

# ESTUDO COMPARATIVO DO CUSTO DE EXECUÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE FACHADAS EM UMA OBRA PILOTO

## COMPARATIVE STUDY OF THE COSTS OF DIFFERENT TYPES OF FACADES IN A PILOT PROJECT

Amanda Oliveira de Andrade<sup>1</sup>, Marcia Regina de Freitas<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Mestranda, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, [amandadandrade2@gmail.com](mailto:amandadandrade2@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutora, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG-UNESP, Guaratinguetá, SP, Brasil, [marcia.freitas@unesp.br](mailto:marcia.freitas@unesp.br)

\* Autor de correspondência

### Resumo

A fachada de um edifício tem como função básica a vedação, além de apresentar estética adequada e agradável para o empreendimento. No entanto, o processo de revestimento convencional utilizado, geralmente constituído de argamassa de fachada e pintura texturizada, demanda grande tempo de execução no cronograma geral de uma obra, além da geração de resíduos. Este artigo avalia comparativamente o custo e a eficiência entre fachadas convencionais (FC) e fachadas de painéis pré-fabricados de concreto arquitetônico (FPPAC) em uma construção residencial de 31 andares em São Paulo. A análise abrangeu três orçamentos fornecidos pela empresa responsável pelo empreendimento, divididos em 30 centros de custo, comparando orçamento inicial de cada método (FC e FPPAC) com o orçamento final do método executado (FPPAC). Os resultados mostram que a implementação do FPPAC gerou um acréscimo de 1,13% no custo total, compensado pela redução de três meses no cronograma. O uso do FPPAC proporcionou economia em consumo de água e energia, redução de resíduos e menor utilização de alvenaria. Apesar do aumento em itens como proteção coletiva e acabamentos externos, os benefícios do FPPAC incluem menor impacto ambiental e maior eficiência, recomendando-o como uma solução viável para construções que priorizam sustentabilidade e otimização de prazos.

Palavras-chave: Fachada pré-fabricada. Economia de custos. Sustentabilidade. Redução de cronograma. Impacto ambiental.

### Abstract

*The primary function of a building's facade is to provide insulation, along with offering an aesthetically pleasing appearance for the development. However, the conventional cladding process, typically made of facade mortar and textured paint, requires significant execution time within the overall project schedule and generates waste. This article provides a comparative evaluation of the cost and efficiency of conventional facades (FC) and precast architectural concrete panel facades (FPPAC) in a 31-story residential building in São Paulo. The analysis included three budgets provided by the company responsible for the project, divided across 30 cost centers, comparing the initial budget for each method (FC and FPPAC) with the final budget for the executed method (FPPAC). The results indicate that implementing FPPAC resulted in a 1.13% increase in total cost, offset by a three-month reduction in the schedule. The use of FPPAC led to savings in water and energy consumption, waste reduction, and reduced masonry requirements. Despite increased costs in items such as collective protection and external finishes, the benefits of FPPAC include lower environmental impact and greater efficiency, recommending it as a viable solution for construction projects that prioritize sustainability and schedule optimization.*

Keywords: Precast facade. Cost savings. Sustainability. Schedule reduction. Environmental impact.

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil (CC) é vista como um indicador em relação ao desenvolvimento econômico do país, estando diretamente relacionada ao desenvolvimento e a produção nacional. De fato, a participação do setor representou 5,3% da economia nacional de 2000 a 2019, com uma influência significativa na geração de empregos, criação de políticas habitacionais e obras de infraestrutura (NUNES *et al.*, 2020).

A CC é responsável pela contratação de grande parte da mão de obra do país, sendo apontado como o setor que mais gerou empregos formais em duas micro regiões do nordeste brasileiro (ANTUNES, 2021; OLIVEIRA; SOUZA, 2024). No entanto, a indústria da construção civil ainda é vista como ultrapassada quando comparada a outros segmentos, devido ao baixo uso de tecnologia e aos métodos rudimentares encontrados nas obras brasileiras. Em contrapartida, vê-se que as empresas desse setor vêm buscando e investindo em inovações, visando aumentar a produtividade e qualidade nos canteiros (SIMÃO *et al.*, 2019).

