

Universidade do Vale do Paraíba
Faculdade de Engenharias e Arquitetura e Urbanismo
FEAU/UNIVAP

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO ENTRE GRAMPOS NA
PRODUTIVIDADE E NA QUALIDADE DAS FÔRMAS PARA VIGAS DE
CONCRETO ARMADO**

Eduardo Pinheiro Do Prado Machado
Lucas Gabriel Almeida Rosa

São José dos Campos
2025

Eduardo Pinheiro Do Prado Machado
Lucas Gabriel Almeida Rosa

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO ENTRE GRAMPOS NA
PRODUTIVIDADE E NA QUALIDADE DAS FÔRMAS PARA VIGAS DE
CONCRETO ARMADO**

Relatório Final apresentado como parte
das exigências da disciplina Trabalho de
Graduação à banca avaliadora do curso de
Engenharia Civil da Faculdade de
Engenharias e Arquitetura e Urbanismo
da Universidade do Vale do Paraíba

Orientadora: Profa. Dra. Julia Wippich
Lencioni

São José dos Campos
2025

AGRADECIMENTOS

Lucas Almeida;

Em primeiro lugar, dedico este estudo a Deus, por me dar força, sabedoria e saúde para chegar até aqui, iluminando meu caminho em cada etapa dessa jornada.

À minha mãe Carla, pelo amor infinito e por sempre acreditar em mim, mesmo quando tudo parecia difícil. Ao meu pai Claudio, exemplo de dedicação e coragem que me ensinou a importância do esforço e da honestidade.

À minha namorada Geovanna, pelo carinho, paciência e apoio constante, sendo minha fortaleza nos momentos mais desafiadores.

Eduardo Machado;

Ao meu pai Fernando, exemplo de caráter, trabalho e determinação, que sempre me inspirou a ser alguém melhor e nunca desistir dos meus objetivos.

À minha mãe Patrícia, pelo amor incondicional, pelos conselhos e por ser meu porto seguro em todas as fases da vida.

Ao meu irmão Guilherme, pela parceria, cumplicidade e por caminhar comigo lado a lado, sempre torcendo pelo meu sucesso.

À minha namorada Mariana, por toda motivação e acreditando em mim mesmo nos dias mais difíceis.

À Professora Julia Wippichi, por nos dar total apoio nos conhecimentos sobre o tema, pelo comprometimento com o nosso grupo e pela dedicação em compartilhar sua experiência de forma clara e sua orientação foi essencial para que pudéssemos compreender os conceitos e desenvolver este trabalho com qualidade.

A todos vocês, nossa eterna gratidão.

RESUMO

Este Trabalho de Graduação tem como objetivo analisar como o espaçamento entre grampos metálicos reutilizáveis influencia a produtividade e a qualidade das fôrmas de madeira utilizadas na execução de vigas de concreto armado. Para isso, foram construídas quatro fôrmas-teste: três utilizando o sistema de grampos, com espaçamentos de 0,6 m, 0,8 m e 1 m, e uma pelo método convencional, com pregos, ripas e arames. Durante esse processo, foram avaliados aspectos como tempo de execução, ocorrência de deformações, vazamentos, rompimento dos sarrafos e estabilidade estrutural. Os resultados mostraram que o espaçamento de 0,6 m, padrão utilizado pela empresa EcoGrampos, apresentou o melhor desempenho, garantindo estabilidade, ausência de vazamentos e maior rapidez na montagem, finalizada em 1 minuto e 22 segundos. O espaçamento de 0,8 m também se mostrou eficiente, sem deformações significativas, assegurando boa qualidade superficial da viga acabada. Por outro lado, o espaçamento de 1 m apresentou envergamento visível das fôrmas ainda durante a concretagem, comprometendo o alinhamento e inviabilizando a reutilização do material. Em comparação, o método convencional de montagem exigiu 36 minutos e 9 segundos para execução da fôrma de madeira, além de maior consumo de materiais e danos às fôrmas.

