XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

PERSPECTIVAS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO MODERNO

Thiago Torres (1); Alice Brasileiro (2); Felipe Moura Moraes Cardoso (3)
(1) Arquiteto, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura - FAU/UFRJ,thiago.torres@ufrj.br
(2) D.Sc., Professora do Departamento de Tecnologia da Construção da FAU/UFRJ, alicebrasileiro@ufrj.br
(3) Graduando em Arquitetura e Urbanismo - FAU/UFRJ, felipe.mmcardoso@ufrj.br
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, DTC/AMBEE.
Av. Pedro Calmon, nº 550 – Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ CEP: 21941-901 - Brasil

RESUMO
Edificações históricas necessitam de preservação e adequação ao uso atual. São necessárias intervenções para mantê-las em bom estado e adaptadas à atualidade, em quesitos de segurança, acessibilidade, infraestrutura, conforto e eficiência energética. Cada um desses aspectos demanda estudos intensos e específicos, direcionados ao atendimento das necessidades, mas sem, contudo, ferir as diretrizes de conservação do patrimônio. Como primeira habitação social de cunho Moderno do Brasil, a Vila Operária da Gamboa, no Rio de Janeiro, projetada por Gregori Warchavchik e Lúcio Costa, é uma edificação tombada pelo poder municipal, mas se encontra totalmente descaracterizada, por sucessivas adaptações feitas pelos moradores, sem a devida assistência técnica. O presente trabalho faz duas proposições de intervenções projetuais na Vila que aliam a necessidade de preservação do objeto moderno com o uso atual, tentando melhorar seu desempenho energético. As propostas foram desenvolvidas por meio de informações obtidas em levantamento de usos com moradores, baseadas em diretrizes de continuidade contextual do patrimônio e também com a adoção do Método Prescritivo do RTQ-R para verificação do nível de classificação de eficiência energética da envoltória da edificação. Esta última etapa também foi aplicada ao projeto original da Vila e à sua configuração atual, para que fosse possível comparar as diferenças no desempenho energético antes e depois das propostas de intervenção. Os resultados mostram que é possível combinar satisfatoriamente as diretrizes de conservação do patrimônio com adequação ao uso e ainda assim manter um bom nível de classificação de eficiência energética, que, no caso específico estudado, foi melhor do que o estabelecido no projeto original.
Palavras-chave: eficiência energética, RTQ-R, Patrimônio Moderno

ABSTRACT
Historical buildings need preservation and appropriateness to current use. Interventions are necessary to keep them in good condition and adapted to the present, in terms of safety, accessibility, infrastructure, comfort and energy efficiency. Each of these aspects requires intense and specific studies, orientated in attendance of needs, but without harming the conservation guidelines of the patrimony. As the first Modern social housing in Brazil, the Villa Operária da Gamboa in Rio de Janeiro, designed by Gregori Warchavchik and Lúcio Costa, listed by municipal government, and nowadays it is totally uncharacterized by successive adaptations made by residents, without proper technical assistance. The present work shows two propositions of design interventions in the Vila that combines the need to preserve a Modern object with the current use, trying to improve its energy performance. The proposals were developed through information obtained by residents, based on guidelines of contextual continuity of patrimony and also with the adoption of the Prescritive Method of RTQ-R to verify the classification level of energy efficiency of the building. This last stage was also applied to the original Vila design and its current configuration so that it was possible to compare the differences in energy performance before and after the intervention proposals. The results show that it is possible to combine, satisfactorily, the patrimony conservation guidelines with suitability for use and still maintain a good level of energy efficiency classification, which, in this specific case, was better than that established in the original design.
Keywords: Energy Efficiency, RTQ-R, Modern Heritage

1. INTRODUÇÃO

A adaptação de edificações tombadas para os contextos atuais apresenta questões que tocam tanto aos órgãos de proteção ao patrimônio quanto aos custos ambientais que esta construção gerará nos dias que seguem. Essa transformação tem-se dado por meio de *retrofit* de edifícios envelhecidos que buscam um comportamento eficiente no seu desempenho predial.

Na Europa, por exemplo, a preocupação de corretas combinações entre preservações históricas e ambientais tem produzido tanto restaurações quanto pesquisas que levantam muitos dados para o assunto. Zazzini e Capone (2018) conduziram um estudo mostrando as potencialidades de intervenções não invasivas em uma edificação histórica, usando um software de simulação. Em seus estudos, os autores concluíram que, apesar das limitações arquitetônicas da legislação do patrimônio, era possível respeitá-las e ainda assim alcançar bons resultados do ponto de vista econômico, energético e de conforto higrotérmico. Em Nápoles, na Itália, o Palazzo Fuga, edificação do século XVIII, passou por uma bem sucedida intervenção, na qual poucas e não invasivas modificações foram suficientes para melhorar seu desempenho energético (BELLIA *et al*., 2015). A Itália é um país que, atualmente, conta com uma certificação ambiental própria para edificações históricas (GBC Historic Building), promovida pelo Green Building Council (GBC ITALIA, 2017).

Obviamente, há limitações impostas pela conservação histórica e arquitetônica do edifício. Ao comparar intervenções no Palazzo Battaglia, na Sicília, Itália, Milone et al. (2015) concluíram que em termos de desempenho energético e custo de implantação, a melhor tecnologia disponível tem melhores resultados. Contudo, para que não se altere o mérito artístico e arquitetônico das edificações históricas, é aceitável aplicar uma solução que apresente resultados inferiores, porém capaz, ainda, de melhorar o desempenho da envoltória.

Não há uma única solução ótima, mas sim uma combinação produzida a partir do clima, das singulares características físicas do edifício, suas demandas de preservação e seu uso atual (TROI; PFLUGER; ORLANDI, 2015). No Brasil, esse processo de combinar preservação histórica e preservação ambiental ainda é pouco explorado. Baracho (2013) trouxe um estudo sobre as práticas anglo-saxônicas aplicadas a museus, combinando os temas e utilizando a expressão "patrimônio sustentável". Estudos acerca dessa temática no âmbito nacional com Esteves e Lomardo (2009) e Nicoletti (2009) investigam propostas que conjugam restauração com renovação predial. Ambos estudos se aplicam sobre uma edificação pertencente ao movimento moderno, de uso comercial.