A complexidade desse tipo de indústria se deve ao fato de que nesse setor os produtos finais não são *commodities* que podem ser produzidos em larga escala e de forma padronizada. Trata-se de um produto cujo cronograma pode ser alterado de acordo com as condições do meio, sejam elas climáticas ou particularidades do próprio empreendimento. Ademais, sua viabilização depende da execução de uma estrutura – canteiro de obras – para concepção do produto final. Com isso, tem-se uma produção na qual, ao fim, o meio físico utilizado para execução é desmobilizado, ficando somente o produto executado.

Contudo verifica-se que a CC vem passando por um processo de modernização, conhecido como Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0. Essa nova forma de pensar, que tem como alicerce o aumento de produtividade e da qualidade dos métodos empregados, afeta diretamente a CC que tem passado por mudanças para se adequar a esse novo cenário (SIMÃO *et al.*, 2019).

Essa busca por métodos construtivos mais eficientes, econômicos e sustentáveis na CC é impulsionada pela necessidade de otimizar custos e reduzir impactos ambientais. Entre as tecnologias que têm ganhado destaque, os sistemas de fachada com painéis pré-fabricados de concreto (PPAC) surgem como uma alternativa promissora aos métodos tradicionais, como o sistema de fachada convencional composto por argamassa de fachada e tinta texturizada. Esse método de construção pré-fabricada não apenas apresenta potencial para reduzir a geração de resíduos e o consumo de recursos, mas também possibilita maior controle de qualidade no canteiro de obras (PIRES; CARVALHO, 2021).

Os PPAC consistem em elementos estruturais que são moldados em fábrica e transportados para o canteiro de obras, onde são montados diretamente na estrutura do edifício. Esse processo industrializado permite a produção de elementos com alto controle de qualidade, precisão dimensional e maior durabilidade, o que reduz, significativamente, os riscos de falhas e retrabalho durante a construção (OLIVEIRA, 2022).

O uso do PPAC também possibilita maior agilidade na execução de fachadas, uma vez que os elementos são produzidos paralelamente às demais atividades de obra, diminuindo o tempo total de construção. Além disso, os painéis pré-fabricados oferecem vantagens estéticas e funcionais, como a possibilidade de incorporação de acabamentos diretamente na peça, eliminando etapas de revestimento posteriores e reduzindo a necessidade de mão de obra no canteiro. Do ponto de vista de sustentabilidade, o PPAC contribui para a redução de resíduos sólidos, uma vez que minimiza o uso de formas e andaimes, e diminui a geração de entulho decorrente de cortes e ajustes de alvenaria (PIRES; CARVALHO, 2021).

Neste estudo, foram comparados os custos de dois métodos de execução de fachada – o sistema convencional (FC) e o sistemas de fachada com painéis pré-fabricados de concreto (FPPAC) – em um empreendimento de construção civil que foi construído usando PPAC. A comparação possibilitou analisar aumentos e reduções nos centros de custo com a escolha pelo PPAC contra o sistema convencional de fachada. Desse modo, esse estudo busca contribuir para o entendimento dos impactos financeiros e operacionais da adoção do PPAC, considerando aspectos como a eficiência de recursos, o cronograma da obra e a redução de desperdícios.

## 2. METODOLOGIA

O empreendimento analisado está localizado na cidade de São Paulo, com 31 andares, contendo 120 apartamentos de 2 dormitórios, variando de 60 m<sup>2</sup> a 71 m<sup>2</sup>, além de quatro unidades duplex. A construção ocupa um terreno de aproximadamente 2.000 m<sup>2</sup>, com área construída de 14.000 m<sup>2</sup> (Figura 1).



Fonte: Autores.

**Figura 1** - Empreendimento analisado no estudo apresentado

A empresa responsável realizou três estimativas de orçamento durante a concepção do empreendimento, denominadas O1, O2 e O3. O orçamento O1 é feito antes do início da obra pela equipe de orçamento; O2, elaborado com base no O1, é realizado pela equipe de gerenciamento de obra e, posteriormente, validado pela equipe de orçamento; por fim, o orçamento O3 é feito após a conclusão da obra, avaliando os acréscimos e decréscimos nos centros de custo estimados (CDC) no O1 e O2.

