

PROTOTIPAGEM NA FASE DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO: BENEFÍCIOS NA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE FACILITIES

PROTOTYPING IN THE PROJECT DEVELOPMENT PHASE: BENEFITS IN FACILITIES'S OPERATION AND MAINTENANCE

Rodrigo Bongiovani Lima Rocha^{1, i}
Ivo Lima de Souza^{2, ii}
Fatima Gabriela Soeiro Mazzo Solha^{3, iii}
Rudson de Lima Silva^{4, iv}
Danielle Miquilim^{5, v}

Data de submissão: (27/04/2022) Data de aprovação: (28/07/2022)

RESUMO

O crescente e exigente mercado da construção civil demanda cada vez mais qualidade e redução de custos. Estes dois fatores opostos exigem uma visão mais abrangente do desenvolvimento de projetos que – em última análise – culminam na operação e manutenção de edifícios. Em *Facilities* como: shopping centers, hotéis, edifícios corporativos entre outros, os custos anuais de manutenção – em grande parte – são decorrentes de trocas, reparos ou reformas de elementos arquitetônicos. Neste contexto, a prototipagem como ferramenta de projeto, tem como objetivo principal reduzir a maioria das incertezas dos elementos construtivos quando estes estarão em uso e finalmente melhorar o seu desempenho e longevidade. O objetivo deste artigo é analisar o processo de prototipagem e demonstrar sua contribuição para a produção arquitetônica de qualidade e seu impacto na redução dos custos de operação e manutenção em edifícios (não residenciais). A análise delimita-se ao processo de prototipagem dentro da fase de projeto, sua interação com profissionais de projeto, manutenção, operação e usuários finais na busca do melhor desempenho na fase de operação. A pesquisa se baseia na bibliografia existente sobre as práticas atuais de produção arquitetônica e gerenciamento de projetos. Também se utiliza de um estudo de caso como exemplo concreto de prototipagem, demonstra seus resultados e as modificações de projeto proporcionadas pela prototipagem.

¹ Pós-graduando em Gerenciamento de Facilities na Faculdade de Tecnologia Senai Anchieta. E-mail: rodrigo.com@gmail.com

² Docente na Faculdade de Tecnologia Senai Anchieta E-mail: ivo.lima@sp.senai.br

³ Docente na Faculdade de Tecnologia Senai Anchieta E-mail: fatima.mazzo@sp.senai.br

⁴ Docente na Faculdade de Tecnologia Senai Anchieta E-mail: rudson.silva@sp.senai.br

⁵ Docente na Faculdade de Tecnologia Senai Anchieta E-mail: danielle.miquelim@sp.senai.br

Palavras-chave: Protótipo; Gerenciamento de Projeto; Construção Civil; *Facilities*; Métodos de Projeto.

ABSTRACT

The growing and challenging construction market has increased the demands for quality and cost reduction. These two opposing factors require a broader view of project development that - ultimately - culminates in the building's operation and maintenance. In *Facilities* such as shopping malls, hotels, corporate buildings, among others, a large amount of the annual maintenance costs are related to changes, repairs or renovations of architectural elements. In this context, prototyping as a design tool aims to reduce most of the uncertainties of the building elements when they will be in use and ultimately improve their performance and longevity. The purpose of this paper is to analyze the prototyping process and to demonstrate its contribution to architectural quality production and its impact on the reduction of operations and maintenance costs in (non-residential) buildings. The analysis is limited to the prototyping process within the project phase, its interaction with design professionals, maintenance and operation's teams and final users in pursuit of the best performance in the operations phase. The research relies on existing literature of present-day architectural project production and project management practices. A case study is also used as a concrete example of prototyping, demonstrating its results and the design modifications provided by prototyping.

Keywords: Prototype; Project Management; Construction; *Facilities*; Project Methods

1 INTRODUÇÃO

Observando o contexto de projeto e a completa influência das decisões tomadas nesta fase no ciclo de vida dos elementos arquitetônicos (considerando que todas as decisões, sejam ergonômicas ou de materiais são definidas na fase de projeto), e de forma geral analisando os conceitos de gerenciamento de projeto atuais, o estudo pretende analisar os impactos positivos da prototipagem durante a fase de elaboração do projeto arquitetônico e seus consequentes benefícios na operação dos edifícios. Em *Facilities*, elementos arquitetônicos repetitivos são uma constante: O mesmo elemento construtivo idêntico é replicado inúmeras vezes em um mesmo edifício e são repetidos seguindo o mesmo padrão de *Design*. Neste contexto, a criação de padrões tem reflexos diretos na composição dos custos de manutenção.

O estudo, portanto, tem como objetivo secundário elucidar as contribuições da prototipagem para a definição do padrão. Primeiramente, através da observação dos conceitos de melhoria contínua, segundo as melhores práticas de gerenciamento de projetos do GUIA PMBOK[®]: *PDCA* (*Plan, Do, Check and Act* – Planejar, Executar, Verificar e Agir) e *SDCA* (*Standardize, Do, Check and Act* – Padronizar, Executar, Verificar e Agir). Em seguida, relacionando a padronização à prototipagem, segundo a *Productivity Press Development Team (2002)*, que define: Padronização: envolver estabelecer, comunicar, aderir e melhorar o padrão.

Neste sentido, a padronização está inserida além do contexto de melhoria contínua, mas também na inclusão da comunicação, identificada aqui na interação dos atores participantes da produção arquitetônica como arquitetos, engenheiros de manutenção e operação e enfim usuários finais. “O sucesso no gerenciamento consiste em manter e melhorar padrões e considera o padrão como requisito básico para o processo de melhoria contínua e, portanto, na aderência de procedimentos previamente estabelecidos” (IMAI 1997).