Assim como essas edificações, o presente trabalho também tratará de um bem Moderno, porém, de uso residencial, que se defronta com uma questão adicional: as intervenções feitas por terceiros, originadas no envelhecimento físico e funcional das edificações. Assim, são produzidas adaptações feitas por usuários em objetos tombados - normalmente sem nenhum consentimento técnico. Em alguns casos, o enrijecimento de um bem histórico acaba por cristalizar no tempo a demanda por espaço, que se altera ao longo da vida da edificação.

Da mesma forma, edificações construídas em outros tempos também partem de um consumo energético e pegada ambiental que já estavam lá, apesar de não se ter nem conhecimento de suas existências na época. Geralmente, o passar do tempo e o próprio desgaste da edificação faz com que seus gastos energéticos e ambientais aumentem, e ao olhar para essas edificações hoje, é mais do que necessário dar-lhes conformidade com as demandas atuais, respeitando os índices de conforto necessários para sua ocupação devida. O presente artigo parte de uma experiência com essas características, combinando conservação de uma edificação residencial histórica, adaptação ao uso e elevação do seu nível de eficiência energética.

2. OBJETIVO

O objetivo do artigo é verificar possíveis alternativas projetuais para a readequação de uma edificação tombada - que respeitem os aspectos originais – visando evidenciar a melhoria na sua classificação de eficiência energética e buscando melhor conforto higrotérmico nos ambientes.

3. MÉTODO

A metodologia traçada para a elaboração dessa pesquisa partiu do reconhecimento de dois eixos principais que estruturam todo o trabalho: investigação/avaliação e proposição. Sendo assim, buscou-se avaliar, sob as diretrizes da temática da eficiência energética, um edifício moderno salvaguardado pelos órgãos de proteção patrimonial. Tal avaliação consistiu em verificar e avaliar o desempenho energético do projeto original, perfazendo a mesma análise no edifício em seu atual estado de conservação. Num segundo momento, propor intervenções seguindo a linha da continuidade contextual (Tiesdell *et al*. apud Vieira, 2008). Por fim,

analisar se as propostas alcançam um equilíbrio entre patrimônio/adequação ao uso/eficiência energética.

3.1 Caracterização do estudo de caso

O objeto de estudo - a Vila Operária da Gamboa - localizada na rua Barão da Gamboa, esquina com a rua Cardoso Marinho, no Centro do Rio de Janeiro, é um conjunto projetado pela sociedade feita por Gregori Warchavchik e Lúcio Costa, em 1931. De acordo com Lino (2004), foi a primeira construção de cunho Moderno para Habitação de Interesse Social (HIS) no Rio de Janeiro, quando esta ainda era resolvida pela iniciativa privada. A edificação é tombada pelo Patrimônio Municipal[1].



Figura 1: unidade habitacional original.
Fonte: elaboração própria.

O projeto para o conjunto das casas operárias refletiu o grande conhecimento de Warchavchik sobre o tema, pois já havia desenvolvido propostas similares em São Paulo. Optou por uma planta racional para a unidade, quadrangular (Figura 1), com 36m^2 de área, contemplando sala, dois quartos, cozinha, banheiro e área de serviço externa, com todos os aposentos providos de ventilação e iluminação direta (Figuras 2a e 2b), pensados no conforto do ambiente e na higiene para a residência. Além do clima do Rio de Janeiro, quente e úmido, demandar extremo cuidado com esses aspectos, eles também foram temas amplamente discutidos e determinados pelo CIAM[2] e, de certa maneira, pelo Primeiro Congresso de Habitação no Brasil (LINO, 2004).



Figuras 2a (E) e 2b (D): rosa dos ventos para Rio de Janeiro e insolação para as fachadas. Fonte: adaptado de Sol-AR® (2a) e Elaboração própria (2b)

As unidades são dispostas em dois pavimentos, escalonadas, aproveitando ao máximo um terreno de esquina (Figura 3). Em relação ao partido estético, no bloco original não havia ornamentação e foi arrematado com lajes planas (Figura 4) e esquadrias basculantes de ferro e vidro. De acordo com Lino (2004) foi um dos únicos projetos de Lúcio Costa voltados à habitação onde foram usadas curvas – dadas pela passarela metálica que contorna a massa edificadora na fachada principal – que contribuiu para romper com a rigidez dos blocos quadrados. Em termos estruturais o conjunto foi construído de forma tradicional - no sistema de vigas, pilares e lajes – utilizando-se, para vedação, de tijolos maciços assentados na maior dimensão[3].



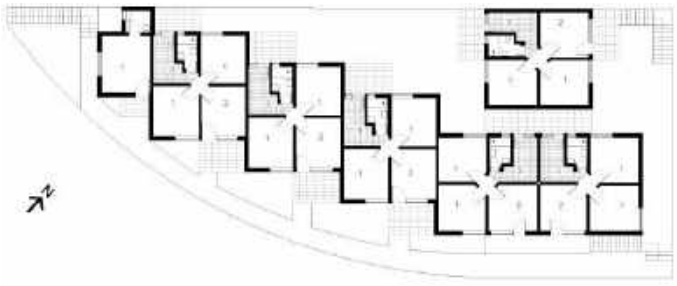


Figura 3: Vila Operária da Gamboa, 1931.
Fonte: VILA Operária da Gamboa, Rio de Janeiro. In: ENCICLOPÉDIA Itaú Cultural de Arte e Cultura Brasileiras. São Paulo: Itaú Cultural, 2019. Disponível em: <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/obra35657/vila>. Acesso em: 04 de Maio de 2018.
Figura 4: Planta baixa original do conjunto - 1º pavimento.
Fonte: COSTA, 1995

A circulação interna é provida apenas com um pequeno quadrado de 1m de aresta, inclinado no centro do quadrado da planta, o que gerou um pequeno hall com quatro portas, uma para cada ambiente. Já a circulação externa do conjunto foi pensada toda de forma coletiva, nos dois pavimentos. No pavimento superior, junto à passarela encontra-se, para cada casa, uma pequena varanda coberta com uma laje plana, que protege a entrada principal.

