



CRE
Conselho Regulador
Engenharia e Agrimensura



TÍTULO: O IMPACTO DA MÃO DE OBRA NA EFICIÊNCIA DE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

BIGUETO, Bruno M¹
CORREIA, Luiz H. G.²
FRANÇOZO JR, Hélio³
Universidade São Francisco
luizhgc@outlook.com

¹Bruno Müller Bigueto, Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Itatiba

²Luiz Henrique Gomes Correia, Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Itatiba

³Professor Orientador Helio Françaço Júnior, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Itatiba.

Resumo. A construção civil no Brasil adota uma variedade de técnicas e materiais para atender às exigências e especificidades dos projetos, adaptando-se às demandas de cada empreendimento. Nesse contexto, destacam-se os métodos de alvenaria estrutural e concreto armado, cada um com características e aplicações próprias. A alvenaria estrutural é geralmente utilizada em edificações de pequeno e médio porte, enquanto o concreto armado é preferido para construções mais robustas. Este TCC tem como objetivo comparar esses métodos, abordando suas características, aplicabilidades e os desafios práticos da execução, como a necessidade de mão de obra qualificada e os impactos de uma execução descompromissada na qualidade final. Também serão analisados os aspectos financeiros, incluindo custos iniciais e o custo do retrabalho, para determinar qual método construtivo atende melhor às demandas atuais da construção civil.

Palavras-chave: Tecnologias de edificação, Custo, Qualidade, Segurança, Resistência.

Introdução

A escolha do método construtivo é um fator decisivo na construção civil, pois influencia diretamente a segurança, durabilidade e custo-benefício das edificações. Dentre as opções, a alvenaria estrutural e o concreto armado são amplamente utilizados e apresentam particularidades técnicas que afetam os resultados finais do projeto. Esses sistemas demandam diferentes abordagens de execução, sendo a qualificação da mão de obra um aspecto central para assegurar a qualidade e eficiência das construções. A falta de trabalhadores qualificados pode resultar em erros de execução e retrabalhos, gerando patologias estruturais que comprometem a integridade e aumentam os custos da obra.

Este estudo aborda as características técnicas e os requisitos de execução de ambos os métodos construtivos, destacando o impacto da experiência e formação técnica dos



CRE
Conselho Regulador
Engenharia e Agrimensura



profissionais envolvidos. A pesquisa explora como a qualificação da mão de obra influencia o desempenho estrutural e a durabilidade das edificações, assim como os custos associados a cada método, e analisa as consequências da falta de capacitação, que pode resultar em falhas como fissuras, deslocamentos e perda de resistência. Além disso, a análise comparativa considera os custos de materiais, o tempo de execução e as adaptações necessárias para atender às especificações de projeto, possibilitando escolhas técnicas mais fundamentadas.

Ao enfatizar a necessidade de políticas de incentivo à formação profissional, este trabalho busca contribuir para uma reflexão sobre a importância da qualificação no setor da construção, propondo soluções para aprimorar as práticas construtivas e promover edificações mais seguras e sustentáveis.

Contexto Histórico

A alvenaria estrutural e o concreto armado, amplamente utilizados na construção civil, apresentam origens históricas distintas e desenvolvimentos significativos ao longo dos séculos. A alvenaria estrutural remonta às civilizações antigas, como o Egito, a Mesopotâmia e o Império Romano, onde eram comuns estruturas monumentais construídas com pedras, tijolos e materiais naturais, como aquedutos e templos, que demonstravam grande durabilidade e resistência. Esse sistema de construção foi valorizado por sua simplicidade e pela eficiência no uso de materiais disponíveis localmente. Entretanto, a popularização da alvenaria estrutural como método construtivo sistematizado aconteceu apenas no século XX, quando começaram a ser utilizados blocos de concreto e cerâmicos que padronizaram e otimizaram as construções. No Brasil, essa técnica ganhou força a partir da década de 1960, impulsionada especialmente por programas habitacionais de interesse social, devido à capacidade da alvenaria estrutural de reduzir custos e prazos de execução (SAMPAIO, 2010).

O concreto armado, em comparação, possui uma origem mais recente, surgindo na França no final do século XIX. Esse sistema combinou concreto e barras de aço, unindo a alta resistência à compressão do concreto com a resistência à tração do aço, o que permitiu a construção de estruturas muito mais robustas e complexas. Assim, o concreto armado possibilitou o desenvolvimento de obras de grande porte, como arranha-céus, pontes e barragens. No Brasil, ele se popularizou a partir dos anos 1930, sendo largamente adotado em edifícios comerciais e em obras de infraestrutura. Essa técnica continua predominante em projetos que exigem alta resistência estrutural e flexibilidade arquitetônica, sendo adaptada ao longo dos anos com novas tecnologias e processos construtivos, como o concreto pré-moldado e de alto desempenho.

Assim, tanto a alvenaria estrutural quanto o concreto armado contribuíram significativamente para a evolução da construção civil, cada um apresentando características técnicas e vantagens específicas que influenciaram suas aplicações ao longo da história.

A construção civil evoluiu significativamente ao longo das décadas, impulsionada pelo desenvolvimento de sistemas estruturais variados que atendem às exigências contemporâneas de eficiência, segurança e sustentabilidade. Entre esses sistemas, destaca-se a alvenaria estrutural e o concreto armado, que possuem especificidades e aplicabilidades próprias em diferentes tipos de obras. A alvenaria estrutural, por exemplo, utiliza blocos de concreto ou



CRE
Conselho Regulador
Engenharia e Agrimensura



cerâmicos, que suportam não apenas as cargas verticais, mas também oferecem resistência lateral. Esse método é especialmente vantajoso em construções de pequeno e médio porte, pois permite uma redução nos custos de material e no tempo de execução, além de oferecer benefícios térmicos e acústicos.