Por fim, é feita uma análise de estudo de caso objetivando qualificar a prototipagem como elemento efetivo de projeto e ferramenta eficaz na otimização da operação e manutenção. O estudo de caso está inserido no ambiente real de construção, leva em consideração todos os aspectos envolvidos na prototipagem, incluindo o entendimento de fatores externos ao processo como legislação ou limitadores como custo – que impedem a confecção de projeto de protótipo, por exemplo – ou mesmo a falta de mão de obra especializada para a plena execução dos detalhes propostos. O conhecimento empírico dos responsáveis pela manutenção e operação é de grande valia durante o processo de prototipagem e conseqüentemente para os objetivos deste estudo na medida em que podem efetivamente contribuir com decisões de materiais e procedimentos de manutenção e limpeza extremamente importante para a longevidade dos acabamentos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Prototipagem - processos e aplicações

Inicialmente para entender sobre “prototipagem”, que significa o processo de obtenção do protótipo, precisamos entender inicialmente o protótipo:

Protótipo é um modelo inicial de um objeto criado para testar um design. A palavra tem origem grega para "forma primitiva". Os protótipos são amplamente utilizados em design e engenharia para aperfeiçoar itens e processos antes de implementá-los em larga escala. Um protótipo é uma parte vital do processo de design, pois permite que os designers vejam o produto em ação, para que possam ver o que funciona e o que não funciona. Também é útil para mostrar projetos a executivos ou investidores corporativos para convencê-los a apoiar um projeto. (UXL *Encyclopedia of Science*, 2015).

Neste estudo, trata-se protótipo como uma parte do todo a ser executado. Assim sendo, esta parte - um “pedaço” - do elemento completo será testado e a análise de seus resultados aplicados ao projeto. O objetivo do processo de obtenção do protótipo (prototipagem) é antecipar problemas e diminuir as incertezas. (SAFFARO, 2007)

Neste sentido o estudo visa contribuir com o entendimento da necessidade da prototipagem como ferramenta de projeto, suas aplicações e conseqüente otimização das operações em edifícios comerciais.

2.2 Prototipagem - ferramenta de projeto atual

O objetivo de um projeto arquitetônico não é somente atender a uma demanda funcional, mas sim atender as necessidades humanas de forma ampla e plena. Sempre que um projeto é pensado superficialmente, ele é logo detectado como um projeto deficiente. Neste sentido a importância da prototipagem como ferramenta de projeto se justifica e pode

ter grande relevância, na medida em que colabora com a abrangência da percepção de projeto e que conseqüentemente vai além das funcionalidades que são obviamente necessárias. Neste sentido, questões como conforto ergonômico, fatores tecnológicos e de interação com o usuário têm grande impacto nas decisões de projeto, sobrepondo-se às “dimensões universais” amplamente utilizadas pelo modernismo de *Le Corbusier*. (BITTENCOURT, 2002). Além disso, a adequação de projetos ultimamente vem se referindo fortemente a resolver questões de sustentabilidade e acessibilidade.

Nos tempos atuais é preciso ir além do entendimento do projeto, onde a estética tem que ser aliada à redução de custos e, sobretudo a economia de recursos naturais. Por exemplo, não é difícil imaginar o desperdício de um deck de madeira, que por falta de gestão foi projetado com uma madeira inadequada; ou, por exemplo, um detalhe de metal que está exposto ao tempo e não tem a devida proteção ou utiliza simplesmente uma pintura inadequada. Todas essas questões podem ser resolvidas na prototipagem, quando esta é aplicada na fase de projeto. O entendimento dos processos de produção e dos materiais na arquitetura passa pelo campo experimentação:

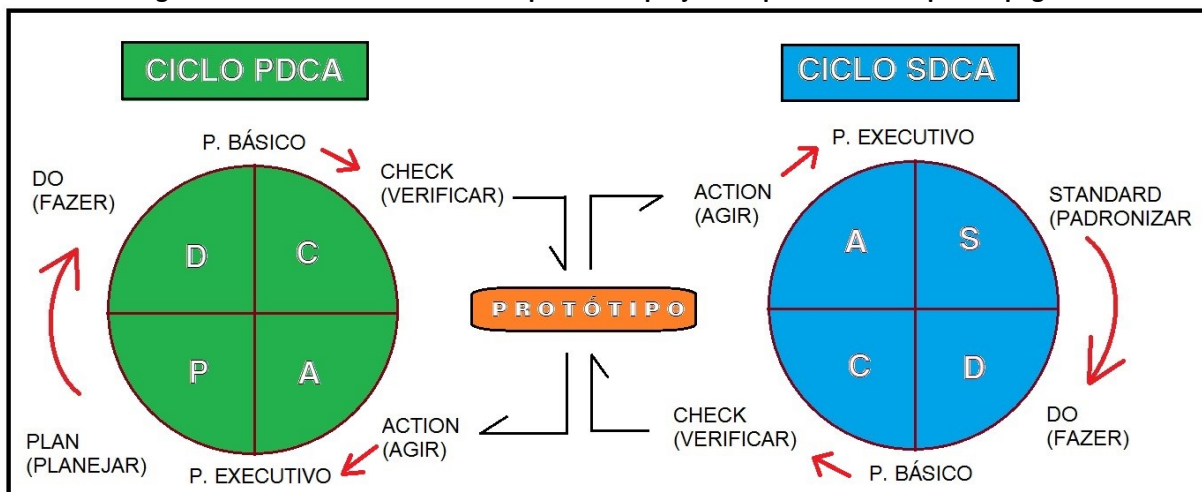
No contexto em que é necessário um maior domínio do processo de produção para que os propósitos relativos a prazo e segurança sejam atingidos, a prototipagem reduz a incerteza de caráter epistemológico por intermédio da evolução no entendimento dos componentes do padrão (meta, restrições e método). Esta evolução ocorre da seguinte forma: no início ocorre o entendimento dos elementos do método de trabalho de forma evolutiva e, a partir deste, é possível (a) identificar as restrições; (b) especificar ou avaliar metas pré-estabelecidas; e (c) combinar os elementos do método, balizados pelas restrições, de forma que haja uma convergência do desempenho para a meta estabelecida. (SAFFARO, 2007, p. 210)

