ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Banheiro Modular como Inovação na Gestão de Projetos: estudo de caso em obra de hotel

Modular Bathroom as Innovation in Project Management: case study in hotel construction

Everton Gabriel Medeiros da Silva
Escola Politécnica de Pernambuco | Recife | Brasil | egms@poli.br
Micael Justino da Silva Júnior
Escola Politécnica de Pernambuco | Recife | Brasil | mjsj@poli.br
Felipe de Jesus Bezerra dos Santos
Escola Politécnica de Pernambuco | Recife | Brasil | fjbs@poli.br
Raphael Brito Moura Lins
Escola Politécnica de Pernambuco | Recife | Brasil | rbml@poli.br
Alberto Casado Lordsleem Júnior
Escola Politécnica de Pernambuco | Recife | Brasil | acasado@poli.br
Silvio Burrattino Melhado
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | silvio.melhado@usp.br

Resumo

A construção modular pré-fabricada é uma solução tecnológica com crescente interesse em função dos potenciais ganhos de produtividade, flexibilidade de composição, redução de desperdícios, maior previsibilidade de custos e menor geração de resíduos. O presente trabalho trata da utilização de banheiros modulares como uma inovação na gestão de projetos em obra hoteleira situada em Recife-PE. Buscou-se identificar as principais vantagens e desvantagens da aplicação dos módulos, comparando seus resultados com a construção convencional. A metodologia contemplou o estudo de caso de uma edificação hoteleira em desenvolvimento localizada na cidade de Recife-PE, a qual realizou-se levantamento de projetos, cronogramas e material constituintes dos módulos. Como resultados desta pesquisa, observa-se a redução de processos da construção, favorecendo ganhos qualitativos na gestão do empreendimento. Este trabalho contribui para a compreensão prática e teórica da construção modular, através de uma análise qualitativa entre os resultados alcançados e a construção convencional.

Palavras-chave: Gestão de projetos. Inovação. Construção Modular.

Abstract

Prefabricated modular construction is a technological solution with growing interest due to potential productivity gains, composition flexibility, waste reduction, greater cost predictability and less waste generation. This study explores the use of modular bathrooms as an innovative approach in project management in a hotel project located in Recife-PE. The research aims to identify the main advantages and disadvantages of applying the modules, comparing their results with conventional construction. A case study was conducted on a hotel building under

Como citar:
SILVA, E.; SILVA JÚNIOR, M.; LINS, R.; SANTOS, F.; MELHADO, S.; LORDSLEEM JÚNIOR, A. Banheiro Modular como Inovação na Gestão de Projetos: estudo de caso em obra de hotel. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

construction located in the city of Recife-PE, in which a survey of projects, schedules and material comprising the modules was carried out. As a result of this research, a reduction in construction processes was observed, favoring qualitative gains in the management of the project. This work contributes to the practical and theoretical understanding of modular construction, through a qualitative analysis between the results achieved and conventional construction.

Keywords: Project management. Innovation. Modular Construction.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil encontra-se diante de um dilema cada vez mais urgente: adaptar-se às necessidades de preservação ambiental e tornar-se sustentável. [1] e [2] definem a construção sustentável como um tipo de desenvolvimento que atende às necessidades atuais, sem comprometer as necessidades das futuras gerações.

Aliado a isso, [3] e [4] citam outros problemas que há anos persistem nesse setor como escassez de mão-de-obra qualificada e atrasos, impulsionando o setor da construção a otimizar seus processos sem que haja perda dos requisitos de qualidade.

Nesse contexto, é essencial explorar as estratégias de gestão e inovação para lidar com os desafios e oportunidades decorrentes desse crescimento populacional e econômico. De acordo com [5], a construção modular oferece vantagens em relação à construção tradicional como a fabricação mais rápida e segura, melhor controle da qualidade e redução de até 90% dos resíduos gerados. No Brasil, a construção modular é regulamentada pela norma técnica ABNT NBR 15.873:2010 - Coordenação modular para edificações [6].

