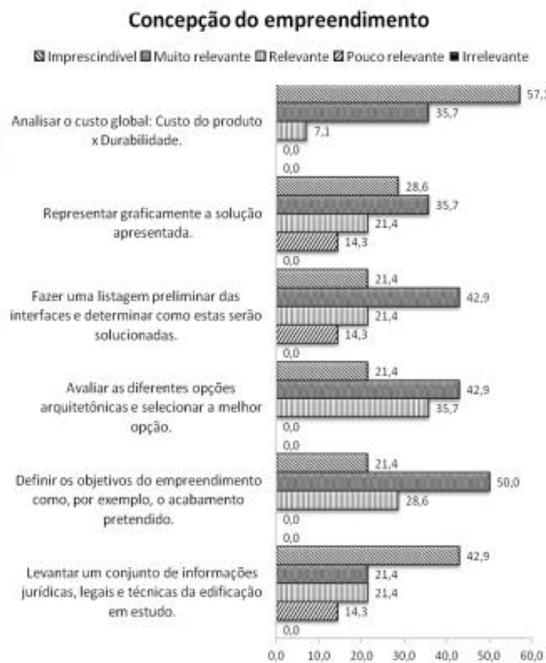
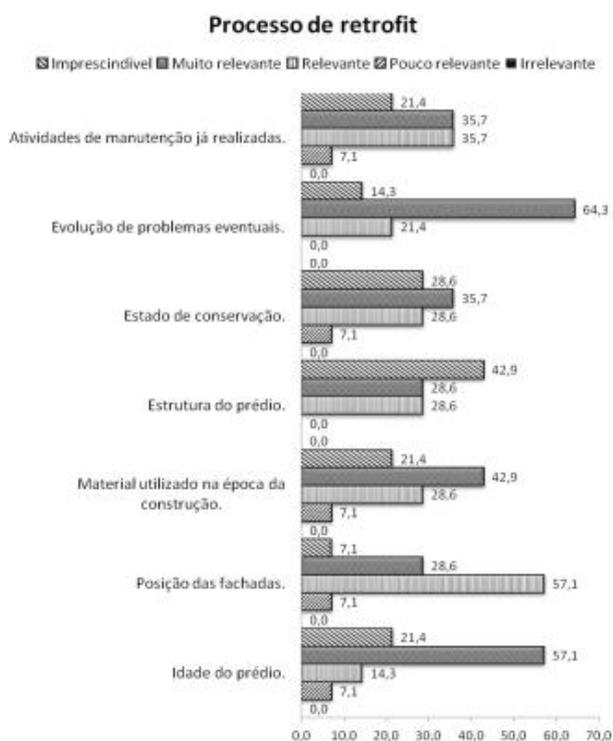


FIGURA 02



história do prédio em si são determinantes para a concepção do projeto de *retrofit* (Figura 02). Por fim, aqueles autores ressaltam a importância da aplicação de técnicas específicas para o *retrofit*, as quais são diferentes das técnicas convencionais para construções novas, evitando assim desperdícios desnecessários.

Apesar das limitações físicas, do elevado custo e da imprevisibilidade das obras de *retrofitting* – já que em geral se trata de edifícios desgastados e/ou abandonados –, além da exigência de uma mão-de-obra mais qualificada, Rezende (2013) apresenta-o como uma opção vantajosa, pois, além dos aspectos anteriormente citados, a sustentabilidade também é alcançada na reciclagem de materiais. Ademais, a vida útil do prédio aumenta consideravelmente, em conjunto com a adaptação tecnológica – e há uma valorização imobiliária que pode chegar até 50%.

Em uma pesquisa feita por Moraes *et* Quelhas (2012) *apud* Guimarães (2014), um questionário foi enviado a vários profissionais da área de construção civil, com o intuito de definir diretrizes e fatores a serem considerados para o projeto de *retrofit*. A partir dela foi possível perceber que, durante a verificação da viabilidade da aplicação da técnica, a análise do custo global da obra e de sua durabilidade após a “retrofitagem” e o levantamento de informações jurídicas, legais e técnicas da edificação em estudo foram tidas como imprescindíveis pela maior parte dos profissionais consultados (Figura 01). Além disso, os autores puderam concluir que estudos detalhados sobre a estrutura original do edifício – seu desempenho ao longo dos anos, possibilidade de resistência a novas cargas e eventuais problemas anteriores – e sobre a

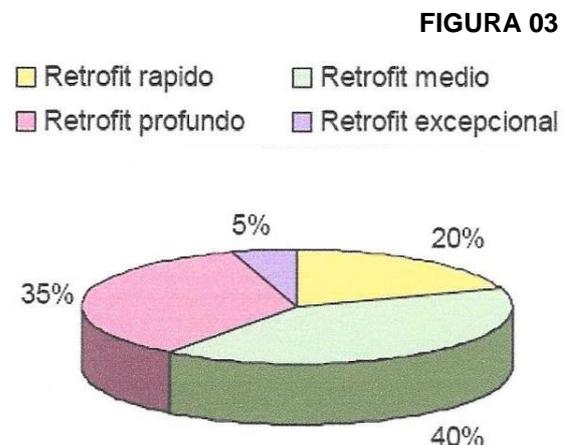
Para Wiazowski (2007), o retrofitting trata-se de um processo inserido no conceito de “renovação” e diretamente ligado à questão da energia elétrica. Tal renovação deve-se dar no sentido mais amplo possível, o que englobaria qualquer tipo de intervenção em um edifício preexistente. Segundo o autor, a intervenção predial pode ser feita em três níveis:

- *Leve*, quando há a modernização de poucos sistemas ou de itens específicos;
- *Substancial*, quando ocorre a modernização de vários sistemas para otimizar o funcionamento do edifício como um todo; e
- *Profunda*, quando somente a estrutura do prédio é reaproveitada e há substituição total de paredes, sistemas, instalações, mobiliário e de decorações internas e externas.