[1]Decreto 6057/86 de 23 de agosto de 1986.
[2]CIAM - *Congrès Internationaux d'Architecture Moderne* - Congressos Internacionais da Arquitetura Moderna.
[3]Capacidade Térmica: 445kJ/m²K / Transmitância Térmica: 2,25W/(m²K) / Absortância média (cores verde e havana): 0,70

O conjunto, originalmente, possuía quatorze unidades (Figura 4): doze são casas e as outras duas são apenas um quarto e banheiro, com 10m^2 – que segundo Lino (2004) havia, para aquela temporalidade, a tradição servil, que dispunha desses quartos para os zeladores da vila. Além da pequena cobertura na entrada, todas as casas possuem uma pequena área nos fundos, com um tanque. Esse local tem as funções de uma área de serviços ou uma extensão da cozinha. Toda a cobertura foi revestida com laje plana impermeabilizada.

Embora relevante para a memória arquitetônica e histórica, a vila encontra-se descaracterizada, uma vez que foram realizadas inúmeras intervenções pelos próprios moradores. Dentre as alterações significantes estão: cores originais verde e havana (COSTA, 1995) trocadas por tons laranja/creme; lajes planas cobertas por telhas de amianto; sendo a forma original acrescida pelos "puxadinhos" (pequenas extensões) (Figuras 5 e 6); acesso coletivo às unidades substituído por acessos individuais e algumas esquadrias originais substituídas por esquadrias em alumínio.



Figuras 5: Vila Operária da Gamboa, 2013.
Fonte: LAURD/PROURB/UFRJ



Figura 6: Planta baixa atual do conjunto - térreo
Fonte: elaboração própria

3.2 Investigação

A etapa de investigação/verificação tem por objetivo identificar e qualificar todos os parâmetros modernos existentes na edificação original. A partir disso é possível fazer uma leitura da relevância histórica e da expressão construtiva do objeto. Concomitantemente, um dos primeiros passos é o processo de investigação teórico acerca das teorias de restauro. É a partir dessa investigação que será definido o posicionamento do arquiteto perante ao bem tombado.

Ainda durante a fase de verificação é feita uma análise qualitativa, entendendo os recursos construtivos utilizados como estratégias para o conforto térmico, e conferindo a eficiência da unidade de acordo com o projeto original, seguindo parâmetros do método prescritivo do Regulamento Técnico de Qualidade para Edificações Residenciais, o RTQ-R (BRASIL, 2012). Em seguida, essa mesma conferência é feita na unidade habitacional em seu estado atual, utilizando-se também do RTQ-R. Após esse processo, há uma análise comparativa gráfica (BRASILEIRO, MORGADO e TORRES, 2014) (Figura 7), entre os dois resultados em que se constata em qual grau a edificação original e a edificação atual se posicionam na escala de eficiência.



Figura 7: Escala gráfica comparativa.
Fonte: Adaptado de BRASILEIRO, MORGADO e TORRES, 2014

3.3 Proposição

Após análises, o estudo propõe intervenções que retomem os conceitos iniciais de Lúcio Costa ao projetar a Vila, ao mesmo tempo em que melhores espaços serão proporcionados aos moradores. Neste processo, é verificada a necessidade de inserção das diretrizes da eficiência energética no ato do processo de restauro.

Utilizando-se do mesmo método para atribuição da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) às unidades habitacionais - formalizadas no RTQ-R - a presente pesquisa investiga, dentre as

variáveis arquitetônicas[4], qual melhor solução para cada ambiente específico. A pesquisa procurou responder a questões para tomadas de decisões no projeto de restauro de edificações habitacionais localizadas no Rio de Janeiro – Zona bioclimática 8 (ABNT, 2005).

Por fim, a proposição será avaliada novamente pelo RTQ-R a fim de classificar cada intervenção realizada, observando os impactos dessas interferências na expressão construtiva da edificação. Ao interpretar o contexto ao qual a Vila está inserida, este estudo entende o objeto como patrimônio cultural, bem como considera as modificações realizadas até o dia de hoje no que tange às necessidades básicas de uma habitação mínima para uma família contemporânea. Doukas e Bruce (2017) destacam que essa pode ser uma difícil situação, a de se conseguir um equilíbrio entre manter o perfil arquitetônico e histórico, melhorando a eficiência, diminuindo a demanda de energia e ainda assim atendendo às necessidades dos ocupantes atuais. Particularmente sobre este último aspecto, entende-se que embora o tombamento (em nível municipal) tenha acontecido com a vila já descaracterizada, ainda assim há que se reconhecer as necessidades funcionais/espaciais de seus moradores. Dessa forma, como já mencionado, seguindo os preceitos da continuidade textual, modificações e acréscimos farão parte da proposta projetual.

4. RESULTADOS

4.1 Resultados Iniciais

Para entendimento geral, foram consideradas as APPs[5] para verificação dos ambientes. A edificação original tem três APPs, sendo os ambientes S e Q1 (sala e quarto 1-frente) de classificação C - considerando o comportamento da envoltória para o verão - enquanto o Q2 (quarto 2-fundos) classificação D (Figura 8). A edificação em seu estado atual foi analisada com as modificações realizadas pelos usuários. Pode-se notar uma melhora gráfica na classificação dos ambientes Q1 e Q2 (Figura 9), uma vez que foram alteradas as cores das paredes externas de verde/havana para laranja/creme. O ambiente S[6] permanece graficamente inalterado como consequência do acréscimo de área advindo da remoção do fechamento que separa a sala e a cozinha (Figura 10).

Projeto Original

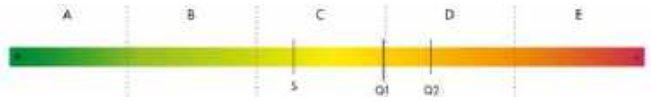


Figura 8: análise gráfica dos resultados dos APPs originais.
Fonte: elaboração própria

Edificação Atual – Com acréscimo

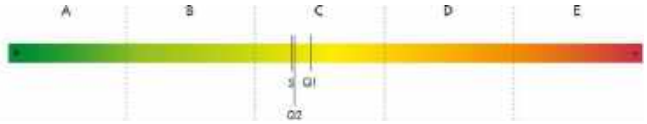


Figura 9: análise gráfica dos resultados dos APPs modificados.
Fonte: elaboração própria



Figura 10: comparativo entre as edificações (esquerda-original e direita-atual) com o destaque visual do ambiente Sala.
Fonte: elaboração própria.