Segundo [7], a coordenação modular permite relacionar as medidas de projeto com as medidas de produção da indústria criando critérios para a definição de dimensões e explicitação da conectividade entre os componentes. A ordenação e a racionalização se efetivam por meio de uma medida de referência denominada módulo, o qual será respeitado em todos os espaços e componentes do projeto [8]; [9].

Desta forma, é essencial o estudo e aprimoramento das técnicas de construção modular para atender as demandas da sociedade, objetivando-se estudar a aplicação da técnica da construção modular, por meio de estudo de caso, abrangendo a instalação de banheiros modulares em um hotel em construção na cidade de Recife, Pernambuco. O trabalho busca avaliar os impactos e as limitações da utilização do método através da análise qualitativa entre os procedimentos que emanam da construção modular, identificando as principais vantagens e desvantagens do novo método empregado.

MÉTODO

A metodologia empregada neste estudo abrangeu o estudo de caso da construção de um hotel localizado na cidade de Recife, onde analisou-se o impacto da adoção da tecnologia modular na construção e instalação de banheiros, no período de janeiro a julho de 2023. Para tanto, inicialmente foram realizadas visitas *in loco* para

acompanhamento das etapas da execução com intuito de verificar tanto as dificuldades quanto as facilidades advindas da utilização do método empregado.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi necessário o levantamento, junto à construtora responsável, dos seguintes dados relativos à obra e aos módulos que foram instalados:

- Projetos;
- Cronogramas;
- Detalhamento dos materiais para confecção dos módulos;
- Informações sobre transporte dos módulos;
- Histograma de mão de obra e levantamentos utilizados na redução das etapas de montagem;
- Imagens e vídeos.

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento em construção está localizado em região histórica da cidade de Recife, contando com uma área superior a 3.500 m², onde serão empregados 300 banheiros modulares, medindo 1,80m x 2,70m com pé direito de 2,40m, pesando 1.400 kg cada.

A Figura 1 mostra a localização do empreendimento, situado em região portuária, área de tráfego denso na maior parte do dia, responsável por ligar regiões de intensa atividade econômica e transição de ramais portuário e rodoviário.

Figura 1: Localização do empreendimento a ser construído na cidade do Recife

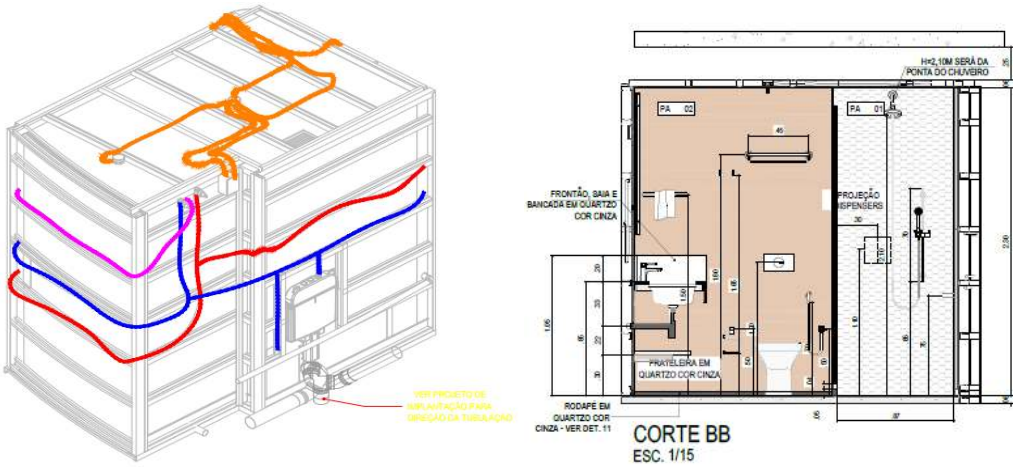


Fonte: os autores.

