Avaliação do uso do corte a laser na recuperação do forro de uma edificação

Assessment of laser cutting on ceiling restoring

Ian Liwis Nascimento Silva¹, Nelson de Oliveira Quesado Filho²

¹Centro Universitário Christus, Fortaleza, Brasil, ianliwis@gmail.com

²Centro Universitário Christus, Fortaleza, Brasil, nquesado@gmail.com

Resumo: É imprescindível a manutenção em edificações, e no caso de edificações mais antigas, tal demanda é ainda mais frequente, visto que a ação do tempo traz consigo a ocorrência de diversos tipos de problemas, comprometendo seu desempenho. O impasse é que, no caso das edificações de idade mais avançada, ocorre a inviabilidade de manutenção quando é necessária a substituição de peças de acabamento. Isso se deve ao fato das peças não serem mais fabricadas e comercializadas no mercado atual, obrigando o proprietário a tomar medidas que demandam um impacto financeiro desnecessário ou a mudança radical da caracterização estética da obra. Paralelamente ao surgimento de problemas construtivos, o tempo deu origem ao surgimento de diversas tecnologias que, juntas, caracterizam a 4ª Revolução Industrial. Estas soluções são capazes, também, de contribuir para com a construção civil. Dentre as novas tecnologias originadas, encontra-se o corte a laser, usado, aqui, como alternativa na restauração do forro danificado de uma edificação antiga. Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade do uso do corte a laser para a recuperação do forro no caso apontado. Para isso realiza-se uma leitura exploratória da bibliografia previamente selecionada, seguido da pesquisa em campo visando obter relatos e fotografias do procedimento analisado, além da comparação das informações colhidas em campo com as de outros autores. É possível verificar que o uso do corte a laser na abordagem do problema se mostrou eficiente quanto ao custo, prazo e acabamento final.

Palavras-chave: Manutenção predial, forro, corte a laser, patologia, edificação antiga.

Abstract: It is essential to maintain buildings, and in the case of older buildings, this demand is even more frequent, since the action of time brings with it the occurrence of several types of problems, compromising their performance. The impasse is that, in the case of older buildings, maintenance is not viable when replacement of finishing parts is necessary. This is due to the fact that the pieces are no longer manufactured and sold in the current market, forcing the owner to take measures that require an unnecessary financial impact or a radical change in the aesthetic characterization of the work. Alongside the emergence of construction problems, time has given rise to the emergence of several technologies that together characterize the 4th Industrial Revolution. These solutions are also capable of contributing to civil construction. Among the new technologies originated, there is laser cutting, used here, as an alternative in the restoration of the damaged ceiling of an old building. This work aims to evaluate the feasibility of using laser cutting to recover the ceiling in the case mentioned. For this, an exploratory reading of the previously selected bibliography is carried out, followed by field research to obtain reports and photographs of the analyzed procedure, in addition to comparing the information collected in the field with those of other authors. It is possible to verify that the use of laser cutting to approach the problem proved to be efficient in terms of cost, time and final finish.

Keywords: Old building, ceiling, laser cut, pathology, technologies.

1. Introdução

Ao longo do tempo, as edificações sofrem progressivas degradações decorrentes da vida útil, seja pelo desgaste nas utilizações previstas ou pela condição decorrente de usos inadequados, resultando na necessidade de ações visando reabilitação da edificação, com a finalidade de torná-la apta a atender suas funcionalidades básicas (QUALHARINI, 2020). Para atender as expectativas dos usuários, é importante que a edificação apresente condições adequadas ao uso para o qual se destina, resistindo às intempéries e ao uso propriamente dito, ou seja, é necessário que ela apresente um bom desempenho durante sua vida útil, evidenciando-se assim a importância das atividades de conservação e manutenção do ambiente construído, para se alcançar um bom desempenho da edificação (CREA-PR, 2011).