Por outro lado, o concreto armado combina a resistência do concreto com a ductilidade das armaduras de aço, permitindo a construção de edificações de grande porte, como arranha-céus e estruturas industriais. Este sistema possibilita um maior grau de liberdade arquitetônica, permitindo a criação de vãos maiores e formas mais complexas. No entanto, a execução do concreto armado exige um rigoroso controle de qualidade em todas as etapas, desde a preparação das formas até a cura do concreto, pois falhas nesses processos podem levar a problemas estruturais graves.

Com o avanço da tecnologia, foram desenvolvidas ferramentas de *Computer Aided Design (CAD)*, que são utilizadas em diversos ramos, incluindo a engenharia civil, para auxiliar o desenvolvimento de desenhos técnicos. Esses sistemas CAD são especialmente valorizados por sua capacidade de fornecer velocidade e precisão na execução dos projetos, além de facilitar a correção de erros e a realização de ajustes ou modificações de projeto. O projeto de estruturas também se beneficiou dessas inovações tecnológicas por meio de softwares específicos, como o Eberick, amplamente utilizado para o projeto e dimensionamento estrutural de diferentes tipos de estruturas oferecendo funcionalidades como análise de esforços e geração automática de detalhes construtivos, garantindo conformidade com as normas técnicas.

Modelagem Estrutural de Concreto Armado:

As estruturas em concreto armado são essencialmente formadas por três componentes principais: pilares, vigas e lajes. Antes de iniciar a modelagem da estrutura, é fundamental analisar minuciosamente todos os aspectos do projeto arquitetônico. Para este trabalho, foi adotado o software EBERICK, que facilitou a criação da modelagem estrutural.

O processo teve início com a inserção dos pilares no sistema. Contudo, antes dessa fase, foi necessário realizar um pré-dimensionamento para determinar as medidas adequadas da base e da altura dos pilares, assegurando que a área seja superior ao mínimo exigido de 360 cm², conforme a norma NBR 6118. Após essa etapa, os pilares foram posicionados na planta, respeitando a concepção estrutural planejada.

Com a colocação dos pilares finalizada, o próximo passo envolveu a introdução das vigas. Assim como os pilares, as vigas requerem um pré-dimensionamento que considere o vão que elas sustentarão e que atenda às dimensões mínimas estipuladas pela NBR 6118. Após essa análise, as vigas foram lançadas no software, seguindo a modulação dos pilares. Um ponto importante foi a inserção dos carregamentos que afetariam as vigas, como a carga da alvenaria.

Depois de todas as vigas serem posicionadas, a escolha do tipo de laje a ser utilizada no projeto foi realizada. As opções incluem lajes pré-moldadas, maciças e nervuradas. Após selecionar o tipo, foi necessário fazer um pré-dimensionamento para definir a espessura, respeitando as exigências mínimas estabelecidas pela NBR 6118. Com o pré-



CRE
Conselho Regic
Engenharia e Ag



dimensionamento concluído, as lajes foram inseridas no software, de acordo com a disposição das vigas. A Figura 3 ilustra uma laje maciça apoiada nas vigas e pilares, como descrito anteriormente. Além disso, foi essencial adicionar os carregamentos que atuam na laje, como caixas d'água, terraços e áreas de serviço.

Com o lançamento das lajes finalizado, a estrutura estava pronta para o processamento global. Nesta fase, o software executa o dimensionamento dos elementos, verificando se eles são capazes de suportar as cargas aplicadas. Após a análise, um relatório é gerado, apresentando o desempenho estrutural, bem como um modelo tridimensional do edifício. Esse relatório destaca possíveis não conformidades no dimensionamento dos elementos, que precisam ser avaliadas para garantir que todos os componentes estejam em conformidade com as normas pertinentes.

Depois que o processamento global é finalizado sem identificar não conformidades, o software fornece todo o detalhamento da estrutura, incluindo armaduras, plantas de forma, plantas de carga e a localização das fundações. Também são geradas listas dos materiais necessários para a execução do projeto.

Modelagem de Alvenaria Estrutural:

As estruturas em alvenaria estrutural são constituídas principalmente por blocos de cimento ou cerâmica e pontos de grout. Estes elementos têm a função de integrar as armaduras à alvenaria, quando há necessidade de armadura no septo projetado, e aumentar a resistência da estrutura aos esforços de compressão aplicados. Antes de iniciar a modelagem, foi fundamental realizar uma análise detalhada do projeto arquitetônico para selecionar a família de blocos mais adequada às especificações do projeto.

A modelagem teve início com o lançamento dos blocos da primeira fiada no software, como ilustrado na Figura 4. Na execução das paredes, é essencial aplicar corretamente as técnicas de amarração, que podem ser diretas ou indiretas, conforme a NBR 16868:2020. A amarração direta ocorre ao encaixar os blocos de forma que a junta vertical entre eles não tenha continuidade, enquanto na amarração indireta, onde a modulação não permite evitar a junta vertical, utiliza-se um grampo de aço para conectar as partes e distribuir adequadamente as cargas. A aplicação correta das amarrações é fundamental para evitar futuras patologias estruturais.

Após o lançamento de todos os blocos, foram definidos os vãos necessários na estrutura de alvenaria, como janelas e portas. Cada vão foi configurado no software com as dimensões apropriadas de altura e largura. Para janelas, foi também especificada a altura do peitoril, assegurando que as aberturas estivessem adequadamente integradas ao sistema estrutural.

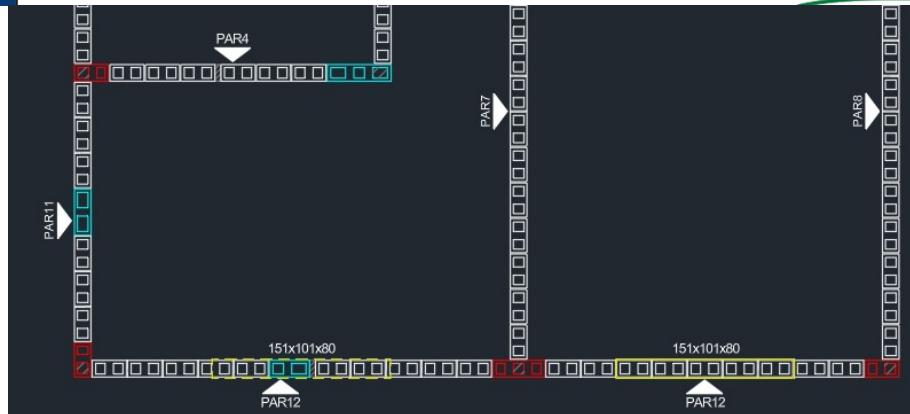


Figura 1 - Exemplo de lançamento da 1ª fiada (Fonte: Próprio Autor).