Os resultados preliminares indicam que muito possivelmente as características arquitetônicas projetadas originalmente foram mais conceituais do que ambientalmente eficientes. Essa constatação inicial redirecionou os parâmetros metodológicos, de modo que foi percebida a necessidade de buscar um caminho intermediário que

[4]Entende-se como variáveis arquitetônicas: propriedades térmicas de paredes e coberturas; orientação; área útil; área de paredes internas e externas; pé-direito; aberturas para ventilação e iluminação; sombreamento das aberturas; situação em relação à altura do pavimento

[5]APP – Área de Permanência Prolongada - são ambientes de permanência contínua com locais de uso definido e habitáveis. Excluem-se ambientes de ocupação transitória, como cozinha e banheiros.

[6]Segundo o RTQ-R, ambientes integrados (sem portas ou vedações) serão considerados um único ambiente e, com isso, a área útil será a soma destes dois ambientes. Para efeito de cálculo, será adotada também a soma das áreas de paredes internas e externas.

considerasse uma intervenção para que houvesse melhoras significativas no âmbito da eficiência – o experimento.

4.2 Propostas de Intervenção

Verificadas as classificações dos ambientes, este estudo propõe uma requalificação da Vila, transformando-a em uma edificação mais eficiente, segundo os parâmetros do RTQ-R. Além disso, é visto que a demanda físico-espacial das famílias precisa ser atendida e, para isso, a atenção se direciona para o espaço vazio remanescente entre as edificações e a divisa do lote, a fim de viabilizar um espaço para as unidades habitacionais que comportem as necessidades de cada família.

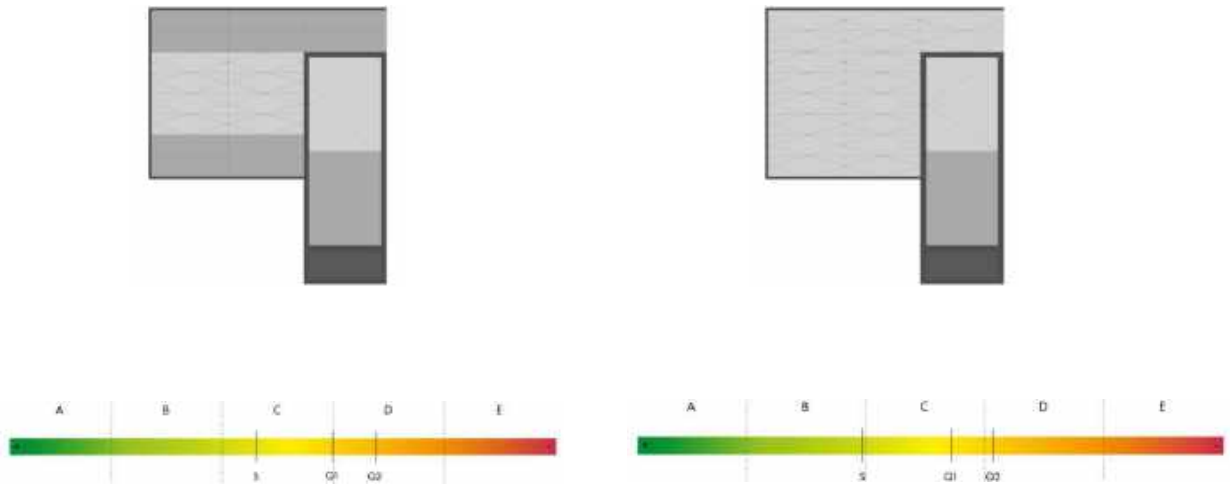
Tratando-se de uma edificação tombada, o projeto de requalificação encontra alguns impedimentos em referência às variáveis arquitetônicas que tornam-se inalteráveis pela própria importância que a edificação passa a ter, como por exemplo orientação; área útil; área de paredes internas e externas; situação em relação à altura do pavimento.

É sabido que um trabalho de restauro não tem o poder de modificar em grandes proporções uma edificação, onde cada casa na Vila deve ser avaliada individualmente, e cada uma apresentará sua própria dificuldade, podendo ser de ordem física, econômica ou contextual. Dessa forma, o resultado idealmente pretendido pode não ser o possível de ser alcançado, havendo situações em que serão necessárias algumas escolhas em detrimento de outras, de forma análoga ao que Milone *et al*. (2015) argumentam, que há soluções melhores do ponto de vista ambiental e energético, mas a saída pode ser usar as possíveis e exequíveis soluções ambientais e energéticas para uma edificação histórica.

Portanto, foi pautada uma busca de soluções que incorporassem as demandas de todos os agentes integrantes neste estudo. Foram desenvolvidas, assim, duas propostas, cada qual com sua especificidade. A intenção deste trabalho é fundamentada em uma escolha na qual o morador – ciente de cada detalhe – possa escolher uma proposta que melhor lhe agrade. A única exigência técnica é que a proposta escolhida para o térreo seja a mesma para o pavimento superior. Nesse caso, é necessário um consenso entre moradores para que, em um bem comum, todos possam conquistar um espaço que melhor se adeque às suas necessidades.

No primeiro momento, o estudo propõe alterar as variáveis arquitetônicas passíveis de modificação sem que transfigurem o objeto original, para que se consiga a recuperação da edificação com a melhora na eficiência energética dos ambientes. Além disso, os espaços coletivos – amplamente defendidos pelos arquitetos de expressões modernas – retornam como parte fundamental para a recuperação do conceito de vizinhança que a Vila teve inicialmente. Para isso, algumas modificações de projeto necessariamente aconteceram: as duas residências destinadas aos "zeladores" (LINO, 2004) foram transformadas em espaços coletivos, sendo uma lavanderia e a outra, uma sala para reuniões. Diante disso, a Vila, que originalmente possuía 14 unidades habitacionais passa a dispor de 12 residências.