Palavras-chave: Fôrmas para concreto; Grampos metálicos; Produtividade; Espaçamento; Construção civil.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Chapa de madeirite pintada e plastificada
- Figura 2 – Escoras responsáveis pela fixação das fôrmas
- Figura 3 – Predominância da madeira em fôrmas (obras menores)
- Figura 4 – Amostra da instalação do grampo
- Figura 5 – Esquema de montagem do grampo na estrutura
- Figura 6 – Fôrmas em Processo de Montagem com pregos, arames e sarrafos
- Figura 7 – Fixação da fôrma para concretagem com grampos
- Figura 8 – Fôrma finalizada utilizando espaçamento de 0,6 m (Grampos metálicos)
- Figura 9 – Medição e corte das ripas de 0,05 m de altura
- Figura 10 – Fôrma montada com espaçamento de 0,6 m (Método convencional)
- Figura 11 – Fôrma montada com espaçamentos de 0,8 m (Grampos)
- Figura 12 - Fôrma finalizada com espaçamento de 1 m (Grampos)
- Figura 13 – Tempo de montagem da fôrma com espaçamento de 0,6 m utilizando o método com grampos
- Figura 14 – Fôrma com espaçamento de 0,6 m finalizada (Método com grampos)
- Figura 15 - Tempo de montagem da fôrma com espaçamento de 0,6 m utilizando o método convencional
- Figura 16 - Fôrma finalizada com espaçamento de 0,8m
- Figura 17 - Envergamento no sarrafo de espaçamento 1 m
- Figura 18 - Viga concretada com espaçamento de 0,6 m (Grampos metálicos)
- Figura 19 – Viga concretada com espaçamento de 0,8 m

SUMÁRIO

1.1 JUSTIFICATIVA	8
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo Geral.....	9
1.2.2 Objetivos Especificos	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 FÔRMAS PARA CONCRETO ARMADO	10
2.2 NORMATIVAS RELACIONADAS AS FÔRMAS	12
2.3 ESTABILIDADE DAS FÔRMAS	13
2.4 GRAMPOS METÁLICOS PARA TRAVAMENTO DE FÔRMAS (ECOGRAMPOS).....	14
2.5 MÉTODO CONVENCIONAL DE MONTAGEM DE FÔRMAS DE MADEIRA	15
2.6 MÉTODO DE MONTAGEM DE FÔRMAS DE MADEIRA COM GRAMPOS METÁLICOS	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 CÁLCULO DE MATERIAIS UTILIZADOS.....	19
3.2 MÉTODO UTILIZANDO ESPAÇAMENTO DE 0,6 m ENTRE OS GRAMPOS METÁLICOS	20
3.4 MÉTODO CONVENCIONAL UTILIZANDO ESPAÇAMENTO DE 0,6 m ENTRE AS AMARRAÇÕES DA FÔRMA.....	21
3.5 MÉTODO UTILIZANDO ESPAÇAMENTO DE 0,8 m ENTRE OS GRAMPOS METÁLICOS	23
3.6 MÉTODO UTILIZANDO ESPAÇAMENTO DE 1 m ENTRE OS GRAMPOS METÁLICOS	23
4 RESULTADOS.....	24
4.1 ESPAÇAMENTOS DE 0,6 m.....	24
4.2 ESPAÇAMENTOS DE 0,6 m (MÉTODO CONVENCIONAL)	26
4.3 ESPAÇAMENTO DE 0,8 m	26
4.4 ESPAÇAMENTO DE 1M.....	27
4.5 COMPARAÇÃO DE CUSTOS	28
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

As fôrmas para construção civil e seus subsistemas possuem definição e requisitos especificados em normas, os quais é preciso seguir a fim de evitar patologias futuras. Segundo a NBR 15696 — Fôrmas para concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos (ABNT, 2009), as fôrmas são “estruturas provisórias utilizadas para moldar o concreto fresco, resistindo a todas as ações provenientes das cargas variáveis resultantes das pressões do lançamento do concreto fresco até que o concreto se torne ‘autoportante’”.

As fôrmas para concreto podem representar entre 30% e 70% do custo total na construção de estruturas de concreto. O valor pode variar de acordo com a altura que a estrutura de concreto fica do “piso”, por exemplo, uma viga com uma distância maior do piso exige um grau de complexidade maior, exigindo um material de melhor qualidade, impactando diretamente na porcentagem do custo total da construção representado pela estrutura das fôrmas. (Peurifoy, Shapira e Schmitt, 2015).

Diversos materiais podem ser empregados na confecção de fôrmas para estruturas de concreto, como o aço, plástico, alumínio e a madeira, como podemos ver na Figura 1, uma chapa de maderite plastificada.

Figura 1 – Chapa de maderite pintada e plastificada



Fonte: Thomasi S.A., 2025.