Entretanto, a tentativa de estabelecer níveis de intervenção é um tanto quanto superficial, uma vez que, na maioria dos casos de *retrofit*, é muito difícil prever antecipadamente esse grau, o que ocorre ao longo do decorrer dos trabalhos. Vale (2006) apresentou em seu trabalho uma classificação mais abrangente, esta de acordo com os trabalhos a serem desenvolvidos em um *retrofitting* e que é melhor aceita pela maioria dos pesquisadores do assunto, a saber:

- *Retrofit rápido*, que engloba serviços de recuperação de instalações e revestimentos internos;
- *Retrofit médio*, que, além dos serviços de intervenção rápida, promove renovações em fachadas e mudanças nos sistemas de instalações da edificação;
- *Retrofit profundo*, que, em paralelo a atividades anteriores, envolve intervenções em que há mudanças de layout, o que abrange desde novas compartimentações até a própria estrutura dos telhados; e
- *Retrofit excepcional*, que ocorre principalmente em edificações históricas ou localizadas em áreas protegidas.

Vale (2006) também quantificou em porcentagem a ocorrência de cada uma dessas categorias (Figura 03). Deste modo, pode-se observar que, em edificações antigas, o *retrofit* médio aparece com o maior percentual (40%) enquanto o excepcional em menor (5%). Isto tende a se modificar com o aumento da competência e do conhecimento de profissionais envolvidos na prática do *retrofitting*, o que levará ao caráter excepcional predominar no futuro.



Em termos europeus, a aplicação do *retrofit* vem aumentando desde meados dos anos 1990, sendo considerado pioneiro o caso do *Reichstag* alemão, cujo prédio – concluído em 1894 na então capital Berlim e incendiado em 1933 –, com a ascensão do nazismo e a eclosão da *Segunda Guerra Mundial* (1939/45), manteve-se em ruínas até os anos 1950, já que a capital na Alemanha Ocidental foi transferida para Bonn em 1949. Embora restaurado em 1956, o prédio somente foi reinaugurado como sede do Parlamento alemão em 19 de abril de 1999. Após a reunificação do país, decidiu-se que deveria ser remodelado e, em 1992, o arquiteto britânico *sir* Norman Foster (1935-) desenvolveu uma das primeiras obras-primas em *retrofit* (Figura 04)

FIGURA 04



Outro exemplo pioneiro na Europa foi o *retrofit* de um conjunto de edifícios que foram originalmente projetados na década de 1930 pelo arquiteto Hannes Meyer (1889-1954), o qual atuou junto à *Bauhaus* (1919/33). Funcionando como uma escola profissionalizante, a *ADGB Trade Union School* (Figura 05), situada em Bernau (Alemanha), acabou se transformando em um Centro da Juventude Hitlerista durante o auge do nazismo para depois, durante a *Guerra Fria*, acabar abandonada e esquecida, sendo redescoberta somente com a *Queda do Muro* (1991). Em 1999, um concurso elegeu a melhor proposta de reabilitação, eliminando traços de reformas anteriores e trazendo de volta a identidade da sua arquitetura funcionalista, cujos trabalhos foram concluídos somente em 2008.

Na França, um dos primeiros projetos de remodelação foi da tradicional loja de departamento *La Samaritaine* (Figura 06), cujo complexo localiza-se à Rue de Rivoli na capital francesa. O prédio, originalmente datado de 1869, havia passado por reformas e ampliações até 1930, absorvendo traços tanto do *Art Nouveau* como do *Art Déco*, através das ações de arquitetos como Franz Jourdain (1847-1935) e Henri Sauvage (1873-1932). Seus negócios começaram a declinar nos anos 1990 e, em 2005, suas instalações foram desativadas. Três anos depois, em 2008, anunciou-se que sua estrutura seria reabilitada para abrigar escritórios, lojas, apartamentos e garagens, além de uma creche e um hotel com 80 apartamentos com vistas para o rio Sena, o *Cheval Blanc*. Ainda em andamento, a proposta de *retrofit*, da autoria do escritório de arquitetos japoneses SANAA, tornou-se polêmica por incluir uma fachada inteiramente em ondas de vidro jateado sobre o edifício histórico. Além disso, haverá a inclusão de sistemas de captação de água pluvial, de energias renováveis – solar e geotérmica – e de recuperação do calor por incineração de resíduos domésticos (CPCU), além de tetos verdes e iluminação LED (GOMES, 2015).

Com um caráter similar a esse caso, destaca-se também a intervenção leve que foi aplicada na *Catedral de Notre Dame* (Figura 07), em Paris (França), cujo sistema de iluminação foi completamente atualizado em 2015 por meio de



um *retrofit*, o qual consistiu na substituição de todas as lâmpadas antigas por LED's reguláveis via painel de computador. O *retrofit*, segundo o *light designer* Armand Zadikian, foi planejado para melhorar a experiência do público na catedral e adequar a sua atmosfera às duas funções principais: a religiosa e a cultural (HICKMAN, 2014). O resultado foi uma considerável redução nos custos de manutenção do prédio com uma economia energética de aproximadamente 80% (METCALFE, 2014).



FIGURA 07

Outro país europeu com grande experiência em *retrofitting*, conforme Gomes (2015), é o Reino Unido. A *Blackfriars Bridge* (Figura 08), situada na capital inglesa, tornou-se



FIGURA 08

um dos ícones mundiais em eficiência energética devido a um *retrofit* realizado em 2014. Segundo a Fundação Herbert Daniel (2014), essa ponte – que serve de suporte para a estação de trem de mesmo nome – foi construída ao final do século XIX e, a partir de sua renovação, hoje é considerada a maior “ponte solar” do mundo, com 4.400 painéis solares instalados em sua cobertura. Após seu *retrofit*, a estrutura reduziu a emissão de carbono anual em 511 toneladas, recebendo ainda um sistema de coleta de água da chuva e produzindo cerca de 900.000 kWh por ano, o que corresponde a 50% da energia utilizada pela estação.