Um dos principais problemas surge quando tais anomalias se concentram nos componentes e peças de acabamento, tornando-os inaptos à reutilização. Em diversos casos, as peças de acabamentos não estão mais disponíveis no mercado, pois sua fabricação foi comprometida devido a motivos diversos. No caso das obras mais antigas, o próprio mercado tende a renovar seus produtos e, nesse processo, alguns elementos deixam de ser produzidos. Tal impasse coloca o proprietário diante de duas escolhas: recorrer à artesãos, se comprometendo a investir um alto valor financeiro devido a mão de obra especializada; ou usufruir dos recursos tecnológicos, levando em consideração que poderá comprometer a arquitetura tradicional da edificação, e consequentemente a perda de sua característica, possivelmente desejável aos que utilizam a edificação.

A 4ª revolução industrial trouxe à realidade a disponibilidade de ferramentas que podem auxiliar no problema relatado, dentre elas, o corte a laser. O corte a laser é uma tecnologia usada para transformar, cortar e modificar diversos tipos de materiais, sendo um dos métodos mais eficientes e precisos da atualidade (PORTAL DA ARQUITETURA, 2019). Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar o uso do corte a laser como alternativa na recuperação do forro de uma edificação, que foi danificado em razão de uma manifestação patológica.

2. Referencial Teórico

2.1 Manutenção em Edificações

Assim como outros diversos elementos essenciais à vida, inclusive a saúde humana, os edifícios necessitam de manutenção. Paralelo a afirmação de Monthly (1991), onde o termo “manutenção” surge a partir do intuito militar de manter a nível constante o efetivo e o material necessários nas unidades de combate, a manutenção predial surge em decorrência da necessidade de manter constante a qualidade da edificação, a fim de oferecer aos usuários condições constantes de utilização.

Apesar de sua importância, muitos gestores e proprietários ainda negligenciam a realização de manutenções em suas edificações, atitude que traz consigo a proliferação e ocorrência de diversos problemas prediais, que variam desde somente defeitos estéticos a problemas estruturais responsáveis por perdas de vidas. Dados do Instituto Brasileiro e Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (2012) apontam que aproximadamente 66% das causas e origens de acidentes ocorridos em edificações com mais de 10 anos de uso estão relacionadas ou tem como causa a ausência de manutenção.

A Inspeção Predial deve ser entendida como uma vistoria para avaliar os estados de conformidade de uma edificação, mediante aspectos de desempenho, vida útil, segurança, estado de conservação, manutenção, desempenho, exposição ambiental, utilização, operação, observando sempre às expectativas dos usuários. (NEVES, 2009)

O conhecimento técnico das manifestações patológicas prediais associadas à identificação de anomalias, falhas de manutenção e irregularidades de uso e operação é fundamental para que se possa planejar o “tratamento predial” de qualidade, representado pelos bons cuidados técnicos, de manutenção e de uso. (GOMIDE, 2020)

O plano de manutenção predial interfere diretamente na estimativa da vida útil da edificação e, sua correta elaboração aliado ao cumprimento das atividades técnicas especificadas nesse plano, acarretarão em um acréscimo considerável no valor da vida útil final, assim como demonstra a figura 01. (ABNT, 2013)

Figura 1 - Recuperação do desempenho por ações de manutenção (Fonte: NBR 15575-1)

2.2 A Quarta Revolução Industrial

Conceito criado pelo alemão Klaus Shwab a Quarta Revolução Industrial é um tema que vem sendo constantemente discutido nos últimos tempos. Segundo Shwab (2019), a indústria atingiu sua “Quarta fase”, que, assim como as anteriores, transformará significativamente a existência humana. Com o uso das tecnologias originadas na 3ª Revolução industrial, a indústria 4.0 tende a ser totalmente automatizada a partir de processos que combinam máquinas com processos digitais. Segundo Zawadzki e Zywicki (2016), por meio dos avanços tecnológicos, a Indústria 4.0 combina o meio físico com o virtual, isso gera sistemas de produção inteligentes e automatizados, tendo assim um uso eficiente da informação.