A madeira ainda é a escolha mais comum, especialmente em obras menores e de baixo custo. Isso acontece por ser um material de fácil acesso e manuseio. As montagens dessas fôrmas de madeira são simples, mas dependendo do método adotado pode impactar diretamente no ciclo de montagem e desmontagem, além de influenciar na vida útil da estrutura das fôrmas. Como destacam (Helene e Terzian, 1992), apesar de sua popularidade, “a durabilidade e o reaproveitamento da madeira são limitados, o que impacta diretamente nos custos e na eficiência da obra”.

Apesar dessas vantagens, o processo de montagem das fôrmas de madeira é predominantemente artesanal, demandando intensa mão de obra e tempo, o que reduz a produtividade do serviço quando comparado a sistemas industrializados (COSTA, 2014). Para aumentar sua durabilidade, é comum adotar medidas como a aplicação de desmoldantes, pintura em áreas após corte, uso de chapas resinadas ou plastificadas e o armazenamento adequado em locais secos e ventilados.

O setor da construção busca inovações em seus produtos e processos, de forma a otimizar os custos para maximização dos lucros, através da melhoria na produtividade, menor consumo de materiais e maior reaproveitamento dos mesmos.

Um exemplo é a utilização de aço cortado e dobrado em uma central de forma, a fim de evitar desperdício de ferragem, melhor aproveitamento do espaço no canteiro de obras, bem como menor utilização de mão de obra, visto que, no cenário atual, a mesma representa uma parcela importante nos gastos mensais do construtor, devido à sua valorização com a ascensão do mercado construtivo." (MOREIRA, 2013).

O grampo metálico trata-se de um componente desenvolvido para facilitar a montagem das caixarias de vigas, vergas e contra-vergas.

1.1 JUSTIFICATIVA

O estudo se justifica pela necessidade de aprofundar o conhecimento técnico sobre como o espaçamento entre os grampos metálicos influencia a produtividade, a qualidade das fôrmas para vigas de concreto e o produto final, ou seja, o elemento de concreto endurecido e deformado.

Ao investigar essa relação, pretende-se obter dados que possam orientar engenheiros, mestres de obras e demais profissionais da construção civil na tomada de decisões mais assertivas, contribuindo para a otimização dos recursos, redução de retrabalhos e melhoria do desempenho estrutural.

Além disso, o estudo busca gerar dados e análises que possam ser aplicados em obras reais do dia a dia. O foco está na melhoria da produtividade e da qualidade, já que cada detalhe construtivo pode representar ganhos significativos no resultado final.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Entender como o espaçamento entre os grampos metálicos usado nas fôrmas de vigas podem afetar tanto na produtividade da obra quanto na qualidade final do produto, buscando maneiras de tornar esse processo mais eficiente e seguro.

1.2.2 Objetivos Específicos

Este estudo tem como objetivo específico realizar uma análise aprofundada sobre a utilização dos grampos metálicos na montagem das fôrmas para vigas. Para isso, foram feitas análises de diferentes espaçamentos entre os grampos, buscando compreender como essas variações influenciam na praticidade, na eficiência do processo de montagem e em seus custos.

- Análise da praticidade e eficiência do processo de montagem com diferentes espaçamentos (0,6m, 0,8m, 1m).
- Verificação da interferência do espaçamento na qualidade da fôrma (alinhamento, vedação e estabilidade).
- Comparação dos resultados obtidos pelo método utilizando os grampos metálicos e método convencional (pregos, sarrafos e arames), considerando custos e medição de tempo na montagem.
- Viabilização e recomendações de boas práticas para a construção civil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Fernandes (2020), o concreto armado é amplamente utilizado na construção civil devido à sua resistência e durabilidade, sendo indispensável o uso de fôrmas para garantir a geometria e as dimensões projetadas das estruturas.

Essas estruturas que podem ser temporárias ou permanentes têm a função de moldar o concreto ainda fresco, garantindo que ele se mantenha estável até atingir resistência suficiente para sustentar-se por conta própria, “assim como um molde de bolo define a forma do bolo, as fôrmas definem a forma da estrutura de concreto” (ARCELORMITTAL, 2024)

As fôrmas para concreto armado desempenham um papel fundamental no processo construtivo, especialmente na moldagem de vigas. Elas são responsáveis por dar o formato desejado ao elemento estrutural, garantindo a contenção do concreto fresco até sua cura e ganho de resistência. A escolha adequada das fôrmas influencia diretamente a qualidade, a segurança, o custo e a sustentabilidade da obra. (HELENE, 2015).