Outro exemplo londrino encontra-se praticamente ao seu lado: trata-se da galeria do *Tate Modern Museum* (Figura 09). Seu edifício originalmente funcionava como uma usina termoelétrica, a *Bankside Power Station*, tendo sido construído em 1947 e desativado em 1981. O conjunto foi “retrofitado” em 2016, quando recebeu uma torre adjacente ao prédio principal, com um *design* contemporâneo que dialoga e valoriza a história da antiga usina, como aponta o *site* do *Amber Group* (2019). A ampliação aumentou o espaço de



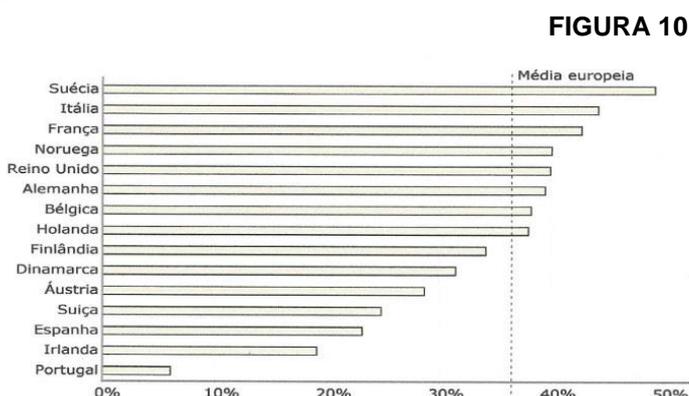
FIGURA 09

exposição em aproximadamente 60%, mantendo a mesma emissão de carbono de antes da obra, o que resultou em uma economia energética anual de quase 30%.

Conforme Jones (2016), o *Tate Modern* já havia passado por duas outras grandes modificações: uma em 2000 e outra em 2012. A primeira consistiu na reciclagem do edifício, quando foi inaugurado como museu de arte

moderna e contemporânea pela primeira vez a partir do projeto dos premiados arquitetos suíços Jacques Herzog (1950-) e Pierre De Meuron (1950-). Com essa proposta, recebeu uma coroa de vidro luminosa, mas manteve seu visual e valor histórico, especialmente pela sua fachada simétrica e pela preservação de sua torre-chaminé. Já a segunda remodelação resultou na ampliação de suas galerias para o que eram antes os tanques de óleo da usina. Hoje, após quase vinte anos em completo desuso e isolamento na área industrial de Londres, o *Tate Modern* é um dos espaços de arte mais visitados no mundo (JONES 2016).

Por fim, acrescenta-se que na Europa, hoje em dia, diversos países aplicam o *retrofit* como solução para maior sustentabilidade de suas edificações preexistentes, sendo o ranking, de acordo com Gomes (2015), liderado pela Suécia, Itália, França, Noruega, Reino Unido e Alemanha, como pode ser observado no gráfico ao lado (Figura 10).



6 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa em iniciação científica, de caráter descritivo-exploratório e cunho teórico-conceitual, foi baseada em revisão *web* e bibliográfica com estudo de casos, realizando-se por meio da investigação, seleção e coleta de fontes impressas, nacionais e internacionais; ou ainda publicadas *on line*, as quais tratavam direta ou indiretamente sobre *retrofit*. Em suma, a metodologia de pesquisa seguiu as seguintes etapas:

a) Revisão Bibliográfica e Coleta de Dados:

Esta etapa baseou-se na pesquisa *web* e bibliográfica, que consistiu na seleção e coleta de fontes relacionadas às principais questões sobre os despertares ecológico e histórico e a sustentabilidade socioambiental, além da preservação patrimonial e das intervenções dela decorrentes, até o surgimento do conceito de *retrofit*, que é o foco principal deste estudo.

b) Seleção e Descrição de Obras:

Esta etapa envolveu a identificação e descrição de 03 (três) obras arquitetônicas europeias, as quais passaram por *retrofitting* e dispunham de materiais e informações suficientes para pesquisa e análise, seja em meios bibliográficos como eletrônicos.

c) Análise e Avaliação dos Casos:

Fase que consistiu na reflexão crítica quanto às obras selecionadas através de suas descrições, características e relevâncias. A exposição dos exemplos ilustrados buscou reafirmar a importância do processo de *retrofit* para a transformação de espaços construídos em obras mais sustentáveis.

d) Conclusão e Redação Final:

Refere-se ao fechamento desta pesquisa através da elaboração do *Relatório Final de Pesquisa*, além de material expositivo por ocasião do EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – EVINCI da UFPR, previsto para acontecer em outubro de 2019.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o estudo do surgimento e desenvolvimento do conceito de *retrofit*, foi possível constatar a viabilidade desta medida técnica no contexto atual, especialmente no que se refere à urgência em se criar uma arquitetura mais sustentável e integrada às políticas verdes. Com isto em mente, optou-se pelo estudo de três casos europeus, conforme estabelecido no plano inicial da pesquisa, sendo todos com *retrofit* executado após o ano 2000, situados em diferentes países do continente europeu e de usos distintos – a saber: uma edificação residencial, outra institucional e outra de caráter público – para que se possa fazer um recorte amplo de como o *retrofitting* vem sendo aplicado no contexto da Europa do século XXI.