CONFECCÇÃO, TRANSPORTE E INSTAÇÃO DOS MÓDULOS

Para viabilizar a confecção dos módulos, realizou-se parceria com a empresa CMC Modular, experiente na fabricação dos módulos com diversas obras do tipo realizadas anteriormente, onde apresentou-se os projetos para produção e entregou-se, posteriormente, os materiais constituintes do banheiro modular, desde louças e metais à equipamentos e materiais de instalações elétricas e hidráulicas (Figura 2).

Figura 2: Vista isométrica e corte para visualização do módulo e suas instalações



Fonte: os autores.

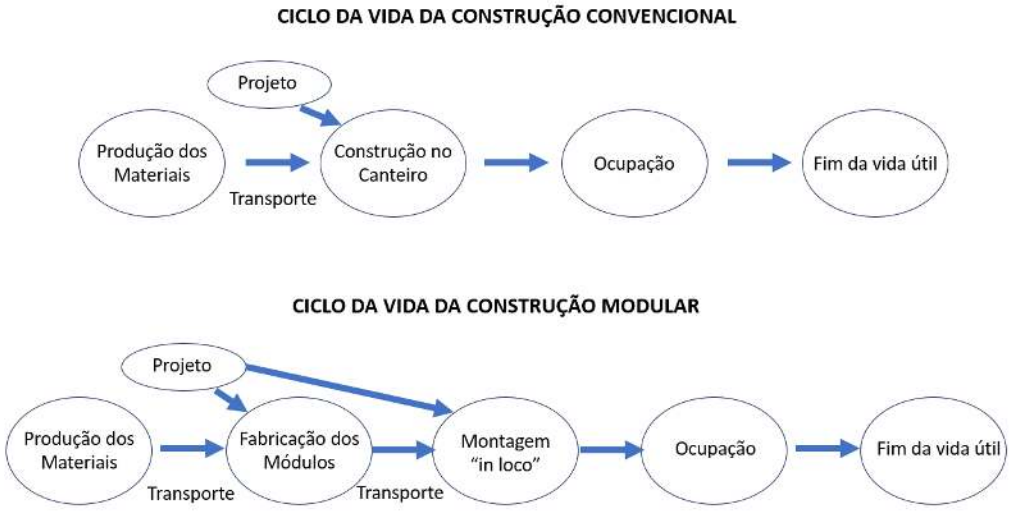
Os módulos são estruturados em *light stell frame*, promovendo redução no peso, desmontagem para transporte e facilidade de movimentação na edificação, com revestimento composto por placas de gesso acartonado, instalações hidráulicas em tubulações de PVC e CPVC, além das instalações elétricas convencionais, com eletrodutos, eletrocondutores e equipamentos de proteção elétrica.

Após a confecção, os módulos eram transportados em caminhões até o local de destino, Recife, onde posteriormente seriam instalados com o auxílio de profissionais, equipamentos e ferramentas da construtora, sob responsabilidade da empresa produtora dos banheiros modulares.

VANTAGENS, DESVANTAGENS E PRINCIPAIS DIFICULDADES

Para obter-se os parâmetros comparativos entre os métodos construtivos convencional e modular avaliou-se o ciclo de vida de ambos. [10] apresentam um comparativo entre o ciclo de vida da construção convencional e a construção modular (Figura 3), no qual observa-se a substituição das etapas de execução de obra e de acabamento, por uma única etapa de montagem.

Figura 3: Comparação entre Método Construtivo Convencional e Modular Pré-Fabricada



Fonte: Adaptado de [10].

[11] versa que a construção modular apresenta vantagens e desvantagens conforme descritas no Quadro 01.