Contudo, a tecnologia presente nos materiais reduz muito as incertezas no âmbito de suas especificações. Hoje em dia é possível saber a durabilidade de materiais através de rótulos fornecidos pelos fabricantes. Mas, quando este material é combinado com outro? Temos o caso clássico do alumínio e do aço carbono; dois metais que são incompatíveis quando unidos. Em muitos casos a corrosão é bloqueada com uma simples fita plástica que evita o contato dos materiais. São questões como estas que fazem do Protótipo uma ferramenta eficaz de antecipação de problemas, mesmo que inicialmente ela demande um tempo.

2.3 Prototipagem - o planejamento e a gestão de projetos de facilities

Na busca de esclarecer o papel da prototipagem relacionada diretamente com operações de *Facilities* dentro do contexto de projeto, de forma geral, pretende explorar as contribuições da prototipagem inseridas nos conceitos de Melhoria Contínua e de Gestão de Projetos. Segundo o GUIA PMBOK® (2013), dentre os conceitos de melhoria contínua estão em destaque para a prototipagem o PDCA e SDCA que se inserem no contexto do planejamento, aferindo precisão aos cronogramas de projetos e obras. Em planejamento e gerenciamento de projetos arquitetônicos temos as seguintes fases: Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo. O PDCA (*Plan, Do, Check and Act* – Planejar, Executar, Verificar e Agir) e SDCA (*Standardize, Do, Check and Act* – Padronizar, Executar, Verificar e Agir) tem como premissa a verificação das ações antes da execução.

Fluxograma 1 - Ciclos PDCA e SDCA adaptados ao projeto arquitetônico e à prototipagem



Fonte: Elaborada pelo autor.

Portanto, observa-se o protótipo mais efetivo quando é executado na fase Projeto Básico; pois se posiciona após as definições iniciais de Estudo Preliminar e Anteprojeto, mas permite modificações e melhorias antes do Projeto Executivo (Figura 1). É fundamental a prototipagem ser inserida antes do início de orçamento e Projeto Executivo, do contrário pode ter o efeito inverso ao de economia gerando gastos e alterando cronogramas.

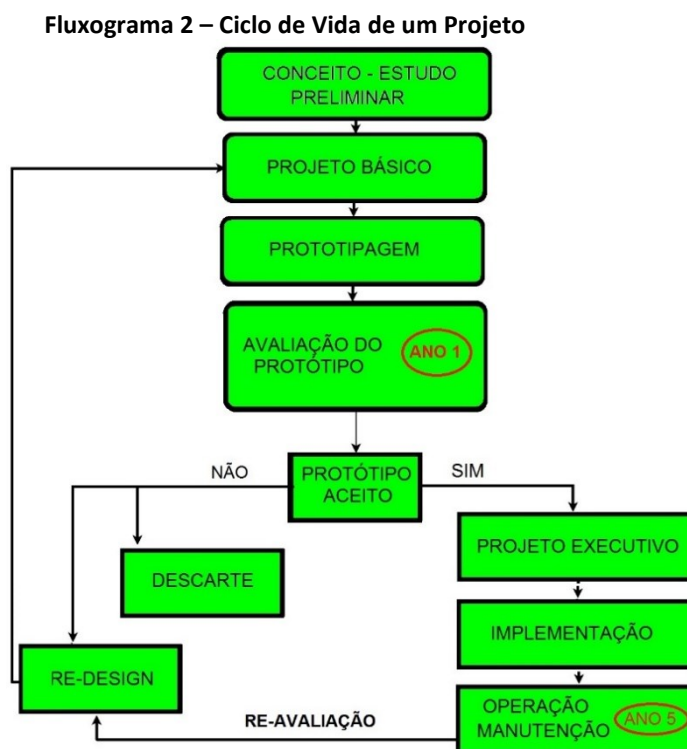
A metodologia do projeto envolve o desenvolvimento de atividades de maneira sequencial e repetitiva, com a ideia de alcançar o resultado desejado. Aplicado ao *design* e desenvolvimento do produto, compreende a transformação de condições, necessidades e requisitos em um conceito ou ideia capaz de satisfazê-los. Os estágios iniciais do processo de *design* contêm um alto nível de conceituação e conferem à engenharia de *design* uma complexidade notável. (SANTOLAYA, BIEDERMANN, SERRANO, 2016)

O gerente ou coordenador de projetos tem um papel fundamental nas decisões relacionadas à prototipagem, sobretudo quando tange decisões de planejamento e tempo. Procedimentos de organização e coordenação de projetos são determinantes para um projeto de excelência e tem grande impacto nos custos, pois diminuem o desperdício e retrabalhos. (BELLAN, 2009).