ESTUDO DE CASO I

CASA CAN SIMÓN

Projeto e Construção: c.1870 – Retrofit: 2003/09
Formentera – Islas Baleares | Espanha



FIGURA 11



FIGURA 12

O primeiro caso em estudo trata-se de uma residência localizada na ilha de Formentera, a qual faz parte do arquipélago das Islas Baleares, ao leste da Espanha: a *Casa Can Simón* (Figuras 11 e 12). Construída por volta de 1870, a moradia consiste em um exemplar da arquitetura residencial tradicional espanhola do século XIX, conservada em ótimo estado e, devido a isto, com grande importância histórica. De 2003 a 2009, foi executado um projeto de *retrofit* excepcional na edificação, este liderado pelo arquiteto Marià Castelló Martínez, cujas principais diretrizes eram: reforçar a estrutura da casa, substituir parte da cobertura já bastante comprometida, obter um maior aproveitamento da iluminação natural e melhorar a continuidade espacial dos ambientes internos, tudo sem perder o caráter original de austeridade da residência. Além disso, exigências para sua habitabilidade no contexto atual incluíam a adaptação do programa de necessidades da residência, desfragmentação dos espaços sociais, melhor integração da cozinha com outras partes da casa e a adição de dois novos banheiros e também de um dormitório com terraço privado voltado para o sul (MARTÍNEZ, 2009).

No entanto, ainda segundo o próprio arquiteto, a historicidade da edificação limitava a variedade de materiais que poderiam ser aplicados na casa, já que eram bastante característicos de seu contexto de construção, ou seja, do século XIX. As paredes de pedra, o revestimento em argamassa de cal e as telhas árabes da cobertura compunham a tipologia básica da residência, que, se não fosse respeitada, significaria uma grande transgressão em sua aparência original. Deste modo, todas as intervenções estruturais na habitação foram feitas utilizando alvenaria de pedras nativas (Figuras 13 e 14), além de lajes em vigas de madeira.

Considerando-se todos esses aspectos, algumas paredes internas da casa foram retiradas e as salas de estar e de jantar, assim como o *hall* de visitas, foram expandidas. A cozinha – que antes ocupava metade da atual sala de jantar – foi realocada para um espaço com quase o dobro da área e no qual foi aberta mais uma porta, além de ter sido adicionado um banheiro anexo à varanda, com as devidas variações. Pensando nas exigências por materiais tradicionais, o *design* interior da residência foi pensado para incluir móveis e detalhes modernos, de modo a harmonizar com sua estrutura original e rústica (LOMHOLT, 2016; MARTÍNEZ, 2019).

Como um dos principais objetivos da remodelação era a maior continuidade espacial e iluminação natural – conceitos estritamente ligados à questão da sustentabilidade, criou-se uma permeabilidade visual no eixo longitudinal da casa através da sala no primeiro andar e volume de espaço duplo, graças a duas novas aberturas com geometrias trapezoidais e triangulares, as quais foram resultado do telhado inclinado (Figura 15). Ainda de acordo com o autor do *retrofit*, Martínez (2009), a modificação mais aparente foi a adição de um segundo andar à construção, conforme foi exigido, o que incluiu mais um quarto e um terraço voltados para o sul. Com isto, as telhas originais retiradas de onde seria feito o novo volume – todas em ótimo estado – foram reutilizadas em outras partes da cobertura, as quais necessitavam de reparo. Isto também contribuiu para a maior sustentabilidade da obra, uma vez que se foi feito o reaproveitamento do material preexistente (Figuras 16 e 17 – Planta do primeiro pavimento antes e depois do *retrofit*).



FIGURA 13



FIGURA 14

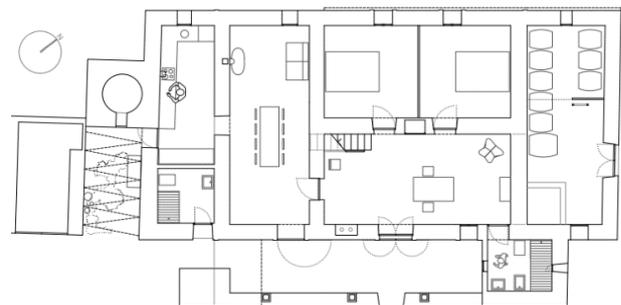


FIGURA 15

FIGURA 16



FIGURA 17



ESTUDO DE CASO II

MUSEU TATE MODERN

Projeto e Construção: 1947 – Retrofit: 2015/16
Londres – Inglaterra | Reino Unido

Como citado anteriormente, o edifício do *Tate Modern* foi originalmente construído para abrigar uma usina termoeletrica em 1947, sendo completamente abandonado por quase duas décadas após ser desativado em 1981. Em estilo *Art Déco*, ele passou por três grandes modificações desde o início do século: a primeira em 2000, em que foi reciclado e adaptado para o novo uso e recebeu a coroa de vidro em sua fachada (Figura 18); e a segunda em 2012, em que seu espaço de exposição foi ampliado para os tanques de óleo no subsolo do museu. Foi somente na terceira modificação, inaugurada em junho de 2016, que o

prédio recebeu o tratamento com aplicação de *retrofit* (Figura 19). Em todas estas intervenções houve uma grande preocupação em preservar a identidade visual de seu exterior e ainda criar um diálogo com a estética contemporânea.

Tal preocupação resultou, na intervenção mais recente, a qual consiste em uma nova torre anexa à estrutura principal (Figura 20). Seu principal objetivo, de acordo com o portal oficial do *Tate Modern* (2016), era ampliar as galerias para comportar melhor o público que visita o museu, o qual já havia mais que dobrado em relação ao contingente anual considerado nos projetos anteriores de dois milhões de pessoas. Além disso, a nova torre também buscava a criação de espaços de socialização, a valorização do ensino sobre a arte durante as exposições e a ampliação do acervo exposto.

A utilização dos tijolos perfurados (Figura 21) no revestimento da torre recém-anexada, além de permitir a iluminação e ventilação natural interna durante o dia e criar uma atmosfera interessante à noite com a permeabilidade da luz para o exterior, estabeleceu o diálogo almejado entre a estrutura original e a contemporaneidade. Isto porque, apesar do formato piramidal escolhido e das janelas que aparecem com um corte em sua estrutura – os quais conferem uma sensação de refinamento ao prédio – , a cor da alvenaria utilizada é bastante semelhante à utilizada na estrutura já existente, retornando ao rústico. A altura do novo edifício, que é de cerca de 64,5 metros, foi também pensada para coincidir com a altura da icônica torre-chaminé do museu. Estas medidas, juntamente com o reaproveitamento energético do calor emitido pelos transformadores do próprio museu, contribuíram com a questão da sustentabilidade, já que se prevê a economia energética de 54%, além de 44% menos emissões de carbono em relação à exigência em regulamentações prediais (TATE MODERN, 2016).