Quadro 1: Vantagens e desvantagens referentes à construção modular

Vantagens	Desvantagens
Economia de custos e mão-de-obra e redução do tempo de obra;	Dificuldade de alterações de projeto durante a execução da obra;
Diminuição da produção de resíduos, além de minimizar o impacto causado à comunidade local.	Dificuldade de transporte, particularmente para módulos maiores.
Possibilidade de reaproveitamento de módulos.	Não indicado para utilização em edificações mais altas e principalmente em áreas de forte atividade sísmica;

Fonte: os autores.

Como critério para análise e determinação das vantagens e desvantagens associadas à tecnologia modular observou-se:

- Trabalho realizado em campo;
- Projetos e cronograma de planejamento;
- Compras e pessoal envolvido no processo de aquisição dos módulos;
- Transporte e instalação dos módulos.

Dessa forma, é possível observar os pontos positivos do emprego da tecnologia construtiva, contribuições para a sociedade e para a construção civil, bem como as desvantagens advindas de processos ainda em desenvolvimento pela empresa, permitindo identificar as principais dificuldades do emprego dos banheiros modulares como inovação na construção civil.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho observou a eficiência da tecnologia dos banheiros modulares empregados à construção tradicional. O planejamento contou com a escolha e decisão pela adoção dos módulos, em seguida realizou-se o contrato com a empresa para confecção dos banheiros e definiu-se a mobilização e instalação. Devido à necessidade do encurtamento de prazos exigido pelo empreendimento, a solução pré-fabricada foi adotada, repercutindo em um período de 07 dias entre a assinatura do contrato e a aprovação dos projetos.

Os módulos foram fabricados no interior do estado de São Paulo, a mais de 2.500 km do seu destino, sendo transportados em caminhões com capacidade máxima para 6 unidades dos módulos pré-montados. Verifica-se neste quesito que por se tratar de um sistema tridimensional, o transporte não possui a mesma eficiência do bidimensional, pois o 2D possibilita o melhor aproveitamento do volume e carga máxima de transporte dos caminhões, diminuindo a quantidade de viagens necessárias e consequentemente os custos e prazos de entrega.

O tempo necessário para transportar os lotes com 6 módulos cada foi de 05 dias a partir da conclusão de sua confecção, iniciada no fim do mês de fevereiro (Tabela 1), e sua mobilização para entrega na obra iniciou-se 15 dias após, com o primeiro lote de 6 módulos entregue na obra em 5 dias e o último lote entregue na primeira quinzena de julho de 2023 (Tabelas 2 e 3), perfazendo, aproximadamente, 4 meses e 10 dias entre confecção, mobilização e entrega dos módulos na obra.

Tabela 1: Período de confecção dos módulos.

Confecção dos módulos																																
Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	∑
Jan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Fev	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2
Mar	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	-	-	2	2	2	2	2	-	-	3	3	3	4	4	40
Abr	-	-	4	4	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	-	-	-	80
Mai	4	4	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	-	-	4	4	4	92
Jun	4	4	-	-	4	4	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	-	-	4	4	4	4	2	-	86
Jul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
																													TOTAL			300

Fonte: os autores.

Objetivando-se impedir impactos negativos para o tráfego local, realizou-se a programação e controle prévios da atividade de recebimento dos módulos, evitando transtornos na região. De acordo com [10], cerca de 85% a 90% do trabalho que exige uma construção modular é feito fora do local da obra, diminuindo dessa forma o volume e a duração das operações que poderiam afetar o entorno.

Para transportar os módulos, empregou-se planejamento prévio dos fatores influenciantes, como: tempo de traslado, custo, intensidade do tráfego local da obra e condições climáticas para atendimento ao prazo estabelecido previamente. Em seguida, observou-se in loco, pela empresa construtora, o período de menor intensidade do tráfego local para determinar o melhor horário para recebimento dos módulos. Ressalta-se o amplo espaço do canteiro de obras do empreendimento, possibilitando que os caminhões se movimentem na obra, contribuindo para a eficiência da operação.

Tabela 2: Período de mobilização dos módulos.