Retornando ao PDCA e SDCA a efetividade destas ferramentas neste caso só serão constatadas se o processo for concluído a tempo de se modificar/melhorar o projeto. A prototipagem tardia ainda assim pode melhorar os resultados da operação de um edifício, mas seu custo pode ter sido afetado pela má gestão do “*timing*” do projeto e sua aplicação sujeita as adaptabilidades.

2.4 Prototipagem – o ciclo de vida do projeto de *facilities*

A vertente do Ciclo de Vida do Projeto precisa ser entendida com uma visão holística sobre os processos e ferramentas de gestão de projetos, além da própria abrangência do projeto em si, entendendo que seu ciclo de vida não termina no final da obra e se estende enquanto o edifício está em funcionamento e conseqüentemente em suas manutenções. Efetivamente, a durabilidade de elementos arquitetônicos combinados tem grande importância, tanto quanto a própria funcionalidade e estética. Segundo Koskela (2000) “embora não seja possível, ainda, fazer o protótipo de um edifício em tamanho natural, esse produto pode ser simulado em partes”. Em *Facilities* de uso público como *Shopping Centers* e hotéis, por exemplo, o ciclo de vida do projeto demanda um melhor entendimento dos materiais e, sobretudo da utilização dos elementos arquitetônicos. Muitas vezes, já na operação, a identificação de desgastes inesperados ou excesso de manutenções corretivas remete a necessidade de uma reanálise dos Relatórios de Avaliação de Protótipos e, em via-de-regra, uma readequação no projeto, procedimentos de fabricação ou mudanças de materiais. Ainda assim, um protótipo pode ser reavaliado mesmo após a operação de um edifício. Na Figura 2 está ilustrado o retorno à análise de protótipo, quando já na operação foi detectado uma necessidade alta de manutenção.



Elaborada pelo autor.

Após as avaliações dos relatórios feitos na fase de Projeto Básico, poderão ser executadas as modificações; mesmo a análise dos relatórios tenha apenas cunho informativo, ela colabora com a otimização das operações e manutenções do edifício.

2.5 Prototipagem - antecipação de problemas e diminuição de incertezas na fase de operações

Segundo o GUIA PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013), é de extrema importância aplicar ferramentas de avaliação de desempenho como o KPI (*Key Performance Indicator* – Indicador chave de desempenho). Em prototipagem, essa ferramenta pode ser entendida como os Relatórios de Avaliação de Protótipos, onde estão contidas informações de avaliação importantíssimas para o entendimento do desempenho do elemento, justamente por antecipar e reduzir as incertezas do elemento arquitetônico a ser executado. Em outras palavras, os relatórios são os indicadores que promovem alterações ou redesenharam um elemento para que ele esteja adequado a uma necessidade específica futura. Obviamente, os relatórios são fortemente influenciados pelos avaliadores, pois não é uma ferramenta padrão, ou estandardizada, cada empresa desenvolve o seu próprio método de avaliação.

A equipe envolvida é corresponsável pelo desenvolvimento do relatório de avaliação, contudo, esta ferramenta não pode ser demasiadamente simplificada; deve-se ter uma lista de objetivos específicos, do contrário poderá impedir a antecipação de problemas que posteriormente se manifestarão na operação do edifício (SAFFARO, 2007).

Ou seja, quanto mais detalhado for o relatório de avaliação de protótipos, melhor será o desempenho deste elemento quando em uso. De todo modo, os relatórios são um registro inicial do processo e promovem um entendimento de desempenho – mesmo que tardio – nos casos que simplesmente antecipam um problema detectado muitas vezes meses ou anos após sua instalação, conforme o demonstrado na Figura 2. Além disso, os Relatórios de Protótipos (*Ver Tabela 1*) são um registro importante para outras antecipações fundamentais tais como: métodos construtivos, utilização de mão de obra especializada, quantidade de mão de obra aplicada na produção, tempo de fabricação entre outros. Este registro pode ser utilizado na fase de operação do edifício como um balizador nos orçamentos de reforma e são de grande valia para a precisão dos custos de produção de novos elementos.

Estudos do primeiro ciclo de produção (execução de protótipos) envolvendo um serviço de revestimento cerâmico, em que se produziu uma amostra no primeiro apartamento tipo. A antecipação incluiu a chegada à obra de uma equipe completa de assentadores de cerâmicas para executar o serviço nos demais apartamentos do edifício somente após a execução da amostra. (MACHADO, R. L 2003 p.154)

Isso demonstra que a prototipagem é eficaz também na programação da produção seja sobre a mão de obra, seja na quantidade de materiais ou sobre o tempo gasto para a produção.

3 ESTUDO DE CASO – PROTOTIPAGEM E MODIFICAÇÃO DO PROJETO

Dentre os muitos exemplos de prototipagem realizados e com comprovada eficácia para a melhoria contínua dos processos de projeto e consequente melhoria do desempenho dos elementos arquitetônicos, neste Estudo de Caso utilizou-se a fabricação de uma Floreira executada e analisada durante um período de tempo entre os anos de 2013 e 2015 em um *Shopping* de São Paulo, projetado pelo escritório de arquitetura CARBONDALE. Esta Floreira, apesar de ser um elemento simples na sua concepção, possui inúmeros componentes

importantes na determinação de seu ciclo de vida e, entre outros, fatores externos (Operação e Manutenção) que influenciam diretamente seus custos operacionais. Na metodologia aplicada a este Estudo de Caso, podemos ressaltar duas vertentes relacionadas à necessidade de prototipagem:

3.1 Análise de métodos e processos projetuais:

- a) Métodos de identificação dos padrões de qualidade que atendam o cliente: O Protótipo é um elemento que auxilia na decisão dos proprietários do projeto.
- b) Processo de escolha de materiais apropriados e testes, selos de qualidade, origem ou tratamentos específicos: O Protótipo permite o senso tátil, avaliar o lado ergonômico e por fim seus acabamentos reais.
- c) Solicitação de prototipagem e desenhos de fabricação: O próprio desenho de protótipo permite ao projetista pré-avaliar sua fabricação; se é ou não factível, sua viabilidade financeira e seus métodos construtivos.
- d) Aplicação do conhecimento empírico - trazer para o projeto o conhecimento de quem faz a manutenção e opera os edifícios: No desenvolvimento de um protótipo a participação dos membros das equipes que vão operar e manter este componente arquitetônico é fundamental.