Empreendido pelo *ARUP Group Limited* – uma empresa multinacional com sede londrina que fornece serviços profissionais de engenharia, *design*, planejamento, gerenciamento de projetos e serviços de consultoria para todos os aspectos do ambiente



FIGURA 18



FIGURA 19



FIGURA 20



FIGURA 21

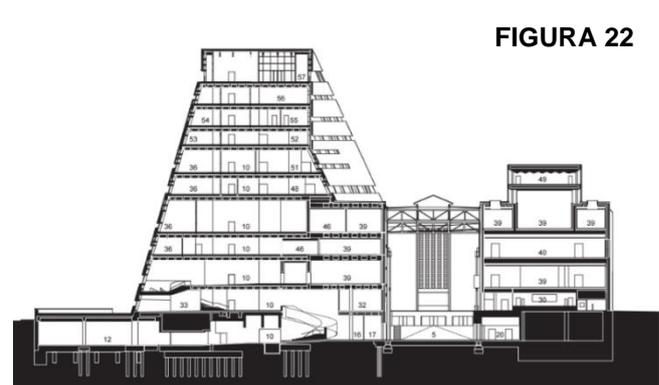


FIGURA 22

construído – em conjunto com a dupla Herzog & DeMeuron, o novo edifício ampliou o espaço interno do museu em 60% (Figura 22), possibilitando a inclusão de novas galerias de exposições temporárias, espaços para seminários, laboratórios de mídia de ponta, um restaurante e terraços para socialização e apreciação da paisagem, assim como ganhou o caráter de “neutralidade em emissão de carbono” (AMBER GOUP, 2019; ARUP, 2019).

ESTUDO DE CASO III

ESCOLA SOLITUDE GYMNASIUM

Projeto e Construção: 1966/75 – Retrofit: 2012/14

Stuttgart – Baden-Württemberg | Alemanha

Na Europa, em 2011, foi lançado o projeto *School of the Future*, cujo objetivo principal era demonstrar a viabilidade de soluções para economia energética com orçamentos limitados, bem como impulsionar a indústria sustentável dentro da construção civil, como explica o coordenador do projeto, Hans Erhorn (2016). Para tanto, foram escolhidas 04 (quatro) escolas europeias⁷ em diferentes condições climáticas, as quais passariam por um *retrofit* voltado para a eficiência energética, a fim de que ao final fossem mensurados os resultados atingidos e estes fossem colocados à disposição do grande público, reduzindo a hesitação em adotar tais medidas com base em informações confiáveis.



FIGURA 23

Por ter sido o edifício que recebeu o *retrofit* mais completo, o exemplar aqui apresentado é a *Secondary School Solitude-Gymnasium*, localizada na cidade de Stuttgart (Alemanha). No projeto como um todo, as diretrizes para a intervenção incluíam a redução em 75% do uso de energia térmica, a redução para o fator 3 do uso total de energia e a melhoria da qualidade do ambiente interno, em termos de ar, iluminação natural, acústica e conforto térmico. Atendendo as particularidades do edifício, o *retrofit* englobou também a recuperação da estrutura danificada e uma renovação completa no sistema energético da instituição, cujo consumo era o maior entre as quatro escolas selecionadas.



FIGURA 24

A escola foi originalmente construída entre 1966 e 1975 (Figura 23), passando pelo *retrofit* de 2012 a 2014. O foco era atingir uma melhor performance energética no ambiente interno, mas, para tanto, foi necessário que a intervenção incluísse o invólucro do edifício (Figura 24). O isolamento das fachadas foi aprimorado através de um tratamento com novos materiais – como o *Sistema Composto de Isolamento Térmico Externo* (ETICS) – e as janelas foram todas substituídas por vidros triplos. Na cobertura, foram adicionados painéis fotovoltaicos (Figura 25) que, devido a questões estruturais,

tiveram que ser limitados a uma única linha apoiada sobre pilares (ERHORN-KLUTTIG *et al.*, 2016).

Além disso, as caldeiras a gás já existentes, instaladas em 2004, foram reutilizadas para auxiliar no aquecimento durante picos de carga e uma *Planta de Cogeração* (CHP) foi instalada, a qual foi de extrema importância para atingir a eficiência energética visada, já que reaproveita a energia térmica que seria desperdiçada e converte-a para energia térmica útil, além de gerar energia elétrica, que será voltada ao uso

⁷ As instituições educacionais que foram objeto do citado projeto foram: *Secondary School Solitude-Gymnasium* (Stuttgart, Alemanha), *Tito Maccio Plauto school* (Cesena, Itália), *Hedegårdsskolen* (Ballerup, Dinamarca) e *Brandengen skole* (Drammen, Noruega) (N. Autora).

da escola e o excedente despejado na rede de distribuição da cidade, o que também auxiliará na cobertura dos gastos do sistema.

Quanto à ventilação, havia uma preferência inicial por sistemas naturais de ventilação cruzada. No entanto, tal solução mostrou-se insuficiente no contexto do *Solitude Gymnasium*. Assim, optou-se por unidades de aquecimento descentralizadas (Figuras 26 e 27) em conjunto com uma nova malha de dutos de exaustão e ventilação híbrida, sendo tudo controlado por sensores de CO₂, temporizadores ou ainda manualmente (ERHORN-KLUTTIG, 2015).