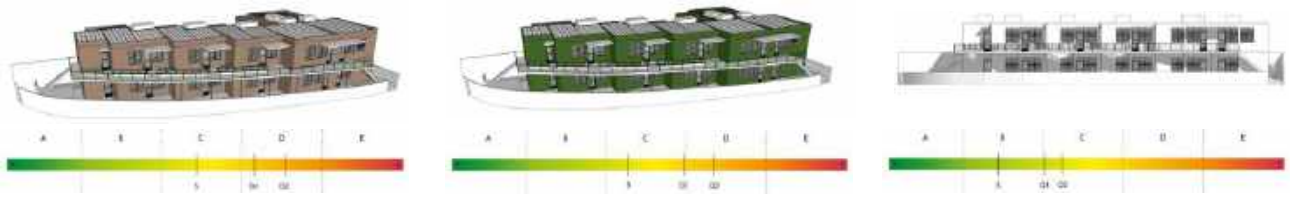
Dentre as variáveis arquitetônicas passíveis de modificações em busca do aumento da eficiência energética, este estudo iniciou-se com a adaptação (sem descaracterização) das esquadrias originais das janelas de cada APP (Figuras 11a e 11b), a fim de proporcionar mais área para ventilação de cada cômodo. Originalmente cada janela possuía 8 básculas operáveis e 10 fixas. Após as alterações, todas as básculas passaram a ser operáveis, totalizando um aumento aproximado de 125% na área de abertura.



Figuras 11a e 11b: (a) esquadria original–Fvent 0,40; (b) esquadria proposta com aumento da área de ventilação – FVent 0,90.
Fonte: elaboração própria

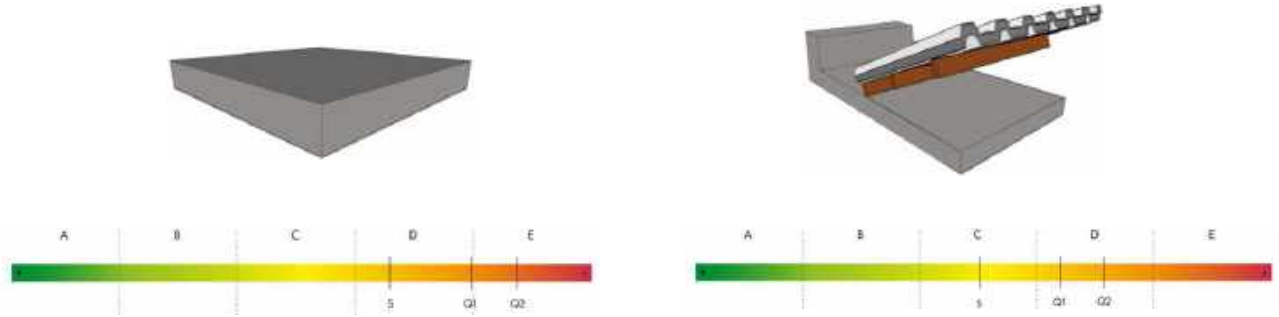
Outro ponto trabalhado foi o estudo da coloração das paredes externas da edificação. Há que se

ressaltar que houve uma tentativa de se manter as cores originais destacadas por Lúcio Costa: "[...] panos externos de paredes contrastantes verde e havana [...]" (COSTA, 1995). Isto, porém, não foi possível, visto que não há nenhuma evidência gráfica de como essas cores estavam dispostas originalmente. Houve, com isso, uma experimentação de uma possível disposição de cores tendo os resultados questionáveis esteticamente e sem uma relação com o que poderia ser chamado de exemplar de Arquitetura Moderna (Figuras 12a, 12b e 12c). Desta forma, foi optado pelo uso do branco, escolhido por possuir um melhor desempenho para o tema da eficiência energética em comparação ao verde e havana e por remeter à fase mais purista do movimento moderno; assim, não somente por isso, mas também por essa razão, a experimentação na retomada de cores na fachada foi abandonada.



Figuras 12a, 12b e 12c: Comparativo de desempenho entre experimento nas cores Havana (a) $\alpha = 0,65$ / Verde (b) $\alpha = 0,75$ e proposta de fachadas na cor branca (c) $\alpha = 0,10$.

E, por fim, para a cobertura das unidades do primeiro pavimento, foi pensado o uso de telhas térmicas levemente elevadas para que o conjunto (telha + bolsão de ar) amenize a sensação de calor para os ambientes internos. Para que a aplicação desse novo material não comprometesse a estética do volume moderno foi pensada a criação de uma platibanda, escondendo assim, o sistema da nova cobertura (Figura 13b).



Figuras 13a e 13b: comparativo entre a cobertura original (laje maciça de 10cm sem telhamento: capacidade térmica - 480 kJ/m²K, transmitância térmica - 3,08W/(m²K) e absortância – 0,7) e nova proposta (laje maciça de 10cm com câmera de ar > 5cm e telha metálica com poliuretano – 4,2cm: capacidade térmica - 230 kJ/m²K, transmitância térmica - 0,55W/(m²K) e absortância - 0,2). Fonte: imagens (adaptadas de BRASIL, 2013); gráfico (elaboração própria).

Outra intervenção feita para aumentar a circulação de ventos no interior da habitação foi a criação intercomunicadores entre os ambientes. Por se tratar de uma solução que interfere na acústica interna das habitações, foi proposto o uso de um sistema de básculas para que o usuário tenha a possibilidade de manejo da abertura, permitindo assim o controle de ruídos entre ambientes. Além disso há o emprego de portas com venezianas, para que, mesmo fechadas, possam permitir a passagem de ventilação. Tais soluções foram incorporadas ao escopo do projeto como estratégias bioclimáticas para melhora qualitativa do conforto do usuário, não sendo passível de aferição numérica para medição quantitativa no método prescritivo.