A construção civil é um dos setores que mais gera resíduos sólidos, representando um desafio ambiental e econômico significativo. Esses resíduos, conhecidos como Resíduos da Construção Civil, incluem materiais como concreto, argamassa, tijolos, cerâmica e madeira, que, quando descartados inadequadamente, podem causar impactos como poluição do solo e da água, além de problemas urbanos (SOUSA, 2016).

Para minimizar esses efeitos, a ABNT NBR 10004:2004 estabelece critérios para a classificação dos resíduos, diferenciando-os entre perigosos e não perigosos, enquanto a ABNT NBR 15114:2004 define diretrizes para implantação e operação de áreas de reciclagem, visando o reaproveitamento de materiais como agregados reciclados (ABNT, 2004).

Estudos apontam que práticas de gestão e reutilização dos RCC reduzem a necessidade de extração de recursos naturais e promovem a sustentabilidade no setor (ALMEIDA et al., 2025). Assim, a adoção das normas técnicas e de políticas de reciclagem é essencial para garantir um desenvolvimento mais sustentável na construção civil (ARANTES, 2021).

2.1 FÔRMAS PARA CONCRETO ARMADO

O desenvolvimento das fôrmas está profundamente ligado à evolução do concreto como material de construção. Desde as civilizações antigas, já se utilizavam

fôrmas rudimentares para moldagem de materiais como argamassa, adobe e concreto primitivo. No entanto, foi com o surgimento do concreto armado, no final do século XIX, que as fôrmas começaram a ser sistematizadas e tecnicamente aprimoradas (NEVILLE, 2013).

O concreto armado surgiu a partir das experimentações do francês Joseph Monier, que, em 1867, patenteou vasos de plantas reforçados com ferro, expandindo posteriormente a aplicação para pontes, lajes e vigas. A partir disso, o engenheiro francês François Hennebique, em 1892, desenvolveu um sistema estrutural completo em concreto armado, que rapidamente se difundiu na Europa e, posteriormente, em outros continentes (MEHTA, 2014).

Nessa fase inicial, as primeiras fôrmas aplicadas ao concreto armado eram predominantemente de madeira, material escolhido por sua ampla disponibilidade, facilidade de manuseio e baixo custo. Essas fôrmas eram compostas por tábuas e escoras de madeira, podendo ser observado na Figura 2, fixadas com sistemas simples de pregos, parafusos e amarrações, suficientes para conter o concreto fresco até seu endurecimento (HELENE, 2015). Assim o tal modelo vem sendo levado em constante evolução e aprimoramento até os dias de hoje.

Figura 2 – Escoras responsáveis pela fixação das fôrmas de madeira.



Fonte: LALM ENGENHARIA, 2022.

Com a expansão do uso do concreto armado em obras de maior porte, surgiram desafios relacionados à precisão dimensional, resistência das fôrmas e à qualidade do acabamento superficial. Esse cenário motivou a evolução dos sistemas de fôrmas,

que passaram a incorporar materiais como o aço, o alumínio, o compensado plastificado e, mais recentemente, polímeros e sistemas modulares industrializados (VIEIRA, 2019; SILVA, 2020).

Atualmente, embora haja grande avanço no desenvolvimento de fôrmas metálicas e plásticas, a madeira ainda continua sendo amplamente utilizada em obras de pequeno e médio porte, devido à sua versatilidade, disponibilidade e baixo custo, principalmente no mercado brasileiro. No entanto, observa-se uma tendência crescente na adoção de sistemas industrializados, que visam maior produtividade, segurança, sustentabilidade e qualidade nas edificações, (SOUZA, 2018).

O método convencional é flexível, adaptável e quando bem executado, garante excelente qualidade. Além disso, para obras pequenas, muitas vezes é a solução mais viável economicamente (TEIXEIRA & GUEDES, 2019), como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Predominância da madeira em fôrmas (obras menores)



Fonte: BRAINC, 2022.

2.2 NORMATIVAS RELACIONADAS AS FÔRMAS

Segundo a ABNT NBR 14931:2023 Execução de Estruturas de Concreto Procedimento, as fôrmas devem apresentar:

- Estanqueidade para evitar vazamento de nata de cimento;
- Resistência à pressão do concreto fresco;
- Precisão dimensional;
- Facilidade de montagem, desmontagem e reaproveitamento.