Por fim, ainda segundo a mesma fonte, é interessante ressaltar que o conforto dos estudantes durante e após a conclusão do *retrofit* foi levado em consideração. Todas as superfícies internas foram pintadas de acordo com valores mínimos de refletância: 0,8 para tetos, 0,5 para paredes e 0,3 para o chão; e, além disto, durante o período de obras, contêineres foram alugados para funcionar como salas de aula para os estudantes. O custo total do *retrofit* foi de 12 milhões de euros, sendo que se espera que o sistema CHP gere uma economia de 10.000 euros por ano. A economia de energia térmica atingiu os 75% e a de elétrica foi de 62%, de modo que a economia energética total foi de cerca de 74%.



FIGURA 25



FIGURA 26



FIGURA 27

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta pesquisa, foi possível constatar que a prática do *retrofit* arquitetônico, apesar de ainda timidamente, está crescendo tanto no contexto europeu quanto mundial, apresentando-se como uma alternativa viável e vantajosa para o futuro da construção civil; visto que une a criação de espaços contemporâneos à preservação e reutilização de estruturas já existentes, além de atender às questões de sustentabilidade. Após o estudo histórico- conceitual e a análise dos casos apresentados, percebeu-se que a técnica do *retrofitting* pode ser aplicada de modo bastante amplo e em diversas escalas, dentro de propósitos que vão desde a conservação do patrimônio, seja este tombado ou não – como é o caso da *Casa Can Simón* (Espanha) –, passando pela adaptabilidade de um edifício cultural a novas demandas – como observado no *Museu Tate Modern* (Inglaterra) – até a experimentação científica em prol da redução do consumo energético – como foi feita na *Escola Solitude Gymnasium* (Alemanha).

Em síntese, o *retrofitting* constitui-se no fruto de um longo processo de amadurecimento do despertar ecológico e histórico e, hoje em dia, se aplicado corretamente e de forma consciente, pode ser considerado uma ótima solução para o grande desafio da atualidade: a coexistência entre preservação histórica, sustentabilidade e avanço tecnológico. Acredita-se que seu estudo aprofundado poderá contribuir ainda mais com a busca de um perfeito equilíbrio e coexistência entre a humanidade e a natureza no que tange ao ambiente construído de qualidade.

9 REFERÊNCIAS

- AECWEB REVISTA DIGITAL. **Retrofit: oportunidade para a sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/retrofit-oportunidade-para-a-sustentabilidade_2247_0_1>. Acesso em: 24 out. 2018.
- AGENDA HÁBITAT. **The Habitat Agenda goal and principles: commitments and the global plan of action**. Disponível em: <<http://pfdc.pgr.mpf.mp.br/atuacao-e-conteudos-de-apoio/legislacao/moradia-adequada/agenda-habitat>>. Acesso em 06 set. 2018.
- AMBER GROUP. **Tate Foundation: LEEF**. Disponível em: <<https://www.amberinfrastructure.com/our-sectors/case-studies/tate-foundation-amber-only-leef/>>. Acesso em: 02 jun. 2019.
- ARUP. **Transformation of the iconic Tate Modern building and creation of a new extension in the Southern Switch House**. Disponível em: <<https://www.arup.com/projects/tate-modern>>. Acesso em: 02 jun. 2019.
- ASBEA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia para arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575 (2013)**. Disponível em: <http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2018.
- BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de edificações: estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais**. Rio de Janeiro: Dissertação (Mestrado em Arquitetura), UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11422/1652>>. Acesso em 06 out. 2018.
- BERCHIN, I.; CARVALHO, A. de S. C. *O papel das conferências internacionais sobre o meio ambiente para o desenvolvimento dos regimes internacionais ambientais: de Estocolmo à Rio+20*. In: **SPI – SEMINÁRIO de Pesquisa Interdisciplinar**, VII. Florianópolis: UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA – UNISUL, 2015. Disponível em: <http://www.unisul.br/wps/wcm/connect/7c137789-3183-40e6-ac62-1dcca60f5b48/artigo_gt-ca_issa-andreia_vii-spi.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 31 ago. 2018.
- BREGATTO, P. R.; KOTHER, M. B. M.; FERREIRA, M. S. **Arquitetura e urbanismo: posturas, tendências e reflexões**. Porto Alegre: EdiPUCRS, Ed. Comemorativa 20 anos, v. 3, 2017.
- BREMBATTI, K. **No jogo da Rio+20, resultado foi o agendamento de novas partidas (2012)**. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/meio-ambiente/especiais/rio-20/no-jogo-da-rio20-resultado-foi-o-agendamento-de-novas-partidas-3e8jfnauy7t6v1r1q74qf18u/>>. Acesso em: 31 ago. 2018.
- CARSON, R. **Primavera silenciosa**. 2. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1969.
- CASTELNOU, A. M. N. **Arquitetura contemporânea**. Curitiba: Apostila didática, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR, 2015.
- CAU/BR – CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **UIA lança declaração por deveres ambientais para 2050 (2014)**. Disponível em: <<http://www.caubr.gov.br/uia-lanca-declaracao-por-deveres-ambientais-para-2050/>>. Acesso em: 14 set. 2018.
- CBCS – CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Retrofit: requalificação de edifícios e espaços construídos (2013)**. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/comite-tematico/projetos/CBCS_CTProjeto_Retrofit_folder.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2018.
- CMMAD. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV, 1991.
- COLIN, S. **Arquitetura e sustentabilidade (2012)**. Disponível em: <<https://coisasdaarquitectura.wordpress.com/2012/09/29/arquitetura-e-sustentabilidade/#more-4038>>. Acesso em: 31 ago. 2018.
- CUNHA, C. R. *O culto moderno dos monumentos*. In: **REVISTA CPC**, São Paulo, v.1, n.2, maio/out. 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/cpc/article/view/15586/17160>>. Acesso em: 07 out. 2018.
- DUARTE, D. **Retrofit/reabilitação: edifícios e áreas urbanas**. São Paulo: Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, 2010.
- DUCAP, V. M. B. C. L.; ORIOLLI, A.; QUALHARINI, E. L. *Considerações sobre manutenção e reabilitação predial frente às questões de auto-sustentabilidade*. In: **CONSTRUÇÕES 2001** – Congresso Nacional da Construção. Anais... Lisboa: IST, v. 2, 2001. p. 761.