Collabo (2018) afirma que a negligência a essa revolução significará prejuízo. Isso porque não se trata tendências, mas de realidade, de algo que já está presente no mundo globalizado. Além disso, as cifras movimentadas pela 4 digitalização serão bilionárias, com grandes investimentos envolvidos e expectativa de resultados satisfatórios.

A utilização das ferramentas da 4ª revolução industrial no âmbito da construção civil tem sido crescente. Como exemplo, tem-se a utilização de drones para a fiscalização de obras. Os drones permitem maior agilidade e redução de custos e segurança aos trabalhadores, poupando-os da necessidade de acessar locais de difícil acesso (Instituto da construção, 2018). Coutinho (2017) afirma que pela facilidade dos drones em se locomover, deslocar-se nos eixos do espaço, alcançar boas alturas e recolher o maior número de imagens e vídeos possível, os drones foram incorporados ao processo de Gerenciamento de Projetos da Construção Civil.

Outra ferramenta da 4ª revolução industrial é a impressora 3D. Segundo Porto (2016) a ferramenta oferece a possibilidade de executar, sem dificuldades acrescidas, detalhes arquitetônicos como texturas (pode simular tijolo numa parede, por exemplo), formas complicadas como superfícies curvilíneas e elementos intrincados, como escadas e corrimões, todas elas de difícil concretização por meios simplesmente manuais.

2.3 O corte a laser CO2

Estevão (2009) define laser como um acrônimo gerado por “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, traduzido ao português como “amplificação da luz por emissão estimulada de radiação”. Ou seja, chamamos de laser certos dispositivos que geram radiação eletromagnética com características próprias. Desde sua descoberta nos anos 1960, a tecnologia laser tem sido utilizada em diversas aplicações industriais. O corte a laser é uma das tecnologias que possibilitaram o desenvolvimento de peças complexas com um custo muito baixo em relação as outras alternativas de corte. (STEEN; MAZUMDER, 2010. ACRILTEC, 2017)

O primeiro experimento no processamento de materiais a laser, que posteriormente evoluiu para um processo industrial significativo, foi conduzido em maio de 1967, quando Peter Houldcroft usou um gás auxiliar de oxigênio para cortar chapas de aço de 1 mm de espessura com um feixe de laser de CO2 focalizado. (HILTON, 1997)

De acordo com Powell (1988, apud CIDADE, 2016) o princípio consiste à focalização de um feixe eletromagnético de alta intensidade em uma superfície pequena, levando ao pontual e rápido aquecimento do material da amostra.

Avaliação do uso do corte a laser na recuperação do forro de uma edificação

Powell explica, ainda, que nos equipamentos laser mais utilizados, uma câmara contendo uma mistura de gases de dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂) e hélio (He) é excitada com elétrons. A excitação das ligações químicas do CO₂ libera fótons no comprimento de onda de infravermelho, os quais são colimados em uma região na superfície do material a ser usinado. O laser vaporiza o material no local do corte, removendo automaticamente o subproduto, sem deixar vestígios. Isso faz com que o corte seja mais preciso do que quando é obtido por outros meios. (STÜRMER, 2010)

O laser CO₂ é uma ferramenta que permite ao usuário controlar a forma e a quantidade de energia dirigida a uma série de determinadas coordenadas, tendo como principais tipos os com base em espelhos com eixos galvanométricos e do tipo plotter. (HECHT e TERESI, 1998; THOMPSON, 2011; CIDADE et al., 2018)

Bagnato (2008) afirma que a aplicabilidade do corte a laser é bem vasta nas mais determinadas áreas. A literatura traz aplicação na joalheria contemporânea. (CIDADE, 2016), além de aplicações na marchetaria (RASEIRA, 2013), e na fabricação de peças em acrílico, como é ilustrado na Figura 2, entre outros.