Após a definição dos blocos e vãos, foi iniciado o lançamento dos pontos de *grout* e das barras de aço, que são fundamentais nas amarrações das paredes e nas proximidades de portas e janelas para prevenir possíveis patologias. Esses reforços foram inseridos também em pontos estratégicos determinados por cálculo, visando suportar as forças de tração geradas pela ação dos ventos no edifício.

Com o lançamento dos reforços concluído, o projeto foi processado para obtenção dos resultados estruturais. Ao final do processamento, foi gerado um relatório que identificou eventuais não conformidades, similar ao procedimento realizado para estruturas de concreto armado. Em caso de não conformidades, foram realizadas as correções necessárias, e o processamento foi repetido até que todas as exigências normativas fossem atendidas.

Por fim, foram emitidas as elevações de todas as paredes (Figura 5) com o detalhamento das armaduras nos pontos de *grout*, além de relatórios com os esforços atuantes e outras plantas com informações complementares. Após análise e conferência dos dados gerados, o projeto foi liberado para a equipe responsável pela execução da obra.

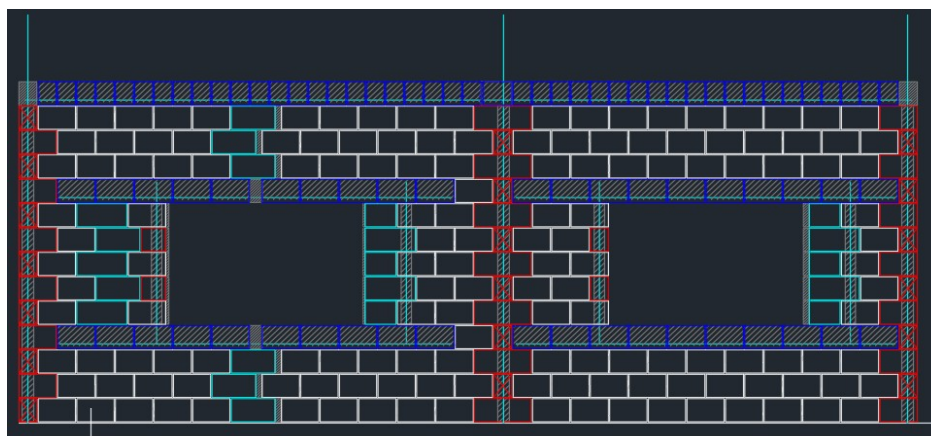


Figura 2 - Exemplo de elevação de parede. (Fonte: Próprio Autor).



Estudo de caso

Execução do Projeto Arquitetônico:

O estudo de caso abrange o projeto arquitetônico e estrutural, incluindo a análise de custos e mão de obra, mas não contempla disciplinas como instalações hidráulicas, elétricas ou de fundação, nem aspectos como cronograma ou planejamento de execução. O projeto estrutural foi dividido em duas partes: concreto armado e alvenaria estrutural. Em ambos os casos, o foco principal foi a modelagem dos elementos estruturais e sua visualização gráfica por meio de formas e modulações. O detalhamento de vigas, lajes, pilares e paredes foi realizado de forma representativa, com apenas alguns elementos estruturais exemplificados, sem aprofundamento no detalhamento de cada componente.

Foi calculado uma residência unifamiliar popular, dividido em 2 pavimentos, Térreo e Cobertura, com pé-direito de 2,80 metros. As paredes tanto internas quanto externas terão 14 centímetros de espessura, utilizando-se blocos da família 29 cm (blocos de 4, 9, 14, 19, 29, 34, 44 e 54 cm de comprimento, 14 cm de largura e 19cm de altura). A obra está localizada em Louveira, e, para o edifício em alvenaria, foram utilizadas sapatas como elementos estruturais de fundação. Nos cálculos estruturais, considerou-se que a laje de piso do térreo está apoiada diretamente no solo, sem apresentar reações estruturais.



Figura 3 - Planta e corte da edificação. (Fonte: Próprio Autor).

Concreto Armado:

A partir da planta arquitetônica finalizada, foi possível iniciar a modelagem estrutural no software Eberick. A primeira etapa da modelagem envolveu a estrutura em concreto armado, baseada nos estudos do projeto arquitetônico. Em seguida, foi realizado o lançamento



dos elementos estruturais, dimensionados manualmente conforme a NBR 6118, aplicando o Método dos Estados Limites para calcular a deformação máxima dos componentes de concreto armado.

O lançamento dos elementos estruturais foi feito pavimento por pavimento, incluindo todos os carregamentos previstos, como cargas de parede, cargas de uso dos ambientes e cargas de reservatório de água (Figura 10). Com o término do lançamento em todos os pavimentos, realizou-se um processamento global do edifício para verificar a existência de possíveis falhas na concepção e resistência dos elementos estruturais, assegurando que as deformações (flechas) nas vigas e lajes estivessem dentro dos limites estabelecidos pela norma.

Após o processamento, iniciou-se a análise dos resultados gerados pelo software, por meio de tabelas e dados que permitiram verificar as vigas segundo os Estados Limites Último (ELU) e de Serviço (ELS), além da avaliação das cargas na base dos pilares, distribuídas no solo pelas fundações.

A estrutura em concreto foi representada em uma planta de forma, detalhando o nome e as dimensões de vigas, pilares e lajes, bem como suas localizações por meio de cotas e cortes no projeto. O detalhamento das armações de vigas, pilares e lajes foi exemplificado apenas em alguns elementos, pois o detalhamento completo não era essencial para os objetivos do estudo.