Tem-se a necessidade de escolher os tipos de fôrmas para vigas e sempre considerar:

- Custo inicial e de reaproveitamento;
- Tempo de montagem e desmontagem;
- Acabamento superficial desejado;
- Impacto ambiental;
- Disponibilidade de mão de obra especializada.

As fôrmas convencionais, especialmente as confeccionadas em madeira, possuem vida útil limitada quando comparadas a sistemas industrializados. Muitas vezes, devido à má conservação, manuseio inadequado ou planejamento ineficiente, essas fôrmas são descartadas antes de atingir seu ciclo máximo de reaproveitamento (HELENE, 2015).

Como citado por (HELENE, 2015), podemos ter em mente que esse descarte precoce gera impactos diretos tanto no aumento dos custos da obra quanto na geração de resíduos, contribuindo para a sobrecarga dos aterros e degradação ambiental.

Do ponto de vista normativo, a NBR 15696 (ABNT, 2009) estabelece diretrizes para o correto uso, manutenção e reaproveitamento das fôrmas, visando segurança, economia e redução de desperdícios.

Portanto, a redução do descarte de fôrmas não é apenas uma demanda ambiental, mas também uma prática alinhada com a eficiência econômica, a produtividade no canteiro de obras e os princípios de sustentabilidade preconizados pela construção civil moderna (REVISTA DELOS, 2025)

O desenvolvimento e a escolha adequada de fôrmas para vigas, lajes e pilares em concreto armado impactam diretamente na produtividade, sustentabilidade e qualidade das obras. Estudos apontam uma tendência crescente no uso de sistemas industrializados, alinhando-se às demandas por construções mais rápidas, econômicas e ambientalmente responsáveis (HELENE, 2015).

2.3 ESTABILIDADE DAS FÔRMAS

O travamento das fôrmas de concreto é uma etapa fundamental para garantir a estabilidade durante o processo de concretagem e para assegurar a precisão

dimensional das peças estruturais. Tradicionalmente, esse travamento é realizado com o uso de pregos, parafusos, arames recozidos e sistemas de escoramento em madeira, métodos que, embora eficazes, apresentam limitações significativas quanto à durabilidade, reaproveitamento e impacto ambiental (HELENE, 2015).

Nos últimos anos, a construção civil tem adotado soluções mais sustentáveis e eficientes, entre elas, o uso de grampos metálicos para travamento das caixarias, desenvolvidos como alternativa ao sistema tradicional de travamento e fixação das fôrmas (OBRAMAX, 2023)

Os grampos metálicos, geralmente confeccionados em aço galvanizado ou materiais compostos resistentes, são dispositivos reutilizáveis, projetados para realizar o travamento das fôrmas com rapidez, segurança e precisão (VIEIRA, 2019).

2.4 GRAMPOS METÁLICOS PARA TRAVAMENTO DE FÔRMAS (ECOGRAMPOS)

A EcoGrampos é uma empresa brasileira, localizada em São José Dos Campos – SP, especializada na fabricação de grampos metálicos reutilizáveis para montagem de fôrmas na construção civil. Seu principal produto, o "Ecogrampo", substitui métodos tradicionais que utilizam pregos, arames e sarrafos, oferecendo maior rapidez, economia e sustentabilidade.

Os grampos metálicos são produzidos em aço AVB possuindo uma matéria-prima limpa e renovável, diminuindo assim, os impactos do desenvolvimento urbano ao meio ambiente.

Na Figura 4 são mostrados os grampos metálicos já montados com o sarrafo fixado; e na Figura 5 observa-se o esquema de montagem do grampo na estrutura. Tem-se como premissa a diminuição dos danos causados pelos pregos às fôrmas, aumentando assim, a quantidade de ciclos de vida útil da mesma.

Figura 4 – Instalação dos grampos em uma fôrma de madeira para baldrame.



Fonte: EcoGrampos, 2025.

Figura 5 – Esquema de montagem do grampo na estrutura.



Fonte:EcoGrampos, 2025.

O grampo metálico vem melhorando a produtividade na montagem das fôrmas, a vida útil da madeira empregada, e reduzindo a quantidade de material descartado no canteiro de obras.