Figura 2 – Corte a laser na fabricação de peças em acrílico (Fonte: PERFECT VISION)

3. Metodologia

3.1 Objeto de estudo

O objeto de estudo trata-se do edifício residencial Quéops, Quefrem e Miquerinos executado pela construtora Mota Machado no início da década de 80. A construção contém 6 blocos, cada bloco possuindo 5 apartamentos. Além disso, cada bloco possui um pavimento térreo mais dois pavimentos tipos. Cada um dos apartamentos existentes contém um total de 130 m² de área privativa.

O forro é do tipo suspenso, estruturado em madeira com estrutura aparente, bidirecional, em placas de madeira desmontáveis e padrão estético em furos cilíndricos conforme a figura 03. O material recebe acabamento em tinta branca do tipo latex.

Figura 3 – Ilustração do forro em análise (Fonte: O autor)

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados ocorre por meio de entrevista, realizada diretamente ao proprietário do apartamento estudado e com o engenheiro responsável pela manutenção. As entrevistas são semiestruturadas focadas no processo de manutenção e na expectativa do usuário em relação ao resultado da correção do problema. É também realizada uma visita ao local de estudo, visando obter as fotografias a cerca do problema e verificando suas condições atuais.

3.3 Tratamento e Análise dos Dados

Este trabalho analisa o resultado sob dois aspectos: (i) viabilidade financeira; e (ii) estética. A viabilidade financeira leva em consideração o custo e o prazo para disponibilização do material em cada uma das opções de fabricação. A estética, por sua vez, é avaliada após a conclusão da manutenção, considerando a solução escolhida. Outras questões pertinentes à aplicação da tecnologia são identificadas nas entrevistas e apresentadas na conclusão.

4. Resultados e Discussões

4.1 O Problema

O forro foi danificado devido à um mal funcionamento da vedação do sistema de instalações sanitárias. Este sistema passou anos sem uso, devido desocupação do apartamento. Logo após retomar o uso, as tubulações, ressecadas e com largo tempo sem manutenção, apresentaram vazamentos. Esses vazamentos projetaram água nas placas de madeira que vieram a inchar, desagregar e manchar. A figura 3 apresenta o forro danificado. É possível identificar as regiões que deverão ser substituídas.

Figura 4 – Peças danificadas do forro (Fonte: O autor)

As peças danificadas, por sua vez, trazem desconforto estético aos que utilizam a edificação. O padrão estético proporcionado por esse estilo de forro é característica ímpar da edificação, sendo extremamente indesejável a substituição das peças por outras de aparência divergente. Este desejo traz consigo um dificultador: a substituição das peças avariadas por outras iguais e em bom estado se mostrou inviável, ao que não foi possível obter informações do fabricante e, mesmo após uma série de buscas no comércio local, não houve possibilidade de realizar a obtenção do mesmo material devido a indisponibilidade no mercado, apontando para a descontinuação de sua fabricação. A opção de refazer todo o forro por um padrão diferente foi descartada pelas questões estéticas já mencionadas, bem como por questões de contenção de custo. Na inspeção visual, foram identificadas 8 placas de forro a serem substituídas.

É importante salientar que não é foco deste trabalho discutir as causas e soluções para os problemas nas instalações sanitárias. O problema analisado, portanto, se restringe à avaliação da solução escolhida para recomposição do forro e manutenção do padrão estético, especialmente quanto à cor, textura, dimensões e acabamento. Para recomposição do forro, o local deve estar inteiramente isento de infiltrações e qualquer fonte de dano ao material, evitando novamente a necessidade precoce de manutenção. Quaisquer operações em instalações localizadas entre o forro e a coberta devem ser realizadas anteriormente à conclusão do forro.

4.2 Avaliação e Escolha de Alternativas

O engenheiro responsável pela recuperação do forro identificou duas possibilidades para fabricação das réplicas de peças de forro a serem substituídas: (i) fabricação artesanal e (ii) corte a laser. Para ambos os casos se faz necessário produzir um desenho técnico para viabilizar a fabricação. Este desenho técnico foi produzido pelo engenheiro responsável utilizando o software AutoCad a partir de dimensões medidas nas peças que não foram danificadas. O desenho pode ser visto na figura 5 a seguir.