ERHORN, H. **School of the future: towards zero emission with high performance indoor environment**. Disponível em: <<https://www.school-of-the-future.eu/images/files/20160310BrochureSchoolOfTheFutureUK.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

ERHORN-KLUTTIG, H. **Solitude Gymnasium Stuttgart: School Diary**. Disponível em: <https://www.school-of-the-future.eu/images/files/Diary_Stuttgart_V5_HK_080115.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2019.

_____.; ERHORN, H.; KEMPE, S.; HÖFLE, C.; GÖRRES, J.; THOMSEN, K. E. **EU Project “School of the Future”: refurbishment of school buildings toward zero emission with high-performance indoor environment**. Disponível em: <https://iea-annex61.org/files/2016_ASHRAE_Winter_Conference/14.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2019.

FUNDAÇÃO HERBERT DANIEL. **A maior ponte solar do mundo**. Disponível em: <<http://fundacaoverde.org.br/tags/ponte-de-blackfriars/>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

GALERIA DA ARQUITETURA. **Retrofit preservam prédios históricos em São Paulo** (2016). Disponível em: <<https://www.galeriadaarquitetura.com.br/Blog/post/retrofits-preservam-predios-historicos-de-sao-paulo>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

GOMES, A. S. S. **Retrofit de fachadas de edifícios à luz da ABNT NBR 15.575**. São Paulo: Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola Politécnica da UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, 2015. Disponível em: <<http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/f188719f01d4d5317857437c9a8544ef.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

GRUPO ORGUEL. **Retrofit: tendência sustentável**. Disponível em: <<http://www.grupoorguel.com.br/blog/retrofit-tendencia-sustentavel/>>. Acesso em: 06 out. 2018.

GUIMARÃES, L. F. **O retrofit e a modelagem de informações como ferramenta na análise de projetos**. Rio de Janeiro: Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Escola Politécnica da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009727.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

HICKMAN, M. **In Paris, 14th-century cathedral gets 21st-century lighting retrofit**. Disponível em: <<https://www.mnn.com/green-tech/research-innovations/blogs/in-paris-14th-century-cathedral-gets-21st-century-lighting>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

INDUTA, M. Z. **Retrofit de edificações: dificuldades e tendências**. Rio de Janeiro: Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2017. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10024315.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Portal Habitat promove interação com a sociedade** (2014). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=24118>. Acesso em: 06 set. 2018.

JONES, R. **Clássicos da arquitetura: Museu Tate Modern / Herzog & de Meuron**. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/795096/classicos-da-arquitetura-museu-tate-modern-herzog-and-de-meuron>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

LONDRES, C. **O patrimônio histórico na sociedade contemporânea**. Disponível em: <http://www.casaruibarbosa.gov.br/escritos/numero01/FCRB_Escritos_1_7_Cecilia_Londres.pdf>. Acesso em: 07 out. 2018.

LOMHOLT, I. **Formentera property: Balearic islands residential development** (2016). Disponível em: <<https://www.e-architect.co.uk/spain/can-simon>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

MARTÍNEZ, M. C. **CAN SIMÓN: Renovation of traditional architecture – Formentera house. Nineteenth century**. Disponível em: <<https://www.archilovers.com/projects/59452/can-simon.html#resources>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

MARTINS, T. **Conheça os principais documentos formulados durante a Eco-92** (2012). Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/especiais/rio-mais-20/eventos-paralelos/2012/05/30/noticias_internas_rio_mais_20,297329/conheca-os-principais-documentos-formulados-durante-a-eco-92.shtml>. Acesso em: 31 ago. 2018.

MELO, M. **O desenvolvimento industrial e o impacto no meio ambiente** (2012). Disponível em: <<http://www.egov.ufsc.br/portal/conteudo/o-desenvolvimento-industrial-e-o-impacto-no-meio-ambiente>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

MENEGUELLO, C. **A preservação do patrimônio e o tecido urbano – Parte 1: a reinterpretação do passado histórico**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/01.003/992>>. Acesso em: 17 out. 2018.

METCALFE, J. **Notre Dame Cathedral just got an LED makeover**. Disponível em: <<https://www.citylab.com/life/2014/03/notre-dame-cathedral-just-got-led-makeover/8606/>>. Acesso em: 03 nov. 2018

MORAES, V. T. F.; QUELHAS, O. L. G. **Retrofit: criação e implantação de estratégias sustentáveis no uso e manutenção de edificações** (2012). Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/1060.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2018.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ONU-Habitat: Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/agencia/onuhabitat/>>. Acesso em: 14 set. 2018.

ONU/BR. **Habitat III: países adotam nova agenda para urbanização sustentável** (2016). Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/habitat-iii-paises-adotam-nova-agenda-para-urbanizacao-sustentavel/>>. Acesso em: 14 set. 2018.

PACIEVITCH, T. **UNESCO**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/unesco/>>. Acesso em: 17 out. 2018.

PORTAL VGV. **O que é retrofit? Saiba o significado desta importante ação no mercado imobiliário**. Disponível em: <<https://www.portalvgv.com.br/site/o-que-e-retrofit-saiba-o-significado-desta-importante-acao-no-mercado-imobiliario/>>. Acesso em: 06 out. 2018.

RAMOS, C. M. R. **Cartas patrimoniais**. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/educacao/897-elaboracao-de-referencias-em-trabalhos-academicos-3-de-4-.htm?utm_source=404corrigido&utm_medium=baixaki>. Acesso em: 18 out. 2018.

REZENDE, N. **Retrofit: a nova tendência das reformas**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=22&Cod=1305>>. Acesso em: 10 out. 2018.

RODWELL, D. **Conservation and sustainability in historic cities**. London: Blackwell, 2007.