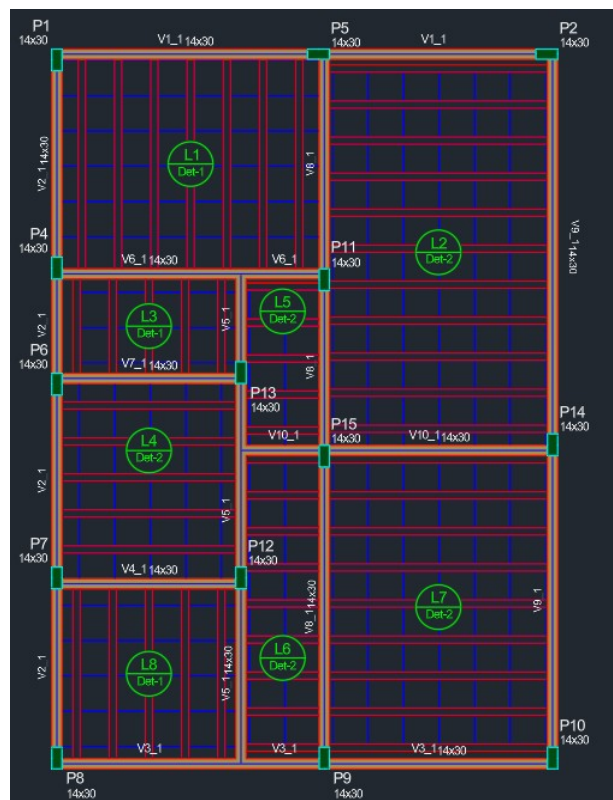


Figura 4 - Modulação do edifício em concreto armado. (Fonte: Próprio Autor).



CRE
Conselho Regic
Engenharia e Ag



Alvenaria Estrutural:

A modelagem da alvenaria estrutural foi desenvolvida no software Eberick, com base no projeto arquitetônico. O primeiro passo consistiu na modulação dos blocos estruturais, priorizando a utilização de blocos padrão e buscando evitar ao máximo o uso de blocos compensadores (com dimensões de 4x14x19 cm) e blocos especiais (com dimensões de 34x14x19 cm ou 54x14x19 cm). No entanto, em alguns casos específicos, o uso desses blocos foi necessário para atender às particularidades do projeto. Após o lançamento dos blocos, foram posicionadas as aberturas para portas e janelas.

No método de alvenaria estrutural, as próprias paredes suportam as cargas dos pavimentos, sendo essencial, portanto, definir a resistência dos blocos antes dos cálculos estruturais. Isso possibilitou a criação das paredes e subestruturas no modelador de alvenaria. Com as subestruturas prontas, o edifício foi processado, e o software permitiu a visualização das paredes em uma calculadora gráfica. Nessa etapa, foi verificada a necessidade de armaduras verticais nas paredes, devido às forças de tração causadas pelos ventos, e de *grout* para aumentar a resistência das paredes às cargas estruturais.

Considerando que o estudo de caso não abrange o detalhamento completo dos elementos estruturais em alvenaria, quantidades de aço e *grout* foram apresentadas de forma ilustrativa, sem impacto nos dados analisados no estudo.

Para a representação do projeto, foi criada uma planta de modulação (Figura 5), onde foram identificados os blocos, a numeração das paredes, além das portas e janelas. Também foi gerada uma planta de formas, apresentando a última fiada de alvenaria e as lajes superiores, em concreto armado. O detalhamento das paredes e das lajes dos pavimentos foi exemplificado de maneira semelhante ao realizado no estudo de concreto armado, sem interferir nos dados obtidos na análise.

Após o processamento da edificação, foram desenvolvidas as vigas baldrames, projetadas para receber e distribuir as cargas ao solo através dos pontos de carga da alvenaria. As vigas baldrames foram projetadas em concreto armado, seguindo procedimentos similares aos aplicados no estudo de concreto armado, com algumas diferenças específicas de execução e de cargas. No entanto, as vigas foram apresentadas apenas na forma, pois o detalhamento foi similar ao do estudo anterior. Para simplificação do projeto, não foram consideradas cargas adicionais na alvenaria devido ao efeito arco.

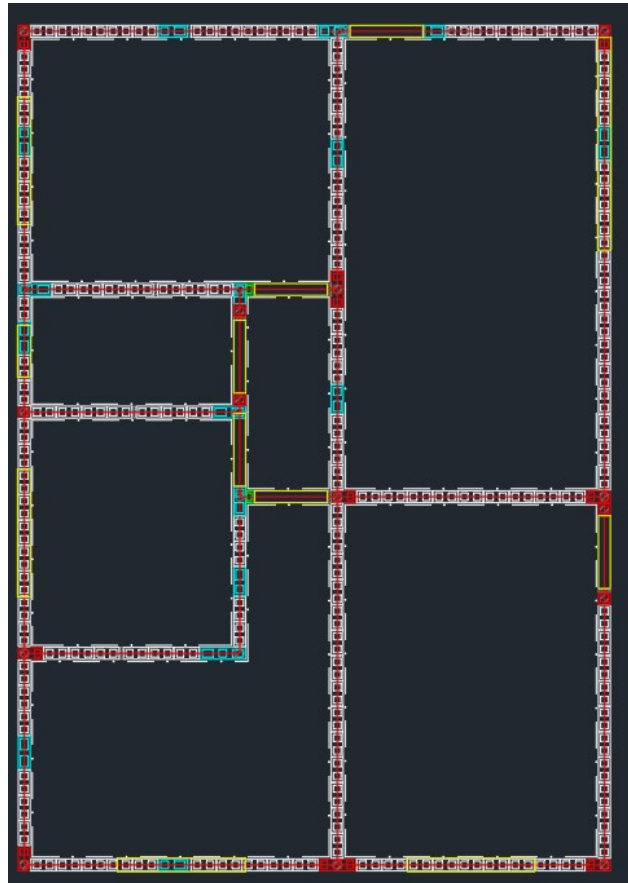


Figura 5 - Modulação do edifício em alvenaria estrutural. (Fonte: Próprio Autor).