As soluções apresentadas para elevação do nível de classificação da eficiência energética da Vila passam pelos elementos de cor na fachada, modificação do mecanismo de abertura das esquadrias, implantação de aberturas internas e troca do material da cobertura. Em sua pesquisa, Troi, Pfluger e Orlandi (2016) também exploraram diversas soluções que pudessem funcionar de forma integrada com vistas a melhorar o desempenho energético dos edifícios históricos. Os autores sustentam que em climas mais frios o isolamento de paredes externas e vidros é muito necessário e por vezes já suficiente. Por outro lado, em climas mais quentes o sombreamento e a possibilidade de ventilação noturna abrem promissor caminho para redução do consumo energético com resfriamento. É possível haver isolamento nas paredes externas, porém sua contribuição para a redução do consumo não é tão significativa. Em relação a esquadrias e ventilação natural, Jurošević e Grytli (2016) também chamam a atenção para o importante papel que esses elementos podem desempenhar na adequação de edifícios históricos para melhorar seu desempenho energético-

ambiental.

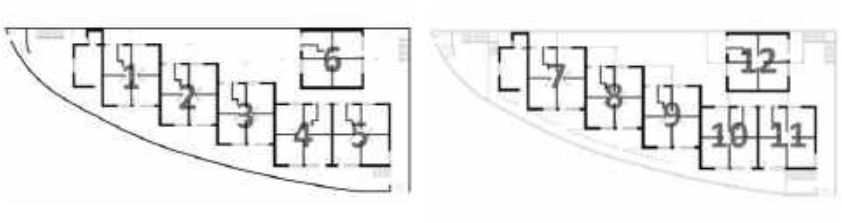


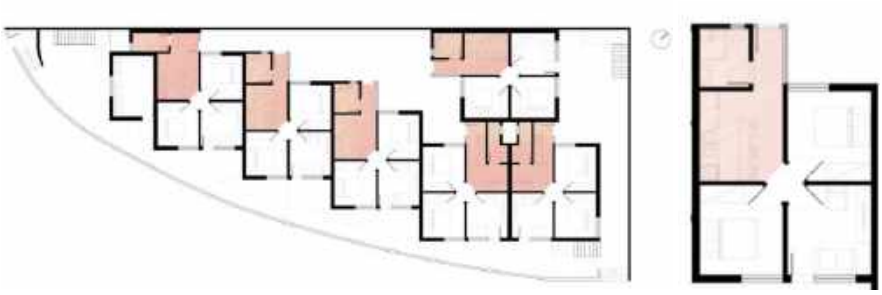
Figura 14a e 14b: Disposição das unidades. (a) térreo; (b) primeiro pavimento.

Neste estudo, para melhor esclarecimento do conjunto e fácil distinção entre as unidades habitacionais (UH), será nomeada cada unidade com um número de 1 a 12, sendo a sequência de 1-6 para as residências do térreo da edificação (Figura 14a) e a sequência 7-12 para as unidades do primeiro pavimento (Figura 14b).

4.2.1 Proposta 1

Conforme Lino (2004) explicitara, cada uma das UH possuía – para o interior do terreno – uma pequena área externa adjacente à cozinha, com um tanque, podendo ser uma área de serviços ou uma extensão da cozinha, que ao longo do tempo, os moradores incorporaram construtivamente e de forma improvisada à UH. Este estudo buscou formalizar esses acréscimos, que todas as unidades ensejaram: o aumento de área para a cozinha. As cozinhas, pelo projeto inicial, possuíam 5m^2, já incluída a circulação para a pequena área externa.

O desenho original não comportou as inúmeras necessidades das famílias que, desde então, vêm residindo na Vila. Para cada UH o módulo original para as áreas molhadas foi modificado (Figuras 15a e 15b), a fim de resultar em uma combinação de aumento de área útil para as cozinhas sem a perda das características projetuais de Lúcio Costa. Para as unidades 1 e 7 foi necessário integrar o banheiro das residências dos "zeladores" (LINO, 2004) com o espaço externo da cozinha original, de modo que todo o espaço da área molhada projetada por Lúcio Costa fosse destinado apenas para a cozinha. Para as unidades 2/3/6/8/9/12, com o anexo formalizado pela área externa da cozinha, foi possível realocar o banheiro de forma que a unidade dispusesse de uma área de cozinha e banheiro mais apropriada para os dias atuais. Por fim, as unidades 4/5/10/11 o máximo possível para acréscimo era, também, os espaço externo ao da cozinha – porém para estas unidades foi necessário criar um prisma para a ventilação dos banheiros, solucionando, assim, a falta de aberturas para o exterior, uma vez que esses dois blocos de residências (4 e 10) e (5 e 11) estariam adjacentes a outro bloco de residências (6 e 12) (Figura 15a).



Figuras 15a e 15b: planta baixa Proposta 1 com indicativo de ambiente modificados e detalhe de uma UH.
Fonte: elaboração própria

4.2.2 Proposta 2

Uma segunda proposta (Figura 16a) foi realizada buscando também proporcionar melhorias nos espaços internos e, para isso, basicamente houve uma troca de posições entre cozinha e o quarto dos fundos (Figura 16b). O motivo dessa troca foi viabilizar um espaço flexível de sala e cozinha, no qual os dois ambientes – originalmente opostos – comporiam um único espaço. Tal mudança não foi necessária nas residências 4, 5, 6, 10, 11 e 12, uma vez que originalmente já eram compostas assim. Dessa forma, a mudança ocorrida é a retirada da parede que dividia esses dois ambientes (antes quarto e sala, agora cozinha e sala) para a fixação de painéis móveis que pudessem servir como divisória.