Neste estudo, foram analisados dois orçamentos O1 realizados pela equipe de orçamento, visando avaliar a viabilidade em se adotar painéis pré-fabricados de concreto para a fachada ao invés do sistema convencional. Assim, foi realizado um orçamento usando o método FC (O1-FC) e outro o método FPPAC (O1-FPPAC) (Tabela 1). Após esta análise de onde ocorreriam acréscimos ou decréscimos, comparativamente entre os dois orçamentos (O1-FC e O1-FPPAC), a decisão foi pelos painéis pré-moldados (PPAC).

Em seguida, comparou-se o orçamento final do empreendimento, como construído (O3-FPPAC), com o O1-FC (Tabela 2).

As principais variações de custos foram examinadas com base no O1 para cada método de execução (O1-FC e O1-FPPAC), apresentados em porcentagem devido à confidencialidade dos dados (Tabela 1). Foram comparados os CDC impactados pela adoção do método FPPAC em relação ao FC. Na segunda análise (Tabela 2), destacou-se os acréscimos e decréscimos que o O3-FPPAC apresentou em comparação ao O1-FC, especificando os subitens afetados dentro de cada CDC.

Por fim, comparou-se o custo final da obra executada pelo método FPPAC com o custo da obra executada pelo método FC, permitindo estabelecer uma razão entre os custos de diferentes processos executivos. Além disso, ressalta-se que no O3 foram incorporadas informações de planejamento, considerando que a alteração no prazo de conclusão impactou diretamente os valores registrados.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Análise dos orçamentos iniciais**

Foram realizados dois orçamentos iniciais (O1) com o objetivo de comparar o custo total da obra e avaliar as diferenças resultantes da adoção de diferentes métodos de execução de fachada: o FC e o FPPAC. Para essa análise, a empresa distribuiu os custos entre 30 Centros de Custo (CDC), que abrangem todos os gastos previstos ao longo da obra (Tabela 1).

A análise inicial indica que no CDC 5 houve uma previsão de redução de custos ao adotar o método FPPAC. Esse decréscimo é atribuído à eliminação de equipamentos específicos utilizados na execução pelo método FC, como andaimes suspensos e compressores de argamassa. Para a execução pelo método FPPAC, são utilizados guindastes para içar as peças, proporcionando também o nivelamento adequado e a segurança dos funcionários; contudo, estimou-se que esses custos não superariam aqueles associados ao método FC.

Ainda comparando o FPPAC versus FC, observou-se um aumento no CDC 13 justificada pela adoção de placas de gesso para ocultar as ligações das placas pré-moldadas nas áreas internas dos apartamentos. Já o decréscimo no CDC 14 é justificado pelo uso de PPAC na execução da fachada, demonstrando a queda no impacto do método sobre o custo do revestimento externo de forma global.

A Tabela 2 relaciona os dados do orçamento final com os painéis pré-moldados (O3-FPPAC) com os do orçamento inicial para fachada convencional (O1-FC), destacando os subitens impactados pela mudança no método de execução da fachada e seus respectivos acréscimos e decréscimos.

#### **3.1 Análise do orçamento final**

Verificou-se um aumento no subitem “Projetos” (CDC 1), que ocorreu devido à necessidade de projetos específicos para o método FPPAC, que exigiu maior detalhamento, custando 18,40% a mais no valor final estipulado. Esse acréscimo foi parcialmente compensado por uma redução de 5,70% nos custos de projeto de estrutura, resultando em um aumento de 12,68%. O subitem “Ensaio” (CDC 1) teve um acréscimo de 3,07%, pois, embora o ensaio de aderência de FC seja compensado pelo ensaio necessário para o PPAC, este requer ensaios adicionais, como ultrassom e medição de penetração de líquidos.