2.5 MÉTODO CONVENCIONAL DE MONTAGEM DE FÔRMAS DE MADEIRA

O sistema convencional de fôrmas de madeira ainda é bastante comum nas obras brasileiras, principalmente nas de pequeno e médio porte. Ele é composto

basicamente por sarrafos e tábuas de madeira serrada, compensado para os painéis, pregos e arames para fixação, além dos escoramentos, que podem ser de madeira ou metálicos (COSTA e DINIZ, 2014), conforme pode ser visualizado na Figura 6.

Figura 6 – Fôrmas de madeira em processo de montagem com pregos, arames e sarrafos



Fonte: Portal Construção Fácil, 2019.

Esse sistema possui algumas características relevantes que o levam a ser o mais utilizado no Brasil, sendo eles;

- Sarrafos e tábuas de madeira serrada;
- Compensado para painéis;
- Pregos e arames para fixação;
- Escoramentos de madeira ou metálicos.

Como citado por Calil Jr. (2005) o planejamento e projeto das fôrmas são etapas fundamentais para assegurar a qualidade da estrutura. É necessário considerar as ações atuantes, como peso próprio das fôrmas, peso do concreto fresco e o peso que ficará sobre a estrutura. O dimensionamento correto dos espaçamentos entre pontaletes e transversinas é essencial para garantir segurança e economia.

Outro ponto importante é o uso das escoras. Elas são responsáveis por manter a fôrma estável e suportar o peso do concreto fresco. Se mal posicionadas, podem levar a deformações ou até acidentes. Por isso, é essencial calcular corretamente os espaçamentos e travamentos, algo que muitas vezes é feito de forma empírica, mas deveria seguir critérios técnicos (ALENCAR, 2020).

Apesar de ser um método tradicional, a utilização do sarrafo, pregos e arames, tem suas desvantagens. O consumo elevado de madeira e a geração de resíduos são problemas sérios, principalmente quando pensamos em sustentabilidade. Por isso, cresce a busca por alternativas como fôrmas metálicas ou plásticas, que permitem maior reaproveitamento e reduzem impactos ambientais (SOUZA & LOPES, 2018).

A execução das fôrmas deve seguir as especificações do projeto estrutural, para que a montagem ocorra da maneira correta, evitando que o sarrafo se abra ou não aguarde, ou até mesmo o desalinhamento da fôrma. A tolerância dimensional geralmente aceita é de $\pm 0,5$ cm, garantindo precisão na geometria da estrutura (TEIXEIRA & GUEDES, 2019).

Segundo Costa (2014), esse sistema é caracterizado por sua flexibilidade, baixo custo inicial e facilidade de adaptação em campo. Podendo no fim das contas aumentar o custo total da estrutura, mesmo que o material em si pareça barato no início.

2.6 MÉTODO DE MONTAGEM DE FÔRMAS DE MADEIRA COM GRAMPOS METÁLICOS

O uso de grampos como elemento de fixação nas fôrmas representa uma evolução no processo construtivo, substituindo os pregos e arames, permitindo uma montagem mais rápida, reutilização dos painéis e redução de danos ao material (BRASFIXO, 2025).

O funcionamento é simples: os ecogrampos são peças metálicas, geralmente de aço galvanizado, que fazem o travamento das fôrmas com segurança e precisão.

Diferente do sistema convencional, que exige muito tempo para fixar e desmontar, os grampos permitem uma montagem rápida e organizada, sem danificar as peças de madeira ou compensado (VALENTINI, 2018).

Outro aspecto relevante é a estética e a qualidade do acabamento proporcionado pelo uso de grampos metálicos. A fôrma montada com grampos metálicos apresenta uma aparência mais uniforme e menos danificada, quando comparada àquela que utiliza pregos e arames. Essa característica é especialmente importante em obras que exigem precisão dimensional e bom acabamento superficial, como estruturas aparentes ou elementos arquitetônicos (COSTA, 2014).

Além das vantagens técnicas, a adoção de grampos contribui para práticas

mais sustentáveis na construção civil. A redução de resíduos, a maior vida útil dos painéis e a diminuição do consumo de madeira estão alinhadas às diretrizes de sustentabilidade e eficiência que vêm sendo cada vez mais exigidas pelo setor (BARROSO, 2018).

As fôrmas montadas com ecogrampos apresentam um acabamento mais limpo e uniforme, sem marcas de pregos ou deformações causadas por arames. Isso é especialmente relevante em estruturas aparentes, onde a estética conta muito (HELENE & PEREIRA, 2015).