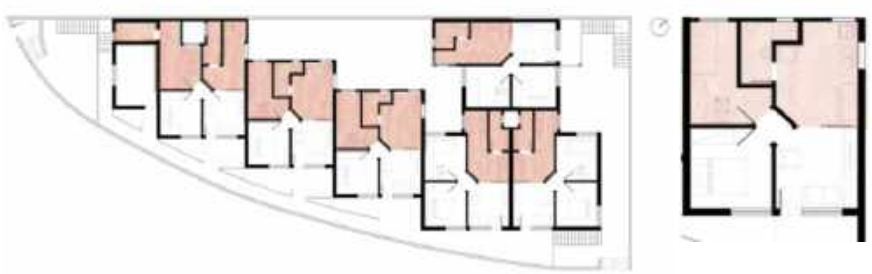


Figura 16a e 16b: planta baixa Proposta 1 com indicativo de ambiente modificados e detalhe de uma UH.
Fonte: elaboração própria

Assim como na proposta 1, para as unidades 1 e 7 também foi necessário integrar o banheiro das residências dos "zeladores" (LINO, 2004) – nesse caso estendido até a face mais externa da edificação, coligada com a escada de acesso comum. Nessa extensão do banheiro associado ao quarto ao lado, criou-se uma suíte. Esta suíte, porém, necessitará de ventilação e iluminação advindas de um prisma criado. Além disso, o banheiro de uso comum da UH foi remodelado. Para as unidades 2, 3, 8 e 9, basicamente foram acrescidos 70cm lineares aos fundos das residências para que fosse possível rearranjar o layout dos ambientes cozinha/sala, banheiro e quarto do fundo. Por fim, as unidades restantes (4, 5, 6, 10, 11 e 12) (Figura 16a) foram replicadas as soluções da proposta 1 (Figura 15a).

4.3 Análise e classificação das intervenções

Do ponto de vista da eficiência energética, há uma equivalência entre as propostas dos quartos dos fundos, porém numa diferença numérica de 400GHR[7], que resulta na mudança de classificação de "B", da proposta 1 para "C" na proposta 2. Em contrapartida, o fato de a sala ser um ambiente único na proposta 1 gera uma classificação B, enquanto na proposta 2, a integração sala-cozinha acarretaria num aumento de mais de 1500GHR, reduzindo a classificação para C (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparativo entre o GHR/Equivalente Numérico da Envoltória de cada APP de cada UH. As cores nas células indicam a classificação: Verde (B); Amarelo (C); Laranja (D) e Vermelho (E). Não há classificações A no caso estudado.

UH	ORIGINAL			PROPOSTA 1			PROPOSTA 2		
	Sala	Quarto Frente	Quarto Fundos	Sala	Quarto Frente	Quarto Fundos	Sala / Cozinha	Quarto Frente	Quarto Fundos
Casa 01	9267 / 3,2	11682 / 2,4	13163 / 1,9	5528 / 4,3	7947 / 3,6	7340 / 3,8	8884 / 3,3	7947 / 3,6	8480 / 3,4
Casa 02	9267 / 3,2	11682 / 2,4	12853 / 2,0	5672 / 4,3	7947 / 3,6	7340 / 3,8	7850 / 3,6	7947 / 3,6	7923 / 3,6
Casa 03	9267 / 3,2	11705 / 2,4	12697 / 2,1	5672 / 4,3	7970 / 3,6	8633 / 3,4	7832 / 3,6	7947 / 3,6	7923 / 3,6
Casa 04	9267 / 3,2	11691 / 2,4	11046 / 2,6	5672 / 4,3	7918 / 3,6	7340 / 3,8	8073 / 3,5	7913 / 3,6	7354 / 3,8
Casa 05	9267 / 3,2	11260 / 2,5	13055 / 2,0	5672 / 4,3	7252 / 3,8	8463 / 3,4	6269 / 4,1	7252 / 3,8	8481 / 3,4
Casa 06	12092 / 2,3	11261 / 2,5	13165 / 1,9	8054 / 3,5	6924 / 3,9	8931 / 3,3	9801 / 3,0	6924 / 3,9	8931 / 3,3
Casa 07	12391 / 2,2	14808 / 1,4	16289 / 0,9	6241 / 4,1	8659 / 3,4	8052 / 3,5	9626 / 3,1	8659 / 3,4	9197 / 3,2
Casa 08	12391 / 2,2	14808 / 1,4	15979 / 1,0	6385 / 4,1	8659 / 3,4	8052 / 3,5	8604 / 3,4	8659 / 3,4	8636 / 3,4
Casa 09	12391 / 2,2	14831 / 1,4	16037 / 1,0	6385 / 4,1	8682 / 3,3	9345 / 3,1	8555 / 3,4	8659 / 3,4	8636 / 3,4
Casa 10	12391 / 2,2	14817 / 1,4	14171 / 1,6	6385 / 4,1	8630 / 3,4	8052 / 3,5	8923 / 3,3	8626 / 3,4	8098 / 3,5
Casa 11	12391 / 2,2	14502 / 1,5	16181 / 1,0	6385 / 4,1	7822 / 3,6	9175 / 3,2	7001 / 3,9	7822 / 3,6	9193 / 3,2
Casa 12	15216 / 1,3	14387 / 1,5	16291 / 0,9	8768 / 3,3	7636 / 3,7	9643 / 3,0	10520 / 2,8	7636 / 3,7	9643 / 3,0

A busca pelo conceito A seria facilmente conseguido caso fosse proposto o sombreamento total das aberturas, por meio de venezianas. Isto, porém, foi descartado pelo seguinte motivo: a proposição de brises para as janelas descaracterizariam por completo o objeto, além de provocar um escurecimento excessivo para a unidade, uma vez que o entorno da edificação é muito adensado, o que já provoca um forte sombreamento.

Portanto, de modo geral: há uma perda relativa da eficiência - com não possibilidade de obtenção do conceito A; há uma perda relativa do patrimônio - uma vez que não terá um objeto totalmente restaurado como era originalmente, porém ganha o viés social, ou seja, o morador-usuário - que passa a residir em um ambiente pensado conjuntamente, visando sua história, seu desempenho energético e, principalmente, suas necessidades.

O estudo finaliza comparando as classificações de todas as unidades. As áreas de permanência prolongada originais basicamente possuíam classificação baixas, principalmente no pavimento superior (UHs 7 a 12), uma vez que a constituição dos fechamentos não era adequada para a utilização na ZB8 - Rio de Janeiro. As intervenções projetuais para o restauro (propostas 1 e 2), com base nas diretrizes de eficiência energética, provocam efetivas melhoras na classificação das APPs. De um modo geral, as classificações originais, que eram "D" e "E", passaram a ser "B" e "C".

5. CONCLUSÕES

Este estudo representa um pequeno exemplo de como convergir temas diferentes entre si para um bem comum. A readequação da Vila, seguindo as diretrizes da eficiência energética, expõe a importância da tradição Moderna: a tentativa de valorização do habitar do homem. A Vila, em seu estado atual, evidencia que a forma de pensar do arquiteto deve mudar com o passar do tempo e com a mudança da sociedade.