Orçamento para estrutura em concreto armado e alvenaria estrutural:

O primeiro ponto abordado no estudo foi o custo das metodologias construtivas, analisado a partir de um orçamento inicial elaborado com base nas planilhas de custos SINAPI (versão 09/2024) e CDHU (versão 195). Para uma avaliação precisa, foi assumida a mesma fundação e tipo de laje para ambas as metodologias, isolando assim os custos específicos de cada sistema — concreto armado e alvenaria estrutural.

Para a elaboração do cálculo estrutural, utilizou-se o software EBERICK, que permitiu a obtenção precisa dos quantitativos de materiais necessários, facilitando a construção da planilha de custos. Além disso, o dimensionamento adequado do projeto, ajustado conforme o método construtivo escolhido, mostrou-se essencial para gerar economia significativa no uso de materiais, reduzindo os gastos com a execução da obra e minimizando a necessidade de retrabalhos e ajustes futuros.

Concreto armado:

Após o processamento conforme a figura 4, foi elaborado no Excel a planilha orçamentária com os quantitativos calculados e levantados no projeto estrutural conforme tabela mostrado na Tabela 1.



PLANILHA ORÇAMENTARIA

REFERÊNCIAS: SINAPI; CDHU

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	VALOR		PREÇO TOTAL
				UNITÁRIO		
1	SUPERESTRUTURA					
1.1	PILARES				R\$	3.381,45
	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_09/2020	m²	8,60	R\$	232,36	R\$ 1.998,30
1.1.1	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	kg	53,70	R\$	10,73	R\$ 576,20
1.1.2	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	kg	20,60	R\$	14,18	R\$ 292,11
1.1.3	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	m³	1,26	R\$	408,61	R\$ 514,85
1.1.4					R\$	10.888,60
1.2	VIGAS					
	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM. AF_09/2020	m²	41,00	R\$	186,99	R\$ 7.666,59
1.2.1	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	kg	66,80	R\$	10,73	R\$ 716,76
1.2.2	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	kg	66,60	R\$	13,12	R\$ 873,79
1.2.3	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	kg	48,20	R\$	14,18	R\$ 683,48
1.2.4		m³	2,32	R\$	408,61	R\$ 947,98
1.2.5					R\$	15.047,68
1.3	ALVENARIA					
	ALVENARIA DE BLOCO DE CONCRETO DE VEDAÇÃO DE 14 CM - CLASSE C	m²	169,80	R\$	88,62	R\$ 15.047,68
1.3.1						
				CUSTO TOTAL	R\$	29.317,73

Tabela 1 – Planilha orçamentária – Método Construtivo em Concreto Armado. (Fonte: Próprio Autor).

O valor obtido para a execução em concreto armado do projeto do estudo de caso foi de **R\$ 29.317,73**, um custo de **R\$424/m²**.

Alvenaria estrutural

Com o projeto arquitetônico e estrutural prontos foi elaborado uma planilha conforme a tabela 2 mostrando os gastos para a execução de alvenaria estrutural com blocos 14 x 19x 29cm. Para a obtenção dos preços unitários foram utilizadas as bases da SINAPI SET/2024 E CDHU versão 195.

PLANILHA ORÇAMENTARIA

REFERÊNCIAS: SINAPI; CDHU

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	VALOR		PREÇO TOTAL
				UNITÁRIO		
1	SUPERESTRUTURA					
	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE					
1.1	ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_03/2023	m²	177,15	R\$	100,49	R\$ 17.801,80
1.2	ARGAMASSA GRAUTE	m³	1,67	R\$	422,85	R\$ 706,16
1.3	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_06/2022	KG	74,04	R\$	8,81	R\$ 652,29
					R\$	19.160,26

CUSTO TOTAL R\$ 19.160,26

Tabela 2 – Planilha orçamentária alvenaria estrutural. (Fonte: Próprio Autor).



O valor obtido para a execução em alvenaria estrutural do projeto do estudo de caso foi de **R\$ 19.160,26**, um custo de **R\$277,68/m²**.

Comparando as duas tabelas, o custo inicial dos métodos construtivos há uma diferença de R\$10.157,47 onde a alvenaria estrutural foi a metodologia com menor gasto/m².

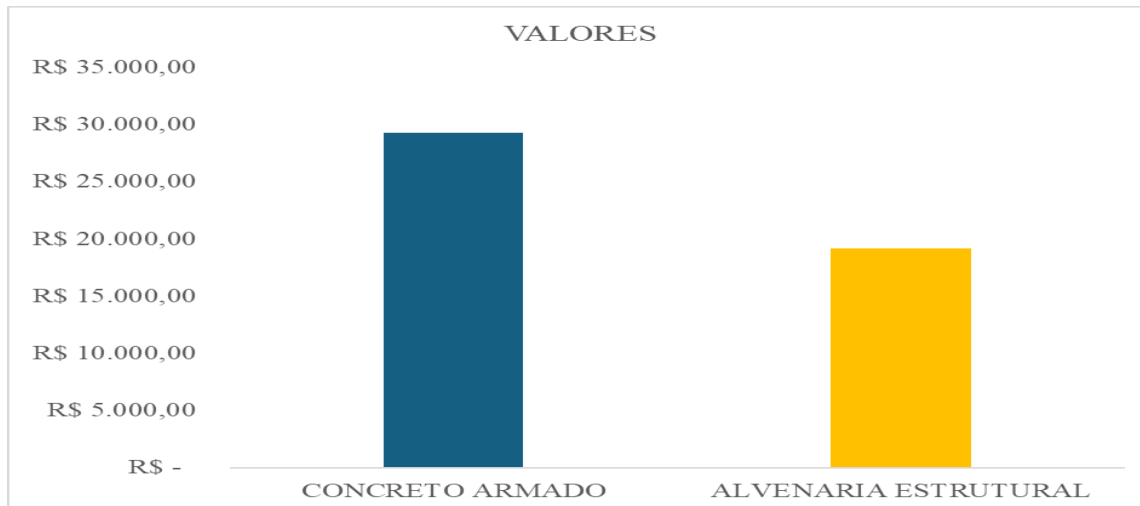


Gráfico 1 – Relação de gastos entre os métodos construtivos. (Fonte: Próprio Autor).