Mobilização dos módulos																																
Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	∑
Jan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Fev		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Mar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6	-	-	18
Abr	-	-	-	-	6	-	6	-	-	6	-	6	-	6	-	-	6	-	6	-	6	-	-	6	-	6	-	6	-	-	-	66
Mai	6		6		6			6		6		6			6		6		6			6		6		6			6		6	84
Jun	-	6	-	-	6	-	6	6	6	-	-	6	-	6	6	6	-	-	6	-	6	6	6	-	-	6	-	6	6	6	-	102
Jul	-	-	6	6		6	6	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
																														TOTAL		300

Fonte: os autores.

Tabela 3: Recebimento dos módulos na obra.

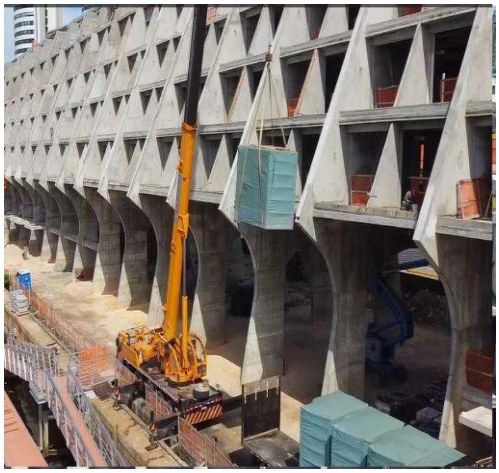
Recebimento dos módulos na obra																																
Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	∑
Jan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Fev		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Mar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	6	-	-	6	-	18
Abr	-	-	-	-	-	6	-	6	-	-	6	-	6	-	6	-	-	6	-	6	-	6	-	-	6	-	6	-	6	-	-		66
Mai	-	6	-	6	-	6	-	-	6	-	6	-	6	-	-	6	-	6	-	6	-	-	6	-	6	-	6	-	-	6	-		84
Jun	6	-	6	-	-	6	-	6	6	6	-	-	6	-	6	6	6	-	-	6	-	6	6	6	-	-	6	-	6	6	-		102
Jul	6	-	-	6	6	-	6	-	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		30
																														TOTAL		300

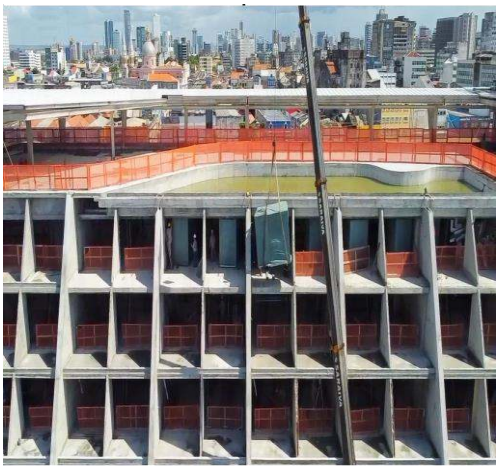
Fonte: os autores.

Observa-se a padronização no quantitativo durante as etapas de confecção, mobilização e recebimento em obra, indicando o correto funcionamento do planejamento e execução, conferindo-se maior eficiência e eficácia, permitindo atendimento aos prazos para iniciar a instalação dos banheiros modulares.

A fabricante dos módulos responsabilizou-se pela instalação no local, a qual utilizou-se do guindaste da construtora para levar os banheiros até o pavimento fim e dois trabalhadores que auxiliavam no posicionamento do banheiro modular sobre a estrutura de recebimento, permitindo, em seguida, o transporte por meio de carrinhos porta-paletes para o compartimento onde seria instalado (Figura 4). Durante essa etapa, observou-se que para realizar a disposição dos banheiros fazia-se necessário o adiamento do início da montagem de algumas peças estruturais para que houvesse espaço suficiente para movimentação dos banheiros dentro da edificação devido à presença de vigas na trajetória interna, necessitando-se a realização de adequações no local. Através disso, expôs-se a necessidade de maior prazo para realizar a organização, gestão e planejamento da implantação dos banheiros modulares, e não deve ser confundido com o planejamento para a confecção e transporte dos módulos.