SEQUINEL, M. C. M. **Cúpula mundial sobre desenvolvimento sustentável – Joanesburgo: entre o sonho e o possível** (2002). Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/bol_24_6e.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2018.

SILVA, C. L. da; CASAGRANDE JUNIOR; E. F.; LIMA, I. A. de; SILVA, M. C. da; PERTALTA, L. P. **Inovação e sustentabilidade**. Curitiba: Aymará Educação, 2012.

SILVA, R. T. S. de. **Preservação e sustentabilidade: restaurações e retrofits**. São Paulo: Dissertação (Mestrado em Projeto de Arquitetura), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-18102013-150137/publico/dissertacao_robertot_revisada.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2018.

TATE MODERN. **The Tate Modern Project**. Disponível em: <<https://www.tate.org.uk/about-us/projects/tate-modern-project>>. Acesso em: 04 mai. 2019.

VALE, M. S. do. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: segundo o conceito da qualidade e sobre a ótica do retrofit**. Rio de Janeiro: Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ, 2006. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp019558.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

WIAZOWSKI, I. **Renovação e requalificação de edifícios de escritórios na região central de São Paulo: o caso do edifício São Bartholomeu**. São Paulo: Monografia de especialização, Escola Politécnica da UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, 2007.

FONTES DE ILUSTRAÇÕES

Figura	Disponível em:	Acesso em:
1	http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009727.pdf	03 nov. 2018
2	http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009727.pdf	03 nov. 2018
3	http://livros01.livrosgratis.com.br/cp019558.pdf	08 nov. 2018
4	https://cache-graphicslib.viator.com/graphicslib/page-images/742x525/100916_Berlin_Reichstag_d488-163.jpg	08 nov. 2018
5	https://www.points-of-contact.com/wp-content/uploads/2017/07/POC-Bauhaus-Dessau-quer-5.jpg	08 nov. 2018
6	http://www.travauxpublics.com/src/images/news/articles/913b6644efdb3a344409dc3727af3444.jpg	09 nov. 2018

7	https://cdn.citylab.com/media/img/citylab/legacy/2014/03/11/notre%20dame%20paris%20cathedral%20photos%20LED%2011.JPG	03 nov. 2018
8	http://fundacaoverde.org.br/wp-content/uploads/2014/02/ponte_londres_solar4.jpg	08 nov. 2018
9	https://images.adsttc.com/media/images/5228/00a9/e8e4/4e5f/df00/0052/slideshow/Tate_Modern_viewed_from_Thames_Pleasure_Boat_-_geograph.org.uk_Wikimedia_Commons.jpg?1378353316	03 nov. 2018
10	DUARTE, D. Retrofit/reabilitação: edifícios e áreas urbanas . São Paulo: Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, 2010.	-
11	https://img.archilovers.com/projects/b_730_307c5744-1ca1-42a1-818c-c755c80f2b5f.jpg	15 abr. 2019
12	https://img.archilovers.com/projects/b_730_65b41ba1-f836-478b-9af6-21402a897830.jpg	15 abr. 2019
13	https://www.e-architect.co.uk/images/jpgs/spain/can_simon_m050310_3.jpg	15 abr. 2019
14	https://www.e-architect.co.uk/images/jpgs/spain/can_simon_m050310_5.jpg	15 abr. 2019
15	https://www.e-architect.co.uk/images/jpgs/spain/can_simon_m050310_6.jpg	15 abr. 2019
16/17	https://img.archilovers.com/projects/4c677f75-3aaa-476d-9680-87c9fc6b32c2.pdf	11 abr. 2019
18	https://img-s-msn-com.akamaized.net/tenant/amp/entityid/BBPhYgW.img?h=418&w=624&m=6&q=60&o=f&l=f	02 jun. 2019
19	https://media.gettyimages.com/videos/aerial-shots-of-tate-modern-and-the-newly-built-switch-house-gallery-video-id540614026?s=640x640	02 jun. 2019
20	https://www.tate.org.uk/sites/default/files/styles/width-840/public/images/newtatemodernsouthviewduringday.jpg	02 jun. 2019
21	https://www.tate.org.uk/sites/default/files/styles/width-1200/public/images/image/tate-modern-project-detail-concept-view-brickwork-on-new-building.jpg	02 jun. 2019
22	https://www.archiweb.cz/cache/images/buildings/gallery/picture_5519_44.jpg-1600x1200-blavatnik-building-byv-switch-house-rozsireni-tate-modern.jpg?algorithm=1&mtime=1514744779	02 jun. 2019
23	https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSnw8Y_CGVVcZe3UL3ZTqfUo2bR9AE6ga5LwX8GgoWwu5hecHmFKA	02 jul. 2019
24	https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSUgxxYSrpB-6gC19w-sAw9mC1R-dNrAom qVmTHM4Ntd-K2JXkX	02 jul. 2019
25	https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS3X1sh8kmxvc-C9r4w53UxNrBpRmrmptTU0TJZxo6ffczmrAbma	02 jul. 2019
26/27	https://www.school-of-the-future.eu/images/files/Diary_Stuttgart_V5_HK_080115.pdf	02 jul. 2019

10 PARECER DO ORIENTADOR

A acadêmica realizou satisfatoriamente as tarefas previstas no plano de trabalho inicial da pesquisa, empenhando-se de forma adequada principalmente ao procurar conciliar as atividades de pesquisa com as demais obrigações escolares, o que não comprometeu o cumprimento do cronograma previamente definido. Acredita-se que conseguiu chegar a um resultado de qualidade com a conclusão do *Relatório Final de Pesquisa* e espera-se que a mesma desenvolverá uma boa apresentação e defesa oral no EVINCI previsto para o início de outubro deste ano; exigência estabelecida para o cumprimento do Edital PIBIC 2018/2019 da UFPR.

11 DATA E ASSINATURAS

Curitiba, 07 de julho de 2019.

Acadêmica **Giovanna Antoniazzi**



Prof. Dr. **Antonio Manoel Nunes Castelnou Nt**