Segundo Valentini (2018), o uso de grampos metálicos em fôrmas metálicas ou mistas (metal + compensado plastificado) aumentou a produtividade em até 30% em relação ao sistema convencional.

Com a praticidade e eficácia dos grampos podemos observar que a fôrma fica com uma aparência totalmente diferente comparado com a utilização de pregos, sarrafos e arames, sendo vista na Figura 7. Por fim, vale destacar que, apesar de ser uma tecnologia simples, os ecogrampos representam uma mudança de mentalidade: sair do improvisado e adotar soluções planejadas, que trazem ganhos reais em qualidade, segurança e sustentabilidade (BARROSO, 2018).

Figura 7 – Fixação da fôrma para concretagem com grampos



Fonte: COSTA, 2014.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CÁLCULO DE MATERIAIS UTILIZADOS

A empresa ECOGRAMPO adota como padrão o espaçamento de 60 centímetros entre os grampos em suas obras. Durante o processo de concretagem e desforma realizados neste trabalho, foi analisado se os sarrafos iriam ceder ou apresentar vazamentos. Após a desmontagem, foi verificado se os sarrafos apresentaram rachaduras ou outras avarias. Por fim, foi comparado o tempo de montagem pelo método com grampos em relação ao método convencional, que utiliza pregos e arames. Tendo os dados referentes aos tempos de montagem das fôrmas, realizamos os calculos de custos.

Para este trabalho, foram confeccionadas três fôrmas de teste com configurações de espaçamento entre os grampos de 0,6 m, 0,8 m e 1,0 m. A tábua de madeira serrada utilizada tinha espessura de 0,02 m, comprimento de 3,0 m e largura de 0,19 m.

O traço utilizado para o concreto foi 1:8:6 (cimento:areia:brita). Foi realizado o cálculo para a concretagem de três fôrmas, visto que o tempo de montagem foi comparado apenas entre as fôrmas com espaçamento de 60 cm entre os elementos de travamento.

Na Tabela 1 são apresentados dados referentes aos materiais empregados no desenvolvimento deste trabalho .

Tabela 1 – Quantificação de materiais.

PROJEÇÕES DE FÔRMAS E GRAMPOS		
	Medidas	UM
LARGURA TABUA	0,19	m
ALTURA TABUA	0,3	m
COMPRIMENTO TABUA	3	m
TOTAL CONCRETO/FÔRMA	0,171	m³
QUANTIDADE GRAMPO/FÔRMA 1	12	Pc
QUANTIDADE GRAMPO/FÔRMA 2	10	Pc
QUANTIDADE GRAMPO/FÔRMA 3	8	Pc
ESPAÇAMENTO GRAMPO/FÔRMA 1	0,6	m
ESPAÇAMENTO GRAMPO/FÔRMA 2	0,8	m
ESPAÇAMENTO GRAMPO/FÔRMA 1	1	m
DADOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS		
	Qtd	UM
QUANTIDADE DE TABUAS 3m/FÔRMA	2	Pc
QUANTIDADE DE FÔRMAS	4	Pc
QUANTIDADE TOTAL DE TABUAS 3m	8	Pc
DADOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS		
	Qtd	UM
TOTAL SAC 50kg CIMENTO/FÔRMA	4	Sac
TOTAL SAC 20kg PEDRA/FÔRMA	18	Sac
TOTAL SAC 20kg AREIA/FÔRMA	24	Sac
TOTAL DE CONCRETO M³	0,513	m³

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.2 MÉTODO UTILIZANDO ESPAÇAMENTO DE 0,6 m ENTRE OS GRAMPOS METÁLICOS

A análise referente ao espaçamento dos grampos a cada 0,6 m teve como objetivo comparar o método utilizando grampos com a montagem de fôrma pelo sistema convencional.

O processo iniciou-se com a fixação dos grampos nos blocos, realizando a medição dos espaçamentos de grampos a cada 0,6 m. Logo em seguida, os sarrafos de 0,3 m de altura foram posicionados na parte inferior dos grampos, garantindo o alinhamento e a estabilidade, logo em seguida os demais grampos foram fixados na parte superior realizando o travamento de toda fôrma, finalizando a montagem do mesmo, como pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 – Fôrma finalizada utilizando espaçamento de 0,6 m entre os grampos metálicos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.4 MÉTODO CONVENCIONAL UTILIZANDO ESPAÇAMENTO DE 0,6 m ENTRE AS AMARRAÇÕES DA FÔRMA

O processo pelo método convencional teve início com a demarcação da ripa de 0,05 cm de altura, utilizada para o travamento do sarrafo de 0,3 m de altura, conforme ilustrado na Figura 9.