**Tabela 1** – Distribuição dos CDC no orçamento O1 realizado para os dois métodos construtivos de fachadas

CDC	DESCRIÇÃO	% Custo FC	% Custo FPPAC
1	PROJETOS E SERVIÇOS TÉCNICOS	5,21%	5,02%
2	PESSOAL PERMANENTE / ADMINISTRATIVO	8,49%	8,40%
3	SERVIÇOS PRELIMINARES	2,55%	2,24%
4	OPERAÇÃO DE CANTEIRO	3,27%	3,47%
5	EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS	4,48%	3,57%
6	TRABALHOS EM SOLO	1,54%	1,10%
7	CONTENÇÕES	3,87%	3,61%
8	FUNDAÇÕES	3,42%	3,39%
9	ESTRUTURA	14,46%	14,19%
10	ALVENARIAS, PAREDES, PAINÉIS E FECHAMENTOS	3,56%	3,70%
11	COBERTURA	0,39%	0,38%
12	IMPERMEABILIZAÇÃO	2,93%	2,66%
13	REVESTIMENTOS INTERNOS	2,92%	3,56%
14	REVESTIMENTOS EXTERNOS	8,88%	6,40%
15	FORROS	1,50%	1,25%
16	PISOS INTERNOS	3,18%	4,09%
17	PISOS EXTERNOS	0,86%	1,22%
18	MÁRMORES E GRANITOS	1,49%	1,96%
19	PINTURA	1,52%	1,79%
20	ESQUADRIAS DE MADEIRA	1,06%	1,30%
21	ESQUADRIAS DE FERRO	0,99%	0,91%
22	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	5,41%	6,33%
23	VIDROS	1,24%	0,88%
24	LOUÇAS E METAIS	0,73%	0,63%
25	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	5,36%	5,83%
26	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	4,91%	5,86%
27	OUTRAS INSTALAÇÕES	2,40%	2,39%
28	ELEVADORES	1,90%	2,35%
29	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	0,84%	1,06%
30	LIMPEZA	0,64%	0,49%

Fonte: Autores, adaptado da Empresa.

Houve um aumento de 40,87% no subitem "Tapumes, Fechamentos e Proteções" (CDC 3). Esse acréscimo foi preciso devido à necessidade de um portão com uma largura maior que a padrão para a entrada da carreta que transporta os PPAC.

No subitem "Consumos" (CDC 4) verificou-se uma baixa de 9,27% no custo total, visto que foi verificada uma redução de água e energia elétrica com a implementação da FPPAC. Isso pode ser explicado devido à redução no consumo de água usada para a produção de argamassa para o assentamento de alvenaria de vedação, o que é significativo com o método FC. Além disso, para execução dessa argamassa faz-se o uso de misturadores que, com a redução da alvenaria de

vedação, são utilizados em menores proporções, justificando assim a redução do “consumo” como um todo.

**Tabela 2** – Comparação dos acréscimos nos subitens dos CDC que foram impactados pela troca do método construtivo – Comparação do orçamento do método utilizado, O3-FPPAC, com o O1-FC

CDC	DESCRIÇÃO	ACRÉSCIMO/DECRÉSCIMO
<b>1</b>	<b>PROJETOS E SERVIÇOS TÉCNICOS</b>	
	PROJETOS	↑ +12,68%
	ENSAIOS	↑ +3,07%
<b>2</b>	<b>PESSOAL PERMANENTE / ADMINISTRATIVO</b>	
	PESSOAL PERMANENTE / ADMINISTRATIVO	↓ -13,87%
<b>3</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>	
	TAPUMES / FECHAMENTOS / PROTEÇÕES	↑ +40,87%
<b>4</b>	<b>OPERAÇÃO DE CANTEIRO</b>	
	CONSUMOS	↓ -9,27%
	DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS	↓ -4,75%
<b>5</b>	<b>EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS</b>	
	PROTEÇÕES COLETIVAS	↑ +43,10%
	EQUIPAMENTOS	↑ +29,95%
<b>9</b>	<b>ESTRUTURA</b>	
	ARMAÇÃO	↑ +7,35%
	CONCRETO USINADO	↓ -2,26%
	MÃO DE OBRA DE ESTRUTURA	↓ -2,32%
<b>10</b>	<b>ALVENARIA, PAREDES, PAINÉIS E FECHAMENTOS</b>	
	ALVENARIA	↓ -42,00%
	DRYWALL	↑ +47,64%
<b>13</b>	<b>REVESTIMENTOS INTERNOS</b>	
	REVESTIMENTOS INTERNOS (GESSO LISO E ARGAMASSA)	↓ -26,75%
	<b>REVESTIMENTOS EXTERNOS</b>	
<b>14</b>	<b>REVESTIMENTOS EXTERNOS</b>	↑ +53,31%
<b>22</b>	<b>ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO</b>	
	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	↓ -3,61%

Fonte: Autores, adaptado da Empresa.