3.2 Análise do gerenciamento de implementação:

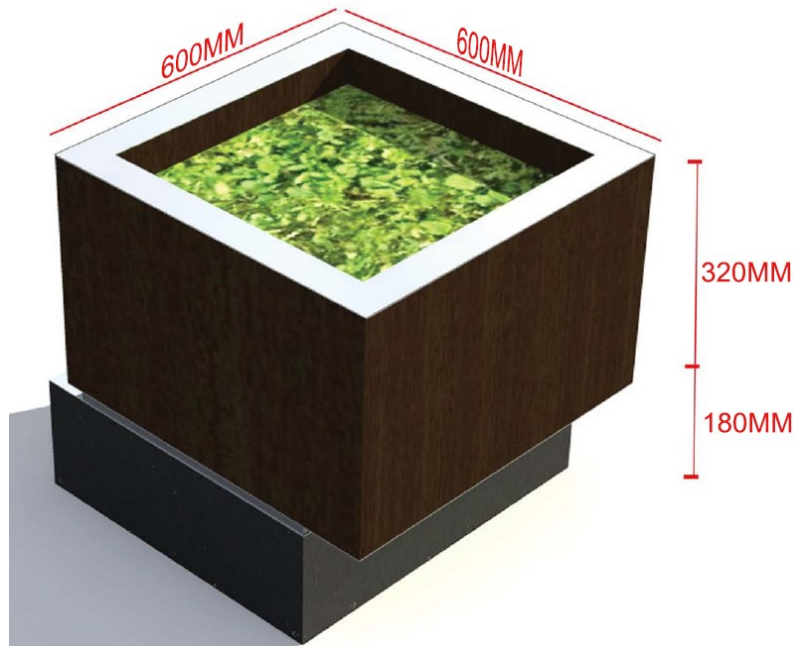
- a) Monitoramento da qualidade na implementação de projetos (auditoria da qualidade / relatórios de não conformidade, entre outros): O Protótipo simulando sua utilização real tem seu desempenho testado em plenitude, antecipando avisos de não conformidade parciais ou totais e/ou baixa qualidade dos componentes.
- b) Monitoramento da aplicação das normas vigentes na produção e no canteiro de obras e utilização de mão de obra qualificada: Quando aplicável, a observância das normas vigentes em protótipos é de extrema importância, inúmeros fatores relacionados às normas influenciam em suas características básicas (Altura, peso, circunferências, materiais etc.).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseando-se nas duas vertentes citadas, podemos analisar o caso abaixo:

4.1 Prototipagem para Floreira de *Shopping Center*

Figura 1 – Exemplo de desenho de Protótipo – Floreira



Fonte: CARBONDALE Arquitetura (2015)

Neste estudo pôde-se avaliar a eficiência da prototipagem em um ambiente de operações, sendo este um processo coletivo onde as interações entre os agentes refletem nos resultados globais (FABRÍCIO; ORNSTEIN, 2010). Através da análise de protótipo - e nesta avaliação feita pelos operadores do *Shopping*, pôde-se constatar que os materiais e o desenho do protótipo não atendiam as necessidades da manutenção, onde se concluiu:

- a) O Desenho não previa proteção metálica nos cantos, na avaliação do protótipo o gerente de operações alertou que máquinas de limpeza, e mesmo usuários poderiam danificar os cantos da floreira.

A manutenção e limpeza demanda grande agilidade, haja vista o trabalho em horários alternativos e a mão de obra especializada. Esta operação tem que ser altamente eficiente com utilização de equipamentos de limpeza. Os ambientes e os elementos arquitetônicos têm que estar adequados e protegidos dos impactos e químicos presentes neste trabalho.

Figura 2 – Cantos sem proteção metálica



Fonte: CARBONDALE Arquitetura (2015)

b) O Material utilizado (Madeira) era extremamente sensível a água, por outras experiências, nas regas das floreiras frequentemente a água afetava as partes acabadas em madeira.

Neste caso, o trabalho de jardinagem é muito delicado, não obstante, o jardineiro tem a tarefa de rega pontual que por vezes é feita de forma displicente e os materiais adjacentes estão em contato constante com a umidade. Este caso também se aplica para floreiras externas, onde estes elementos estão ainda mais em contato com intempéries e corrosões.