Figura 4: Posicionamento dos módulos nos pavimentos





Fonte: os autores.

Importante ressaltar que, apesar da alteração do cronograma, não se observou aumento de prazo no caminho crítico, devido à eliminação de processos promovida pelo emprego da tecnologia dos banheiros modulares, a qual otimizou os processos de forma global. Destaca-se ainda a eliminação da possibilidade de realização de reforço estrutural ou modificação no projeto devido à sobrecarga ocasionada pelos banheiros modulares, observando-se que a estrutura projetada para a edificação não previa, inicialmente, tais cargas, no entanto, realizou-se estudos e análises através do projetista estrutural responsável, onde certificou-se que a estrutura suportaria a carga extra aplicada pelos módulos.

Em seguida, realizou-se a junção das instalações elétricas e hidráulicas, promovendo-se a conexão entre as tubulações e componentes elétricos dos módulos com as previamente instaladas na edificação. Para essa atividade demandou-se um período aproximado de 4 meses (Tabela 4).

Tabela 4: Período de instalação dos módulos.

Instalação dos módulos																																	
Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	∑
Jan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Fev	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Mar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	4
Abr	-	-	2	2	2	2	2	2		3	3	3	3	3	2	-	3	3	3	3	3	2	-	3	3	3	3	3	2	-	-	63
Mai	3	3	3	3	3	2		3	3	3	3	3	2		3	3	3	3	3	2	-	3	3	3	3	3	2		3	3	3	77
Jun	3	3	2		3	3	3	3	3	2		3	4	4	4	4	2		4	4	4	4	4	2		4	4	4	4	4	-	88
Jul	4		4	4	4	4	4	2		4	4	4	4	4	2		4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68
																													TOTAL			300

Fonte: os autores.

Apesar da dificuldade enfrentada na locomoção de alguns módulos, o período de instalação continuou dentro do previsto devido à capacidade de aceleração da atividade a partir do mês de maio, permitindo alcançar a finalização dos banheiros modulares em julho, conforme planejado.

Analisando-se a confecção tradicional de banheiros para a hotelaria, tem-se o emprego de diversos processos e pessoal envolvidos, elementos que podem ser melhorados com a implantação da tecnologia dos banheiros modulares. O Quadro 2 apresenta as principais etapas e mão-de-obra utilizadas pela forma tradicional e com a utilização dos módulos.

Quadro 2: Processos e pessoal envolvidos na construção de banheiros tradicional e modular.

ITEM	TRADICIONAL		MODULAR	
	Atividade	**Responsável**	**Atividade**	**Responsável**
Processos	Projeto	Construtora	Confecção e aprovação do projeto	Construtora
	Alvenaria	Construtora	Compra dos insumos (louças, metais, luminárias, tomadas, interruptores, eletrodutos e tubulações)	Construtora
	Reboco	Construtora	Entrega dos insumos	Construtora
	Contrapiso	Construtora	Confecção dos módulos	Empresa
	Instalações Hidráulicas	Construtora	Transporte	Empresa
	Instalações Elétricas	Construtora	Içamento	Empresa
	Impermeabilização	Construtora	Instalação de ponto de água *in loco*	Construtora
	Assentamento de Piso Cerâmico/Porcelanato	Construtora	Instalação de tubulação de esgoto *in loco*	Construtora
	Assentamento de Revestimento Cerâmico/Porcelanato	Construtora	Instalação de ponto de eletricidade *in loco*	Construtora
	Rejuntamento	Construtora	Locação	Empresa
	Forro de gesso	Construtora	Instalação	Empresa
	Exaustão	Construtora		
	Acabamento (louças, metais, luminárias, tomadas e interruptores)	Construtora		
Mão-de-obra da construtora	Pedreiro	Construtora	Pedreiro	Construtora
	Auxiliar de pedreiro	Construtora	Auxiliar de pedreiro	Construtora
	Encanador	Construtora	Encanador	Construtora
	Auxiliar de encanador	Construtora	Auxiliar de encanador	Construtora
	Eletricista	Construtora	Eletricista	Construtora
	Auxiliar de eletricista	Construtora	Auxiliar de eletricista	Construtora

Fonte: os autores.