Quando projetada, a habitação mínima moldaria o estilo de viver do homem. Isto, porém, não

[7]GHR: Graus hora resfriamento, unidade utilizada pelo RTQ-R no indicador do desempenho energético das envoltórias no verão. Expressa o somatório da diferença entre a temperatura operativa horária e a temperatura de base, quando a primeira está acima da temperatura de base, no caso de resfriamento, adotando a temperatura de base como 26° C (BRASIL, 2012).

aconteceu. Pelo contrário, a sociedade, o homem e as formas de viver se modificaram. O espaço da cozinha, antes restrito apenas à função de cozinhar, hoje também desempenha um papel social. Essa mudança faz parte de uma sociedade que vive numa progressiva transformação idearia. A adaptação de edificações Modernas às funções contemporâneas deve buscar "soluções que garantam equilíbrio entre a retenção do valor da edificação e a qualidade de vida dos habitantes" (COELHO, 2017, p.38). Foi essa a diretriz utilizada no presente trabalho.

Além disso, como edificação histórica, a Vila merece um olhar cuidadoso para o seu desempenho energético ambiental, de modo a poder continuar a cumprir suas funções nos dias atuais, consonantemente com a agenda sustentável, sem dispensar o planejamento de suas intervenções. Segundo Curtis (2016), intervenções tecnicamente apropriadas, aplicadas proporcionalmente e de acordo com a construção original, podem produzir economias substanciais em termos de custo e energia operacional, o que foi corroborado por este estudo.

O enfoque energético e ambiental, que já é parte integrante de qualquer novo projeto de arquitetura, deve ser aplicado também ao estoque de edificações já existentes, muito mais numerosas do que aquelas que ainda estão germinando em projeto. Esse é um desafio a ser enfrentado por arquitetos e demais especialistas no mundo todo, e se transforma em um desafio maior ainda quando a edificação, além de tudo, é um bem histórico, com restrições de toda ordem às intervenções físicas em seu corpo. O presente trabalho procurou atuar nesse sentido, dando valor histórico, ambiental e social à Vila Operária da Gamboa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais**. Brasília, 2012.

_____. **Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações**. Brasília, 2013 [Anexo Geral V].

BRASILEIRO, A.; MORGADO, C.; TORRES, T.. Influência das esquadrias na classificação do nível de eficiência energética de habitações no RJ. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Maceió, 2014, **Anais..**. Maceió, ENTAC 2014.

COSTA, L. Lúcio Costa: **Registro de uma vivência**. São Paulo: Em- presa das Artes, 1995.

ESTEVES, A. P. da C.; LOMARDO, L. L. B. O Retrofit de Edificações Tombadas: Possíveis caminhos para a atualização tecnológica de fachadas modernistas e a reforma do edifício IRB. In: 8o Seminário Docomomo-Brasil. **Anais eletrônicos...**, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em <http://docomomo.org.br/wp-content/uploads/2016/01/153.pdf>. Acesso em 20 abr. 2018

LINO, S. F.. **O modernismo "com sabor local"**: contatos, trocas e misturas na arquitetura e nas artes brasileiras. Dissertação. Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

BARACHO, A. S. B. **Patrimônio sustentável**: reflexões sobre as melhores práticas anglo-saxônicas aplicadas a edificações culturais. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável), Escola de Arquitetura, UFMG, 2013.

BELLIA, L.; ALFANO, F.; GIORDANO, J.; IANNIELLO, E.; RICCIO, G. **Energy requalification of a historical building Elvira study**. Energy and Buildings, V.95, mai 2015, p.184-189.

COELHO, C.M.T. **Habitação coletiva moderna no Rio de Janeiro**: considerações sobre sua preservação. In: Revista CPC, N.22 especial, p.15-40, abr. 2017.

CURTIS, R. Energy efficiency in traditional and historic buildings: keeping it simple. In: EECHB-2016 Energy Efficiency and Comfort of Historic Buildings Brussels. **Proceedings…** Bruxelas: Belgian Building Research Institute, 2016.

DOUKAS, D.I.; BRUCE, T. **Energy Audit and Renewable Integration for Historic Buildings**: The case of Craiglockhart Primary School. Procedia Environmental Sciences, V. 38, 2017, pp. 77-85

GBC ITALIA. **Sistema di verifica GBC HISTORIC BUILDING** - Per il restauro e la riqualificazione degli edifici storici. Versão abreviada para divulgação, 2017. Disponível em http://gbcitalia.org/documents/20182/157656/Sistema+di+verifica+GBC+HB_2016-mag17.pdf/7d185808-b994-45fe-a6af-218e81a8fe27. Acesso em 21 abr. 2019.

JUROŠEVIĆ, S., GRYTLI, E.R. Energy efficiency retrofit of historic buildings: concepts, approaches and interventions. In: EECHB-2016 Energy Efficiency and Comfort of Historic Buildings Brussels. **Proceedings…** Bruxelas: Belgian Building Research Institute, 2016.

MILONE, D.; PERI, G.; PITRUZZELLA, S.; RIZZO, G. **Are the Best Available Technologies the only viable for energy interventions in historical buildings?** Energy and Buildings, V.95, mai 2015, p.39-46.

NICOLETTI, A. M. A. Eficiência Energética em um Ministério da Esplanada em Brasília: propostas para retrofit de envoltória. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pesquisa e Pós-Graduação. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília. Brasília, 2009

VIEIRA, N. M. **Gestão de sítios históricos dos valores culturais e econômicos em programas de revitalização em áreas históricas**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2008.

TROI, A.; PFLUGER, R.; ORLANDI, M.. Integrated Application of Solutions. In: TROI, Alexandra; BASTIAN, Zeno (Eds). **Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings**: A Handbook. Basel: Birkhauser, 2015, pp. 189-194

ZAZZINI, P.; CAPONE, M. **Energy efficiency improvements in historic buildings**: Analysis of a case study in central Italy. Modelling, Measurement and Control B. Vol. 87, No. 3, Set. 2018, pp. 135-142.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001