Figura 3 – Efeito da água na Madeira

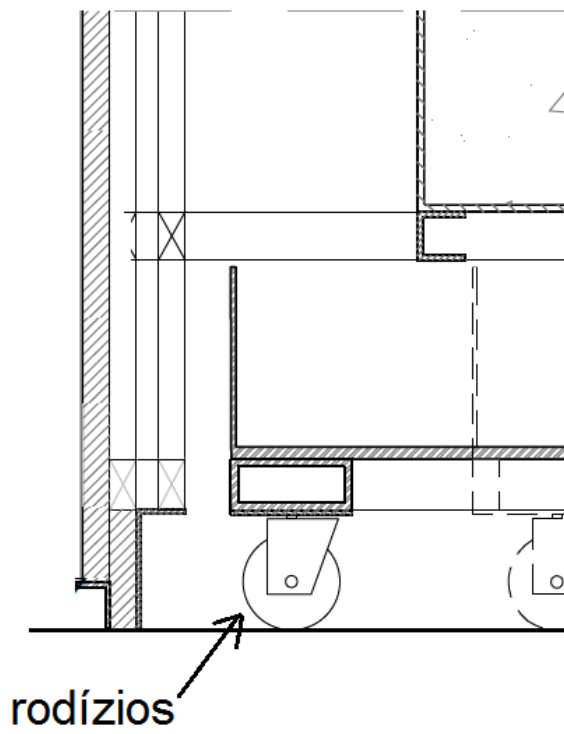


Fonte: CARBONDALE Arquitetura (2015)

c) A floreira ficaria fixa, mas notou-se que na operação de tempos em tempos havia a necessidade de movimentação para tratamento do piso.

A mobilidade em *Facilities* de centros comerciais é uma vantagem e uma necessidade. Além dos benefícios óbvios na limpeza e manutenção as operações mudam constantemente; um ambiente pode ser transformado por razões comerciais ou mesmo datas festivas sazonais.

Figura 4 – Inclusão de rodízios



Fonte: CARBONDALE Arquitetura (2015)

O resultado do protótipo, após a análise, pôde-se observar objetivamente o seguinte:

- Mantendo-se o mesmo padrão estético, observou-se a possibilidade de se colocar um perfil metálico nos cantos, a inclusão de rodízios e de troca de material de acabamento – Madeira por Cerâmica.

4.2 Avaliação de Protótipo para Floreira de *Shopping Center*

Além das mudanças objetivas no projeto, o protótipo ainda permite modificações subjetivas, sobretudo no entendimento de sua fabricação, de como se fazer a manutenção e limpeza, ou até mesmo maneiras de uso e rega.

Na Tabela 1 podemos observar, finalmente, a análise do protótipo de maneira objetiva; se atendeu ou não as expectativas; se houve a necessidade de mudanças; se o projeto precisou ser ajustado. Além dos itens objetivos, temos a possibilidade de verificar a qualidade de maneira geral; sobretudo o protótipo inicialmente é uma ferramenta usada inclusive por clientes para um melhor entendimento do que foi desenvolvido na prancheta do arquiteto.

Tabela1: Avaliação de Protótipo/Relatório de Protótipo

TABELA DE AVALIAÇÃO DE PROTÓTIPO			
DESCRIÇÃO			
Análise de métodos e processos projetuais:	ATENDEU	MODIFIC.	RESULTADO
Métodos de identificação dos padrões de qualidade que atendam o cliente	SIM	N/A	ATENDEU A ESTÉTICA
Escolha de materiais apropriados (testes, selos de qualidade, origem, tratamentos específicos)	NÃO	SIM	HOUE A MUDANÇA DE MATERIAL (CERÂMICA).
Aplicação do conhecimento empírico (trazer para o projeto o conhecimento de quem faz a manutenção e opera os edifícios)	SIM	SIM	HOUE A INTERFERENCIA DO PESSOAL DE MANUTENÇÃO
Alteração de desenho em virtude da análise do protótipo	SIM	SIM	HOUE A NECESSIDADE DE MUDANÇA NO PROJETO
Alteração de custo em função de acréscimo de elementos. (Custo inicial, mas com redução de custo de manutenção futura e na análise do ciclo de vida de elemento).	SIM	SIM	HOUE AUMENTO DE CUSTOS INICIAIS
Análise do gerenciamento de implementação:			
Monitoramento da qualidade na implementação de projetos (auditoria da qualidade / relatórios de não conformidade, entre outros)	SIM	SIM	HOUE A NECESSIDADE DE ACRÉCIMO DE DETALHES
Monitoramento da aplicação das normas vigentes na produção e no canteiro de obras e utilização de mão de obra qualificada.	N/A	N/A	N/A
Participantes da Análise: <i>Arquiteto</i> <i>Gerente de Arquitetura e Obras</i> <i>Gerente de Operações</i> <i>Gerente de Manutenção</i>			
Comentários:			

Fonte: CARBONDALE Arquitetura (2015)

Na avaliação do protótipo através de uma ficha de avaliação, pode-se usar uma ficha padrão – que serve a protótipos diferentes – o objetivo é elencar pontos atendidos ou não de

forma simples e sistemática. O controle da qualidade pede a formalização dos resultados obtidos e sendo que, a ficha serve para elucidá-los mais detalhadamente, pois esta ainda possui um campo para comentários mais específicos (BELMIRO; ROCHA; COSTA; NOGUEIRA, 2013). Na medida em que o protótipo serve a propósitos específicos o campo de comentários pode ser estendido. Por exemplo: um protótipo de um piso cerâmico serviu a finalidade específica de testar tratamentos de proteção. Neste caso alguns ou a maioria dos itens da ficha padrão não terá utilidade, mas no campo de comentários foi detalhado o desempenho do protótipo e os procedimentos utilizados. A participação dos responsáveis pela manutenção e operação também deverá constar nesta ficha, além do completo entendimento do protótipo este registro servirá como um documento sobre as decisões que foram tomadas de forma consciente pelos participantes das equipes de trabalho.