Observa-se que a construção tradicional apresenta 13 processos a serem realizados pela construtora, enquanto a construção modular há apenas 6 processos, menos da metade dos processos da construção tradicional de banheiros, e 5 processos a serem

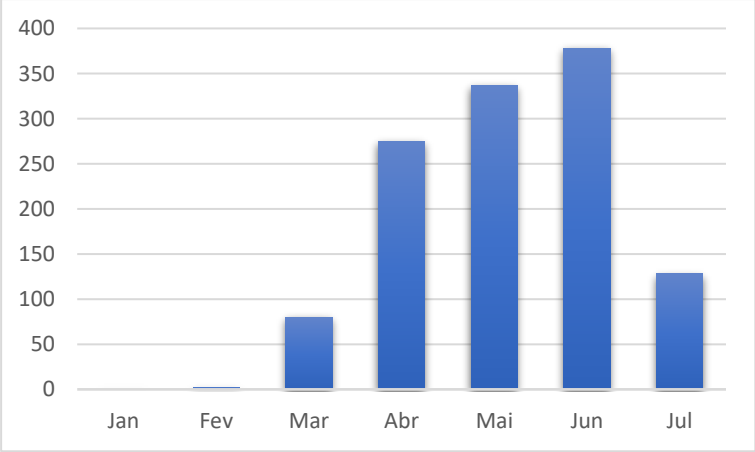
realizados pela empresa contratada para a confecção, transporte e instalação dos banheiros modulares. Desta forma, nota-se considerável redução no quantitativo de processos a serem realizados pela construtora.

Quanto à mão-de-obra, observa-se a utilização dos mesmos profissionais a serem empregados pela construtora, porém o tempo de execução das atividades a serem realizadas no banheiro modular será reduzido, pois não é necessária a realização integral das instalações, apenas a instalação dos pontos de distribuição de água, eletricidade e destinação de esgoto. Todas as demais instalações, tubulações, conexões, eletrocondutor, eletrodutos, louças, metais e acabamentos são entregues instalados no módulo, além da eliminação do processo de impermeabilização, devido ao módulo ser fabricado com propriedade estanque.

Destarte, a contribuição do emprego da tecnologia dos banheiros modulares para a inovação no âmbito da gestão de projetos demonstra-se relevante por conferir resultados positivos para a redução de processos, melhor disposição da mão-de-obra, redução do tempo de obra e custos, além de possibilitar melhor controle das ações em execução e a serem executadas. No entanto, reforça-se a importância da realização do planejamento prévio e com antecedência, visando dirimir quaisquer eventualidades no percurso da obra, atribuindo fluxo contínuo às atividades.

Destaca-se ainda que, apesar de as atividades iniciarem no mês de janeiro, com a primeira entrega dos materiais à empresa de confecção dos banheiros modulares, identifica-se que o período de maior ênfase nas atividades foi de 3 meses, de abril a junho, quando ocorre, paralelamente, a execução de todas as atividades, conforme demonstrado pela Figura 5.

Figura 5 – Quantitativo de atividades realizadas por mês.



Fonte: os autores.

Diante do exposto, depreende-se que o emprego do banheiro modular como inovação para a gestão da construção civil mostra-se importante por conferir avanços no processo de gestão, possibilitando evolução tecnológica para as técnicas ainda rudimentares aplicadas nas obras, além de favorecer o desenvolvimento do setor aliando-se às tecnologias emergentes atuais para gerarem impactos positivos à essa esfera da sociedade.