O subitem “Destinação de Resíduos” (CDC 4) teve uma queda de 4,75% quando utilizado o método de execução com pré-fabricado. Isso pode ser explicado pela redução de resíduos provenientes de restos de blocos e argamassa de fachada. Além disso, por se tratar de PPAC, a geração de resíduos em obra é praticamente nula, o que influencia para a redução na quantidade de resíduo final.

Verificou-se um aumento no subitem “Proteções Coletivas” (CDC 5) de 43,10%, que ocorreu em função da necessidade da implementação de bandejas primárias tipo galeria. Ademais, foi necessário alocar verba para um sistema de proteção de vizinhos que não estava previsto no orçamento inicial, sendo incorporado ao subitem “equipamentos e ferramentas”. Verificou-se um aumento de 29,95% no subitem “Equipamentos” (CDC 5), aqueles que foram necessários para a execução FPPAC. Esse aumento ocorreu devido à necessidade da locação de um mês adicional da grua do que estava previsto. Tal acréscimo foi para o içamento dos PPAC.

Em relação à estrutura do empreendimento (CDC 9), devido ao peso dos PPAC, foi necessário prever um reforço na estrutura de 8 kg/m<sup>3</sup>, o que gerou um aumento de 7,35% no custo com armação. Em contrapartida, teve-se uma redução no uso de concreto usinado de 2,26%. Com isso, reduziu-se também o custo com a mão de obra para a sua execução em 2,32%.

Observou-se uma redução de 42% na alvenaria de vedação (CDC 10) utilizada no empreendimento. Tal fato se justifica pelo uso de PPAC, cuja aplicação não necessita de vedação da fachada com alvenaria, uma vez que os painéis cumprem essa função. Entretanto, verificou-se um aumento com *drywall* em 47,64%, uma vez que o acabamento do lado interno, onde é posicionado o painel pré-fabricado, é realizado com esse material.

A redução do subitem “Revestimento Interno” (CDC 13 - 26,75%), que engloba tanto gesso liso quanto massa corrida, pode ser explicada pela redução de ambos os materiais nos ambientes que ficam de encontro com os PPAC, ou seja, as paredes que compõem a fachada.

O revestimento externo teve um aumento de 53,31% (CDC 14) devido ao uso dos PPAC. Porém, analisando o conjunto de serviços de acabamento de fachada tradicional: chapisco, emboço, frisos e pintura texturizada, obteve-se uma redução de 91,58% do valor do levantamento inicial.

Em relação à redução do custo com “Esquadrias de Alumínio” (CDC 22 - 3,61%), teve-se uma baixa no valor devido à redução no uso de contramarcos e no seu chumbamento.

Essas variações resultaram em um acréscimo de 1,13% no valor total da obra. A conclusão do empreendimento, porém, ocorreu três meses antes do previsto, o que reduziu os custos nos CDC 2, 4 e 29 (ver Tabela 1).

#### **4 DISCUSSÃO**

Os dados dos orçamentos iniciais e finais demonstram que a escolha do método construtivo influencia não apenas o custo direto, mas também a alocação de recursos em diversos Centros de Custo (CDC), afetando categorias como consumo de materiais, equipamentos e mão de obra. Um dos principais pontos observados é a redução de custos com equipamentos e ferramentas ao optar pelo FPPAC, especialmente no CDC 5, onde houve eliminação da necessidade de andaimes e compressores de argamassa, substituídos por guindastes. Essa mudança sugere que o método pré-fabricado não apenas economiza em equipamentos específicos, mas também possibilita melhorias em segurança e produtividade no canteiro, reduzindo a dependência de mão de obra em locais de risco elevado.

Outro aspecto importante é a redução de resíduos e custos associados à destinação destes, conforme observado no subitem “Destinação de Resíduos” (redução de 4,75%). Essa economia é explicada pela menor geração de restos de materiais, uma vantagem importante considerando o aumento das exigências ambientais no setor.

Em termos de materiais, houve uma significativa economia no uso de alvenaria, reduzida em 42% (Tabela 2), resultado direto da substituição dos blocos de vedação pelos painéis pré-fabricados, que desempenham também a função de fechamento de fachada. Essa alteração, no entanto, implicou em um aumento do uso de *drywall* para acabamento interno (47,64%), evidenciando que a adoção do FPPAC exige ajustes em outros insumos para compatibilização com o sistema estrutural. Esse aumento no *drywall* reflete a adaptação das práticas de acabamento e aponta para a importância de um planejamento integrado entre diferentes disciplinas de construção para maximizar os benefícios do sistema FPPAC.