Impacto da mão de obra na construção civil

A indústria da construção civil, essencial para o crescimento econômico, enfrenta o problema da desqualificação da mão de obra, que tem um impacto significativo na execução de projetos de alvenaria estrutural e concreto armado. Esse é o segundo ponto abordado no estudo, pois essa situação compromete não apenas a eficiência e a qualidade das edificações, mas também o custo total da obra. Para abordar essa questão, é fundamental entender as causas subjacentes (SILVA; FERREIRA FILHO, 2018).

Um dos fatores mais evidentes que contribui para a desqualificação da mão de obra é a falta de formação adequada. Muitos trabalhadores entram no setor sem a qualificação técnica necessária para realizar tarefas específicas. A ausência de treinamento formal resulta em lacunas no conhecimento técnico e nas práticas de segurança, aumentando o risco de falhas na execução, como desníveis, fissuras e problemas de estabilidade. Além disso, as políticas de recrutamento de algumas empresas podem agravar a situação, priorizando a contratação de mão de obra barata e não qualificada para reduzir custos e cumprir prazos. Essa estratégia de curto prazo pode levar a sérios problemas a longo prazo, como acidentes e falhas estruturais (NASCIMENTO, 2021).

A falta de programas de desenvolvimento de habilidades no setor é outra razão significativa para a desqualificação da mão de obra. Os trabalhadores geralmente têm poucas oportunidades para aprimorar suas habilidades ou adquirir novos conhecimentos, o que limita sua capacidade de realizar tarefas de alvenaria com eficiência e segurança. As condições socioeconômicas dos trabalhadores também desempenham um papel importante. Muitos



CRE
Conselho Regic
Engenharia e Ag



profissionais da construção civil vêm de contextos socioeconômicos desfavoráveis, dificultando o acesso a educação e treinamento de qualidade, o que contribui para a prevalência de mão de obra desqualificada no setor (LEÃO, 2016).

As deficiências nas estruturas regulatórias têm um papel importante nesse contexto. Onde as normas de segurança e formação não são rigorosamente aplicadas, a presença de mão de obra desqualificada é mais comum. A falta de fiscalização permite que trabalhadores sem qualificação atuem em canteiros de obras, aumentando o risco de acidentes e comprometendo a qualidade das construções.

A alta rotatividade de funcionários na construção civil agrava ainda mais a desqualificação da mão de obra. Essa indústria é conhecida por sua instabilidade, o que dificulta a capacitação contínua e a formação de uma equipe experiente. Os trabalhadores frequentemente transitam entre projetos em busca de melhores salários, o que compromete a continuidade e o comprometimento com a qualificação de longo prazo.

A complexidade das atividades dos métodos construtivos apresentados exige habilidades específicas. Sem o devido treinamento, os trabalhadores podem ser levados a assumir funções para as quais não estão totalmente preparados, aumentando o risco de erros que comprometam a segurança e a qualidade das edificações.

Além disso, a dificuldade em alinhar a formação às novas tecnologias de construção impacta negativamente a qualificação da mão de obra. Com a evolução constante de materiais, técnicas e equipamentos, é fundamental que os trabalhadores recebam formação contínua. Caso contrário, eles podem se tornar desqualificados frente às inovações do setor.

Em síntese, a desqualificação da mão de obra na execução de alvenaria estrutural é um problema complexo, influenciado por uma variedade de fatores. Para enfrentá-lo, é necessário adotar uma abordagem multifacetada, que envolva melhores políticas de recrutamento, formação contínua, melhoria das condições de trabalho, regulamentação mais rigorosa e a promoção de uma cultura de segurança.

Patologias comuns aparentes do resultado da mão de obra desqualificada

As falhas na execução são uma das principais causas de patologias em edificações. Para evitar imprevistos durante a construção, é fundamental contar com mão de obra entregue, materiais de boa qualidade e uma fiscalização rigorosa. A seguir, destaca-se algumas das falhas mais comuns dos dois sistemas construtivos:

Grauteamento inadequado: A realização do grauteamento é uma etapa crítica na alvenaria estrutural, e a falta de habilidade na execução é frequentemente atribuída à mão de obra desqualificada. Quando profissionais não capacitados não monitoram a altura do lançamento do graute, podem ocorrer problemas, como a segregação do material, caso o graute seja aplicado em alturas excessivas. Essa falha compromete a integridade e a



resistência da estrutura, evidenciando a importância de uma equipe bem treinada para garantir a qualidade e a durabilidade das edificações (SILVA, 1998).



Figura 6 - Aplicação incompleta do concreto no graute, resultando em vazios que comprometem a aderência e a resistência (Fonte: SOUZA, 2011).

Cortes na alvenaria: É crucial prestar atenção ao planejamento das instalações e sua execução para evitar cortes indesejados na alvenaria. Conforme observado por Ramos (2002), isso não gera apenas desperdícios, mas também pode resultar em uma redução da resistência da alvenaria, comprometendo a estabilidade da construção.



Figura 7 - Cortes inadequados na alvenaria estrutural, comprometendo a integridade e resistência da parede. (Fonte: SOUZA, 2011).

Preenchimento e espessura das juntas: O preenchimento inadequado das juntas verticais pode comprometer a resistência à específica e, em maior medida, a resistência à



CRE
Conselho Regic
Engenharia e Ag



flexão e ao cisalhamento das paredes. Da mesma forma, erros no preenchimento das juntas horizontais podem levar a uma diminuição da resistência à extensão das paredes (RAMOS, 2002).