Figura 5 - Desenho digital do padrão estético da placa de forro (Fonte: O autor)

A fabricação artesanal se dá através do corte das chapas de madeira utilizando ferramentas manuais e obedecendo às medidas do padrão estético. Esta opção apresentou um prazo de 3 dias úteis e custo de R\$ 650,00. A alternativa em corte a laser apresentou um prazo de 4 horas e custo de R\$ 320,00. Os prazos e custos apresentados aqui se referem à fabricação das placas sem o acabamento em pintura. Este acabamento não é considerado na análise. A partir das expectativas de prazo e custo, optou-se pela fabricação via corte a laser.

4.3 Solução Adotada

O engenheiro responsável pela manutenção solicitou a fabricação de 1 unidade de placa de forro para validação do desenho digital. A figura 6 a seguir mostra o protótipo posicionado (lado esquerdo) na estrutura do forro ao lado de uma das placas originais não danificadas (lado direito).

Figura 6 – Protótipo em comparação a uma das peças não danificadas (Fonte: O autor)

O protótipo apresentou dimensões ligeiramente inferiores às originais, não encaixando corretamente na estrutura. O sistema de montagem do forro consiste no encaixe de peças individuais sobre um suporte pré-fixado na alvenaria,

portanto é de extrema necessidade a fiel observância das dimensões desejadas. Desta forma, o desenho digital foi corrigido levando-se em consideração este ajuste e as demais peças foram produzidas. Este protótipo elevou o custo previsto em R\$ 40,00, em torno de 13% do custo total para este item. Após a entrega por parte da empresa especializada em corte a laser de todas as peças encomendadas, foi realizada a pintura e a substituição de todas as peças avariadas.

4.4 Conclusão da Manutenção e Inspeção Final

Sendo dado por concluído a manutenção no forro pela equipe de operários, a inspeção é realizada pelo usuário e pelo engenheiro supervisor. Foi possível perceber que as peças se fixaram bem no local, sem a ocorrência de movimentações ou ruídos indesejados. Em quase todas as características dimensionais as novas peças se mantiveram fiéis às peças originais, sendo a única não foi respeitada a sua espessura. As placas originais de madeira apresentam 25mm de espessura, enquanto as placas de madeira fabricadas a corte a laser apresentam 3 mm de espessura. Ainda, os aspectos estéticos foram mantidos e os envolvidos tiveram dificuldade em diferenciar as placas novas das placas originais. A figura 7 a seguir, mostra a manutenção finalizada.

Figura 7 – Finalização da manutenção (Fonte: O autor)

É importante apontar que os critérios aqui avaliados dizem respeito à conformação estética e viabilidade financeira. Não faz parte do escopo desta análise verificar o desempenho do sistema de forro em sua integridade. Não foram consideradas questões de isolamento térmico e acústico ou durabilidade do material, por exemplo.

5. Conclusões

Os autores consideram que o trabalho atingiu o seu objetivo ao avaliar o uso do corte a laser na recomposição estética de um sistema de forro que foi danificado devido à uma manifestação patológica no sistema de instalação hidrossanitária. O método proposto se mostrou adequado e os resultados esperados foram alcançados.

A manutenção necessária no forro da edificação analisada foi realizada, lidando com a ausência do material no mercado e com a demanda de não descaracterização da edificação. Essa ausência se mostrou um complicador no processo que, entretanto, foi contornada pelo uso de tecnologia inerente à 4ª Revolução Industrial. A substituição das peças danificadas por peças novas, em devidas condições de uso, ocorreu com gastos inferiores ao esperado pelo engenheiro da obra e, principalmente, sem alterar a caracterização do forro, condição desejável pelos moradores da edificação.

Ainda, é nítida a eficiência do uso do corte a laser para a solução do problema relatado nos dois aspectos avaliados. Economicamente, o corte a laser se mostrou 51% mais barato que a opção alternativa. Além disso, Avaliação do uso do corte a laser na recuperação do forro de uma edificação. 9 o prazo oferecido para a fabricação a laser também foi inferior, em torno de apenas 16% do prazo da fabricação artesanal.