Adicionalmente, o aumento no custo do subitem “Projetos” em 12,68% evidencia a necessidade de maior detalhamento técnico ao adotar o FPPAC. Isso inclui a demanda por projetos mais elaborados e testes adicionais, como ultrassom, necessários para garantir a qualidade e a segurança da nova metodologia.

Por fim, a conclusão antecipada da obra em três meses ressalta o impacto positivo do FPPAC em termos de cronograma, beneficiando os CDC 2, 4 e 29 ao reduzir custos com pessoal administrativo e operação de canteiro. Essa redução temporal é um ponto favorável para o FPPAC, pois além de reduzir os custos indiretos, proporciona um retorno mais rápido do investimento. Assim, apesar de um leve aumento de 1,13% no custo total da obra, a adoção do FPPAC se mostra vantajosa tanto em termos econômicos quanto de sustentabilidade, o que corrobora seu potencial para otimizar a gestão de recursos em projetos construtivos futuros.

## **CONCLUSÕES**

A análise dos métodos de execução de fachada FC e FPPAC em um empreendimento de construção civil evidenciou que a adoção do sistema de FPPAC pode gerar benefícios econômicos e operacionais importantes, mesmo com um acréscimo de 1,13% no custo total da obra. A redução no uso de equipamentos específicos e de resíduos, associada à menor necessidade de materiais como argamassa e alvenaria, demonstra o potencial do FPPAC para uma construção mais eficiente e sustentável. A diminuição dos resíduos gerados e o menor consumo de recursos, como água e energia, tornam o FPPAC uma alternativa alinhada com políticas ambientais e práticas sustentáveis, que são cada vez mais exigidas no setor.

A implementação do FPPAC exigiu um aumento no detalhamento dos projetos e em testes de qualidade específicos, refletindo um custo inicial mais alto que o método convencional. No entanto, essa demanda por maior planejamento técnico foi compensada pelo ganho em eficiência e segurança no canteiro, além de resultar na conclusão da obra três meses antes do previsto. Esse encurtamento do cronograma gera economias em custos indiretos, como mão de obra administrativa e operação de canteiro, tornando o sistema FPPAC atrativo para futuros projetos que busquem otimizar prazos e recursos.

Em síntese, os resultados obtidos sugerem que o FPPAC representa uma alternativa viável e vantajosa em projetos de construção civil, ao combinar eficiência operacional com benefícios ambientais e sustentabilidade. A implementação dessa tecnologia pode contribuir para um modelo construtivo mais ágil, seguro e com menor impacto ambiental, sendo uma tendência promissora para atender às demandas do mercado moderno de construção.

## **REFERÊNCIAS**

ANTUNES, L. A. Empregos Setoriais nas microrregiões do Brasil entre os anos de 2002 a 2018: Uma análise com ênfase na construção civil. **Economia & Região**, v. 9, n. 2, p. 55–73, 1 jun. 2021.

NUNES, J. M. et al. O setor da Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e393997274–e393997274, 22 ago. 2020.

OLIVEIRA, R. P. DE. Elementos Pré-Moldados: Fabricação e Aplicação de Blocos de Concreto Pré-Moldados em Alvenaria Estrutural. **ETIS - Journal of Engineering, Technology, Innovation and Sustainability**, v. 4, n. 1, p. 5–39, 3 out. 2022.

OLIVEIRA, J. A. D.; SOUZA, E. R. D. A evolução do emprego formal no município de Paudalho-PE: um levantamento baseado em dados governamentais no período de 2010 a 2019. **Revista Gestão e Organizações**, v. 8, n. 4, p. 63, 18 abr. 2024.

PIRES, A. M.; CARVALHO, L. C. PROJETO DE EDIFICAÇÕES UTILIZANDO PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS: **Análise comparativa entre o método construtivo convencional e o modular na Engenharia Civil**. 6 dez. 2021. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/2252>. Acesso em 01 de março de 2024.

SIMÃO, A. S. et al. Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 20130–20145, 17 out. 2019.