Figura 8 - Preenchimento de juntas de forma inadequada (Fonte: POZZOBON, 2003).

Fissuras e Trincas: As fissuras e trincas no concreto armado, comuns em construções residenciais, muitas vezes são resultado de mão de obra desqualificada. A falta de conhecimento técnico pode levar a erros durante a execução, como a má preparação e aplicação do concreto, o que contribui para a retração excessiva e variações térmicas que geram fissuras. Além disso, profissionais sem formação adequada podem não considerar as movimentações naturais da estrutura e as sobrecargas atmosféricas, resultando em fissuras que comprometem tanto.



Figura 9 - Fissuras e trincas por falha na execução em concreto armado (Fonte: Próprio Autor).

Deterioração por Corrosão das Armaduras: A corrosão das armaduras é uma patologia que pode comprometer gravemente a integridade estrutural das edificações. Essa ocorrência ocorre frequentemente devido à umidade, à exposição a agentes agressivos ou à falta de proteção adequada das armaduras. A mão de obra desqualificada desempenha um papel crítico nesse problema, pois trabalhadores sem a formação técnica necessária podem falhar na aplicação correta de tratamentos e na seleção de materiais de qualidade. Essa falta de



conhecimento pode resultar em expansões indesejáveis, fissuras e, conseqüentemente, na perda de resistência da estrutura.



Figura 10 - Corrosão de Pilar devido a umidade. (Fonte: Próprio Autor).

Problemas de Impermeabilização e Suas Conseqüências: A presença de vazamentos e infiltrações em estruturas de concreto é frequentemente atribuída à falta de habilidade na execução. Mão de obra desqualificada pode não seguir corretamente as normas de impermeabilização ou realizar juntas específicas, permitindo a infiltração de água. Essa água, ao penetrar no concreto, pode causar corrosão nas armaduras, levando ao aumento de volume do aço e resultando em fissuras e danos estruturais. Portanto, a capacitação dos profissionais é crucial para prevenir esses problemas, garantindo a durabilidade e a segurança das edificações.



Figura 11 - Infiltração devido à falta de impermeabilização (Fonte: Próprio Autor).



Resultados e Discussão:

O resultado do estudo sobre os métodos construtivos de alvenaria estrutural e concreto armado evidencia a importância vital da qualificação da mão de obra na construção civil. Problemas estruturais são frequentemente atribuídos a uma execução inadequada, resultante da falta de conhecimento técnico e experiência dos profissionais envolvidos. Essa desqualificação não compromete apenas a segurança e a durabilidade das edificações, mas também resulta em um aumento significativo nos custos. O projeto desenvolvido em concreto armado teve um orçamento inicial de R\$ 29.317,73. Já o projeto em alvenaria estrutural iniciou com um orçamento de R\$ 19.160,26. Apesar de serem dois métodos construtivos distintos, ambos sofreram reajustes de 30% no orçamento devido a falhas estruturais e patologias geradas pela execução inadequada da mão de obra. O valor final do orçamento para o concreto armado foi de R\$ 38.104,04, enquanto o da alvenaria estrutural passou para R\$ 24.908,34. Esses reajustes impactaram não apenas o custo inicial, mas também os prazos de entrega e a rentabilidade do projeto, refletindo os efeitos negativos da má execução.

Esses aumentos de custo e prazos estão diretamente ligados ao impacto da má qualidade da mão de obra, que resultou em retrabalho e reprogramação das atividades. Um gráfico comparativo está representando a expectativa inicial do cliente em relação ao orçamento e avanço da obra, e o cenário real da obra, com os retrabalhos e ajustes necessários. O gráfico (Figura 12) evidencia como, à medida que a obra avançava, os imprevistos refletiam não apenas a alteração nos custos, mas também o prolongamento da entrega de obra.

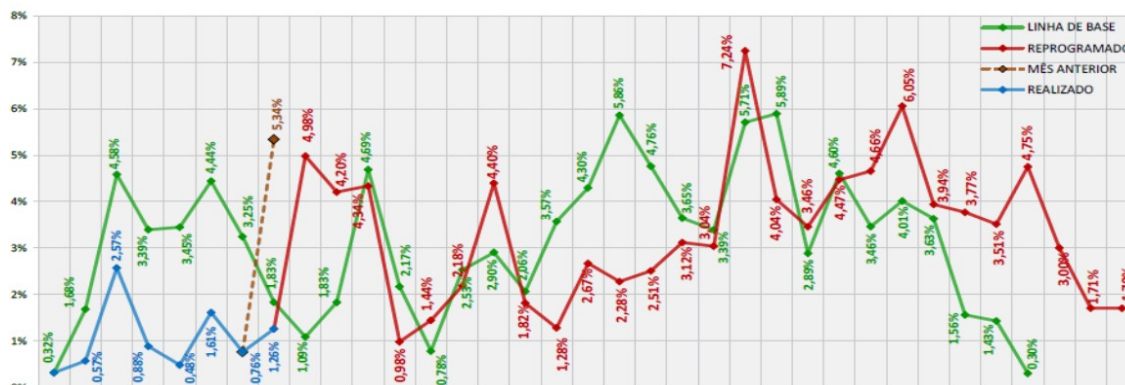


Figura 12 - Comparativo entre a expectativa do cliente e os serviços reprogramados devido à má qualidade da mão de obra.

A relação entre o aumento de custo e o atraso no cronograma reflete a importância de se antecipar e gerenciar as fases da obra, que envolvem concepção, execução, entrega e pós-obra. A experiência prática demonstrou que, embora muitos profissionais do setor da construção civil adotem procedimentos de controle de qualidade e tenham departamentos dedicados a isso, o retrabalho continua sendo um desafio significativo. Esse fator compromete não apenas a rentabilidade do projeto, mas também a satisfação do cliente.