CONCLUSÃO

O presente trabalho explorou as potencialidades da construção modular como inovação na gestão de projetos, destacando seu papel na obra de um hotel em Recife-PE. Ao comparar as vantagens e desvantagens desta metodologia, é possível identificar que os módulos pré-fabricados apresentam uma resposta eficiente aos desafios enfrentados pela indústria da construção civil.

As estimativas de redução de tempo e custos encontradas tanto na revisão bibliográfica quanto nos resultados do presente estudo de caso, sustentam que essa abordagem transforma significativamente a dinâmica do setor da construção civil e se destaca pela capacidade de promover a industrialização no setor através de uma fabricação mais rápida, controle de qualidade aprimorado e uma redução nos resíduos na obra.

A importância dessa redução de resíduos se deve à questão ambiental, no entanto, outro fator que necessita atenção é o transporte dos módulos, por dar-se através de veículos que utilizam combustíveis fósseis; este ponto carece de melhorias para contribuir com a sustentabilidade ambiental, por promoverem a emissão de grandes quantidades de dióxido de carbono (CO2), prejudicial ao ambiente. Apesar da redução dos resíduos a emissão do CO2 ocasionada pelos caminhões suplanta e transfere a responsabilidade, mas não soluciona a questão.

Contudo, a construção modular também apresenta desafios, incluindo a dificuldade de alterações no projeto durante a execução da obra e limitações específicas, como o transporte de módulos maiores e o custo do frete para regiões mais afastadas das unidades fabris. É possível perceber que estes aspectos apontam para a importância de um projeto, planejamento e gestão eficientes para utilização dessa solução, demonstrando a necessidade de melhoria contínua e adaptação às características locais.

REFERÊNCIAS

[1] BUTLIN, J. Our common future. By World commission on environment and development. **Journal of International Development**, v.1, p. 284–287, 1989.

[2] JORGE, L.; RAVACHE, R. Construção modular pré-fabricada, o futuro da arquitetura no Brasil. **Connection Line-Revista Eletrônica do Univag**, n. 24, 2021.

[3] DUNCHEVA, T.; BRADLEY, F. F. Multifaceted productivity comparison of off-site timber manufacturing strategies in Mainland Europe and the United Kingdom**. Journal of construction engineering and management**, v. 145, p. 04019043, 2019. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001641

[4] BARBOSA, F.; WOETZEL, J.; MISCHKE, J. Reinventing construction: A route of higher productivity. **McKinsey Global Institute**, 2017.

[5] THAI, H. T.; NGO, T.; UY, B. A review on modular construction for high-rise buildings. **Structures**, v. 28, p. 1265-1290, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.09.070

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873**: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.

[7] BARBOZA, A.; SILVA, M.; SILVA, L.; ARAÚJO JÚNIOR, J. A técnica da coordenação modular como ferramenta diretiva de projeto. **Ambiente construído**, V. 11 (2), p. 97-109, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1678-86212011000200007

[8] BARBOZA, A. et al. Coordenação Modular e Conectividade Aplicada à Alvenaria de Blocos em Alternativas Tipológicas de Habitação de Interesse Social no Nordeste do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2008, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: Antac, 2008. 1 CD ROM.

[9] GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F**. Introdução à Coordenação Modular da Construção no Brasil: uma abordagem atualizada**. Porto Alegre: ANTAC, 2007.

[10] KAMALI, M.; HEWAGE, K.; SADIQ, R. Conventional versus modular construction methods: A comparative cradle-to-gate LCA for residential buildings. **Energy and Buildings**, v. 204, p. 109479, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109479

[11] CHEN, C. Advantages and barriers of modular construction method in constructing buildings. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Smart Infrastructure and Construction**, v. 176, p. 75-84, 2023. DOI: https://doi.org/10.1680/jsmic.22.00017