A seguir a tabela abaixo demonstra o custo do protótipo, suas variações em cerâmica e madeira e o relativo custo de manutenção dos dois materiais ao longo do ciclo de vida da floreira:

Tabela 2 – Estudo do custo de manutenção ao longo do ciclo de vida – Acabamento em Madeira X Cerâmica. E Custo de Protótipo versus Custo de Manutenção

ESTUDO DO CUSTO MÉDIO DE MANUTENÇÃO DE UUM CONJUNTO DE FLOREIRAS CICLO DE VIDA - ACABAMENTO DE MADEIRA VERSUS CERÂMICA										
FLOREIRA	MATERIAL	CUSTO	FLOREIRA	ACABAMENTO				VIDA ÚTIL EM UTILIZAÇÃO		
		m2	2,5m2	RUIM	ACEITAV.	BOM	ÓTIMO	2 ANOS	5 ANOS	10 ANOS
	MADEIRA	R\$ 250,00	R\$ 625,00					X	X	
CERÂMICA	R\$ 300,00	R\$ 750,00			X					X

MANUTENÇÃO	MATERIAL	CUSTO	CUSTO TROCA (***)	CUSTO MANUTENÇÃO (*)	TOTAL 1	TOTAL 2
		POR ANO	10 ANOS	POR ANO		10 ANOS
	MADEIRA	R\$ 312,50	R\$ 3.125,00	R\$ 5.200,00	R\$ 9.262,50	R\$ 92.625,00
CERÂMICA	R\$ 75,00	R\$ 0,00	R\$ 4.160,00	R\$ 4.985,00	R\$ 49.850,00	

* Custo de manutenção - Foi adotado R\$ 40,00/ hora homem por 2 vezes por semana, sendo no caso da Madeira adicionado 1 hora homem a cada duas semanas
** Ciclo de vida - Foi adotado 10 anos considerando um possível redesign do ambiente e consequente troca da Floreira.
*** Custo de troca - Considerando o custo puro somente da substituição do material de acabamento de madeira.

CUSTO DO PROTÓTIPO		
PROTÓTIPO	PROJETO	R\$ 6.000,00
	EXECUÇÃO	R\$ 15.000,00
	TOTAL	R\$ 21.000,00

Nota: O Protótipo representa um elemento que futuramente será PADRONIZADO E REPETIDO inúmeras vezes. Seu custo, poderá ser justificado e diluído o tanto quanto for replicado. O estudo não demonstra quantas vezes este elemento será replicado, mas demonstra simplesmente que seu custo se justifica sobre o aspecto da manutenção ao longo do ciclo de vida..

Fonte: Adaptado de Latão Arte (2017)

A relação Custo de Protótipo versus Custos de Operações (Manutenção) demonstrados acima permite observar que a revisão do projeto, sem alterar premissas de *design*, irá gerar

uma considerável economia ao longo dos anos e após o seu completo ciclo de vida. O custo da prototipagem em si se demonstra ser irrelevante, considerando-se somente a economia futura durante a operação reduzindo custos de manutenção.

5 CONCLUSÃO

A elaboração desta pesquisa está focada sobretudo em elucidar a seguinte questão:

Como a prototipagem na fase de projeto pode contribuir para otimização da Operação de *Facilities*?

O resultado obtido é finalmente uma visão abrangente sobre a prototipagem aplicada a edifícios comerciais, analisando-se o ciclo de vida de elementos arquitetônicos desde o projeto até a fase de operação; e de forma objetiva demonstrou as contribuições da prototipagem como ferramenta efetiva na otimização das operações e redução de custos, na medida em que esta antevê problemas, antecipa soluções ou ainda modifica e melhora padrões destes elementos, prevendo seu uso diário comercial e onde estarão submetidos aos impactos de uso e manutenção. (OLIVEIRA, 2001. 163 p)

Ao longo do texto preconizado na bibliografia pesquisada, já se encontram inúmeras comprovações dos benefícios da prototipagem pura e simples, no entanto, sob a perspectiva da operação dos edifícios comerciais, o estudo elucidou que – quando inserida durante a fase de projeto e com a participação dos agentes de operações – a prototipagem vai além dos benefícios destinados em sua maioria aos usuários finais; deste modo, ela deixa de ser vista como uma ferramenta sofisticada que atente a um cliente, e passa a ser aplicada para atender também as demandas operacionais.

Por fim, através deste entendimento amplo do protótipo, a pesquisa conseguiu ainda fornecer subsídios aos próprios atores da construção que, via de regra, encaram o protótipo como uma ferramenta imediatista. Ampliando esse entendimento e antevendo a fase de operação do edifício, a pesquisa esclareceu que a prototipagem é uma ferramenta eficaz, sobretudo na ponta da linha, pois um elemento arquitetônico deverá completar um extenso ciclo de trabalho ao longo e durante a operação e manutenção de um edifício comercial.

Figura 5 – Floreira de acabamento cerâmico e proteção nas quinas instaladas nas áreas externas de um Shopping de São Paulo



Fonte: CARBONDALE Arquitetura (2015)