O resultado destaca a importância da gestão eficiente em todas as etapas do processo construtivo, desde a concepção do projeto até a execução e entrega final da obra. Em um



CRE
Conselho Regulador
Engenharia e Ag



cenário de mercado competitivo, as construtoras precisam de processos robustos de controle de qualidade e planejamento para evitar que erros de execução prejudiquem a rentabilidade e a satisfação dos clientes. Embora muitas empresas adotem procedimentos de controle e possuam departamentos dedicados à Qualidade e Assistência Técnica, o retrabalho continua a ser um desafio significativo, refletindo a necessidade de uma fiscalização mais eficaz e de um planejamento mais detalhado.

Além disso, o uso de tecnologias como o *Building Information Modeling* (BIM) pode ser uma ferramenta fundamental para melhorar a qualidade e a gestão da obra. O BIM permite identificar e corrigir problemas antes que se tornem críticos, além de melhorar a comunicação entre os diversos envolvidos no projeto, garantindo que todas as partes trabalhem de forma mais coordenada e eficiente. Essa abordagem tecnológica não apenas reduz os custos e o tempo de execução, mas também melhorou a precisão na execução, minimizando as chances de falhas estruturais que desativam o retrabalho.

A capacitação contínua da mão de obra é outro fator crucial para mitigar os impactos do retrabalho. Profissionais bem treinados e atualizados nas melhores práticas construtivas têm mais capacidade para executar o projeto conforme o planejado, utilizando os materiais e técnicas adequadas para garantir a durabilidade e a segurança da construção. Além disso, uma força de trabalho enviada contribui diretamente para a qualidade do produto final, o que, por sua vez, fortalece a imagem da construtora no mercado e garante a satisfação do cliente.

Portanto, o impacto do retrabalho vai além dos custos financeiros imediatos, afetando também a qualidade e a confiança do cliente. A prevenção de falhas e a promoção de boas práticas construtivas são essenciais para o sucesso do projeto, e isso só é possível por meio de uma gestão ativa, da capacitação da mão de obra e do uso de tecnologias avançadas. Essas estratégias não apenas minimizam o retrabalho, mas também geram um ciclo virtuoso que contribui para a sustentabilidade e a competitividade da empresa no longo prazo.

Conclusão:

Em resumo, a construção civil vai além de um mero processo construtivo; ela possui um valor social significativo ao usuário. Portanto, à medida que a discussão sobre o retrabalho deve ser intensificada, a reflexão sobre a importância da qualificação da mão de obra deve ser uma prioridade. O presente estudo, ao destacar esses aspectos, estimula a criação de ferramentas e adequações que combatam o retrabalho, minimizando seus impactos financeiros e aumentando a qualidade das construções. A profissionalização dos trabalhadores, portanto, não é apenas uma questão de conformidade, mas um investimento estratégico que pode resultar em economia de custos, maior satisfação no mercado da construção civil e um legado de edificações de qualidade para as futuras gerações.



CRE
Conselho Regic
Engenharia e Ag



Agradecimentos:

Gostaríamos de agradecer a todos que desenvolveram para a realização deste trabalho. Agradecemos primeiramente a Deus, por nos dar força e sabedoria ao longo de nossa trajetória acadêmica. Aos nossos familiares, pelo apoio incondicional, paciência e motivação em cada etapa, sendo nossa base e inspiração para chegar até aqui.

Agradecemos também ao nosso professor orientador e aos professores do curso, pela partilha de conhecimentos e orientações fundamentais, sempre comprometidos a nos auxiliar em nosso desenvolvimento acadêmico e pessoal. Aos colegas de turma e amigos, agradecemos a parceria, incentivo e trocas de conhecimento que fizeram a caminhada mais leve.

Enfim, nosso reconhecimento vai para todas as pessoas e instituições que, de alguma forma, se desenvolveram para o sucesso deste projeto, ajudando a transformar esta etapa em um aprendizado enriquecedor e completo.

Referências:

ALEXANDRE, I.F. **Manifestações patológicas em empreendimento habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causa e efeito, 2008.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Acessado em 10/10/2024.)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136 (2007) – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos,** (Acessado em 20/10/2024).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812 (2010) – Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos,** acesso em 20/10/2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8798 (1985) Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto,** (Acessado em 20/10/2024).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 (2014) – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento.** (Acessado em 20/10/2024).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868-2:2020 – Alvenaria Estrutural –Parte 2: Execução e controle de obras.** (Acessado em 20/10/2024).

LEÃO, João Carlos. **Desenvolvimento de Habilidades na Construção Civil: Desafios e Oportunidades.** São Paulo: Editora Construção, 2016, (Acessado em 15/10/2024).

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção Civil, 2007.** 1ª Ed. Editora: PINI. 1ª ed, (Acessado em 10/10/2024).



CRE
Conselho Regulador
Engenharia e Agrimensura



NASCIMENTO, João. Formação e Qualificação Profissional na Construção Civil. São Paulo: Editora Construção, 2021, (Acessado em 105/10/2024).

POZZOBON, M.A. O processo de monitoramento e controle tecnológico em obras de alvenaria estrutural, 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria. (Acessado em 20/10/2024).

SABBATINI, F.H. Alvenaria Estrutural – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal, 2003 – Caixa econômica Federal Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano, (Acessado em 31/10/2024).

SAMPAIO, M.B. Fissuras em edifícios residências em alvenaria estrutural, 2010. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, (Acessado em 08/10/2024).

SILVA, L.B. Patologias em alvenaria estrutural: causas e diagnóstico, 2013. Artigo (Graduação) – Universidade Federal de Juiz de Fora, (Acessado em 20/10/2024).

SOUZA, M.W.S. Levantamento de erros executivos em edifícios em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, 2011. Monografia. Universidade Federal do Ceará.

TOGNETTI, G. O que é qualidade? Conheça seus princípios e como aplica-la na construção civil. Engenheiro no Canteiro, 2016. Disponível em <https://engenheironocanteiro.com.br/qualidade-na-construcao-civil/>. (Acessado em 24/10/2024).

ZANZARINI, José Carlos. Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural: estudo de caso. 2016. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016, (Acessado em 31/10/2024).