Ainda, este estudo no leva a refletir sobre a quantidade e variedade de problemas no âmbito da construção civil que seriam sanados com recursos tecnológicos mais atuais. Muitas vezes, as empresas se comprometem a

desembolsar valores muito altos em determinadas situações, além de perder muito tempo para tal, deixando de utilizar de recursos inovadores, permitindo que problemas sejam facilmente resolvidos sem a necessidade de gastos altos e, muitas, vezes em um curto espaço de tempo.

Para trabalhos futuros, sugere-se que sejam realizados os procedimentos de testes de desempenhos que aqui não foram abordados, visando gerar uma análise por outros ângulos.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- BAGNATO, Vanderlei Salvador. Laser e suas aplicações em Ciência e Tecnologia. Editora Livraria da Física, 2008.
- CIDADE, Mariana Kuhl et al. Método para determinação de parâmetros de gravação e corte a laser CO2 com aplicação na joalheria contemporânea. Design & Tecnologia, v. 6, n. 12, p. 54-64, 2016.
- COLLABO. A Indústria 4.0 e a revolução digital: Entenda o que está por vir e quais serão os impactos para empresas e profissionais. 2018. Disponível em: < <https://alvarovelho.net/attachments/article/114/ebooka-industria-4.0-e-a-revolucao-digital.pdf> > . Acesso em: 17 fev. 2021.
- CORTE a laser: Vantagens e Curiosidades. Portal da Arquitetura, 2019. Disponível em: < <http://www.portaldaarquitetura.com.br/corte-a-laser-vantagens-e-curiocidades/> > . Acesso em 20 fev, 2021.
- CORTE E GRAVAÇÃO A LASER, aprenda resumidamente como funciona e pra que serve. Acriltec. 2017. Disponível em: Aceso em: 15 fev. 2021.
- COUTINHO, I.; FEITAL, M. R.; COSTA, S. Q. Inovação na Gestão da Qualidade: Utilização de VANT em Inspeções em Projetos Cívicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 6. 2017, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: SINGEP VI, 2017.
- ESTEVÃO, Rua José. Laser: fundamentos e indicações em dermatologia. Med Cutan Iber Lat Am, v. 37, n. 1, p. 5-27, 2009.
- GOMIDE, Tito Lívio Ferreira et al. Inspeção predial total. Oficina de Textos, 2020.
- François, Monchy. A função Manutenção. São Paulo: editora Durban Ltda. 1991.
- HECHT, J.; TERESI, D. Laser : light of a million uses. New York: Dover Publications, 1998.
- HILTON, Paul A. Early days of laser cutting. In: Lasers in Material Processing. International Society for Optics and Photonics, 1997.
- NEVES, Daniel Rodrigues Rezende; BRANCO, Luiz Antônio MN. Estratégia de inspeção predial. CONSTRUINDO, 2009.
- PUJADAS, FLÁVIA ZA et al. INSPEÇÃO PREDIAL A saúde dos edifícios. Seminário Nacional de Perícias do IBAPE (SNPIBAPE). São Paulo, 2012.
- RASEIRA, Cristine Bassols. Design e Tecnologia aplicados a Resíduos de Madeira: Especificações para o Processo de Corte a Laser em Marchetaria. 2013.
- SERVIÇO de corte em acrílico. Perfect Vision. Disponível em < <https://www.perfectvision.com.br/servicocorte-laser-acrilico> > . Acesso em 20 fev. 2021.
- STEEN, W. M.; MAZUMDER, J. Laser material processing. 4. ed. London: Springer London, 2010.
- STÜRMER, P. Materiais naturais: design e tecnologia no desenvolvimento de joias inspiradas na cultura gaúcha. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós - graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.
- ZAWADZKI, Przemysław; ŻYWICKI, Krzysztof. Smart product design and production control for effective mass customization in the Industry 4.0 concept. Management and production engineering review, v. 7, 2016.