REFERÊNCIAS

- BELLAN, Melissa. **Práticas e ferramentas para coordenação de projetos de edifícios**. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009. P 152. *E-book* Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-25042013-174028/publico/dissertacaomelissa.pdf> . Acesso em: 20 ago. 2022.
- BELMIRO, Tania Regina; ROCHA Alexandre Varanda; COSTA, Frederico Steiner, NOGUEIRA, José Francisco. **Gerenciamento da qualidade em projetos**. São Paulo: FGV, 2013.
- BITTENCOURT, Leonardo. **Meu, seu ou dele?** O desejo no projeto de Arquitetura. In: A casa nossa de cada dia. Luiz Amorim e Lúcia Leitão. Recife: EDUFPE, 2002.
- CARBONDALE Arquitetura. Serviços de Arquitetura Ltda. 2015. <https://www.cbdarch.com/pt/>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- FABRÍCIO, Márcio Minto; ORNSTEIN, Sheila Walbe. **Qualidade no Projeto de Edifícios**. Ed. RIMA. São Paulo, 2010.
- IMAI, M. **Gemba Kaizen: a commonsense, low-cost approach to management**. New York: Ed. McGraw-Hill, 1997.
- LATÃO ARTE. Disponível em: <https://www.lataoarte.com.br/>. 2017. Acesso em: 20 ago. 2022.
- KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 298 p. Tese (Doctor of Philosophy) - VTT Technical Research Centre of Finland. Helsinki University of Technology, Espoo, 2000. *E-book* Disponível em: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/publications/2000/P408.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- MACHADO, R. L. **A sistematização de antecipações gerenciais no planejamento da produção de sistemas da construção civil**. 2003. 264 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. *E-Book* Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/84505/193280.pdf?sequencia=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- OLIVEIRA, J. H S. A. **Avaliação das mudanças ocorridas no desenvolvimento de produtos devidas à utilização de modelos produzidos por prototipagem rápida**. 2001. 163 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Projetos e Fabricação) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em Biblioteca Central - USP
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)**. 3. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2013.

SAFFARO, Fernanda Aranha. **Uso da prototipagem para gestão do processo de produção da construção civil**. 2007. 237 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. E-Book Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90049/246624.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SANTOLAYA, J.; BIEDERMANN A.; SERRANO A. **Development of product Design Applying Specifications and Factors Matrix**. World Journal of Engineering and Technology, 2016. E-book. Disponível em: https://www.scirp.org/pdf/WJET_2016042917502378.pdf. Acesso em: 20 ago. 2022.

AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus Pais que plantaram em mim a semente da retidão e me conduziram com amor para os caminhos acadêmicos e de vida;

Agradeço a minha esposa Jana, que compartilhou comigo todos os momentos deste caminho com muita paciência e carinho;

Agradeço ao meu filho Luca, que me motiva todos os dias a continuar a longa caminhada;

Por fim, agradeço aos professores que contribuíram para a realização deste trabalho com muita dedicação e conhecimento.

Sobre os autores:

ⁱ Rodrigo Bongiovani Lima Rocha



Arquiteto e Urbanista formado pelo Centro Universitário Belas Artes de São Paulo com especialização em Gerenciamento de Projetos pela Universidade McGill, (Montréal). Profissionalmente, atua há cerca de 20 anos em diversos projetos, incluindo residenciais, comerciais, restaurantes e hotéis. Desde 2013, trabalha como Sócio/Diretor de um escritório de arquitetura e é responsável pela administração e gestão de construção.

ⁱⁱ Ivo Lima de Souza



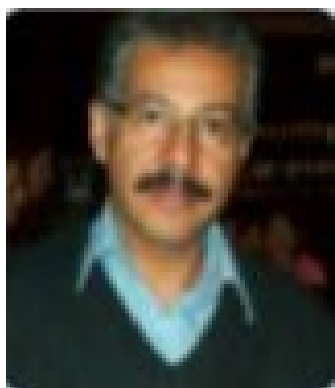
Pós-graduado em Gestão de Projetos (PMBOK) pela UNIP (Universidade Paulista) em 2013, Pós-graduado em Licenciatura Plena (Educação) pela UNESP (Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho em 1993, Tecnólogo Mecânico de Projetos pela FATEC (Faculdade de Tecnologia de São Paulo) em 1993. Atualmente é professor da Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta, lecionando as disciplinas de Gestão de Projetos nos cursos de Graduação e Pós-graduação. Tem experiência de mais de 30 anos na área de Projetos de Máquinas e Equipamentos Industriais.

iii **Fatima Gabriela Soeiro Mazzo Solha**



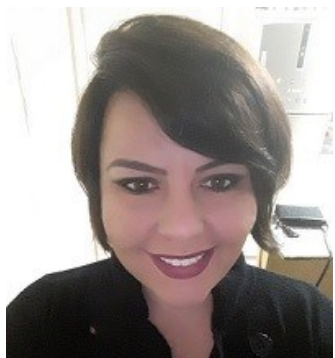
Administradora de Empresas, Pós-graduada em Administração de Empresas pela FGV (Fundação Getúlio Vargas), Pedagogia pelo Centro Paula Souza e MBA em Controladoria e Finanças. Experiência profissional na área de serviços, comércio, treinamento e docente há mais de 10 anos formando adultos e jovens em grandes instituições de ensino do país. Atualmente é professora da Escola SENAI Anchieta nos cursos das áreas de Recursos Humanos e Gestão de pessoas.

iv **Rudson de Lima Silva**



Mestre em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário da FEI (2012). Atualmente é professor universitário na Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta - Departamento Regional de São Paulo e engenheiro do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP. Defendeu sua dissertação sobre uso de ferramentas de Inteligência Artificial (Snake) em análise de imagens médicas (RM de Carótidas). Em seu currículo lattes os termos mais frequentes na contextualização da produção científica, tecnológica e artístico-cultural são: Inteligência artificial, manutenção hospitalar.

v **Danielle Miquilim**



Doutora em Engenharia de Produção pela UNIP (2019). Atualmente é professora universitária na Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta- Departamento Regional de São Paulo e da Faculdade de Tecnologia Termomecânica. Defendeu sua tese sobre a formação de engenheiros empreendedores inovadores diante do processo ensino aprendizagem e gestão universitária. Em seu currículo lattes os termos mais frequentes na contextualização da produção científica, tecnológica e artístico-cultural são: Administração da Produção, Operações e Logística.