Em seguida, foram realizadas perfurações nos blocos para a passagem do arame cozido, permitindo a amarração e travamento na parte inferior de 12 suportes (6 de cada lado da estrutura) para o posicionamento dos sarrafos. Após essa etapa, a parte superior da fôrma foi posicionado mais 6 ripas e pregado a cada 0,6 m, acompanhando o alinhamento da gravata, assim finalizando a montagem da fôrma, como pode ser visto na Figura 10.

Figura 9 – Medição e corte das ripas de 0,05 m de altura



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figura 10 – Fôrma montada com espaçamento de 0,6 m (Método convencional)



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.5 MÉTODO UTILIZANDO ESPAÇAMENTO DE 0,8 m ENTRE OS GRAMPOS METÁLICOS

O processo de montagem da fôrma teve início com a demarcação dos espaçamentos de 0,8 m utilizando uma trena e em seguida, os grampos foram fixados nos blocos. Para essa montagem, foram utilizados 10 grampos, sendo cinco na parte inferior do sarrafo e cinco na parte superior, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Fôrma montada com espaçamentos de 0,8 m entre os grampos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.6 MÉTODO UTILIZANDO ESPAÇAMENTO DE 1 m ENTRE OS GRAMPOS METÁLICOS

No espaçamento de 1 m entre os grampos, foram utilizados oito grampos, sendo quatro na parte inferior e quatro na parte superior da fôrma. Logo após foi realizado a medição dos espaçamentos e a fixação dos grampos na parte inferior do sarrafo, seguindo com o travamento dos demais grampos na parte superior, como pode ser visto na Figura 12.

Figura 12 - Fôrma finalizada com espaçamento de 1 m entre os grampos metálicos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

4 RESULTADOS

Foi realizada a confecção de quatro fôrmas, sendo três delas utilizando diferentes espaçamentos entre os grampos e uma pelo método convencional, com o objetivo de observar pontos de comportamento durante e após a concretagem. Os aspectos analisados foram: ocorrência de rompimento dos sarrafos, desalinhamento das fôrmas, vazamento do concreto, comparação do tempo de montagem e de custos entre os métodos.

4.1 ESPAÇAMENTOS DE 0,6 m

O método com grampos metálicos apresentou um tempo de montagem de 1 minuto e 22 segundos, como pode ser visualizado na Figura 13.

Durante a concretagem, não houve vazamento significativo de concreto pela fôrma, nenhum desalinhamento de sarrafo e nenhum dano ou rompimento nos sarrafos, conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 13 – Tempo de montagem da fôrma com espaçamento de 0,6 m utilizando o método com grampos



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figura 14 – Fôrma finalizada com espaçamento de 0,6 m entre os grampos metálicos finalizada



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

4.2 ESPAÇAMENTOS DE 0,6 m (MÉTODO CONVENCIONAL)

O método convencional apresentou um tempo de montagem de 36 minutos e 09 segundos, como demonstrado na Figura 15.

Figura 15 - Tempo de montagem da fôrma com espaçamento de 0,6 m utilizando o método convencional



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

4.3 ESPAÇAMENTO DE 0,8 m

Durante a concretagem, a fôrma apresentou um desempenho eficaz, não ocorrendo deformações, rompimentos ou qualquer tipo de vazamento, garantindo assim a utilização do espaçamento com segurança e qualidade, conforme ilustrado na Figura 16.

Figura 16 - Fôrma finalizada com espaçamento de 0,8m



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

4.4 ESPAÇAMENTO DE 1M

Logo após a cura do concreto, foi possível perceber visualmente um envergamento no sarrafo da fôrma com espaçamento de 1 m, mesmo antes da desforma.

Durante a concretagem, a fôrma apresentou uma leve deformação, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 – Envergamento da fôrma com espaçamento 1 m entre os grampos metálicos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

4.5 COMPARAÇÃO DE CUSTOS

A análise dos custos relacionados aos métodos de montagem das fôrmas evidencia diferenças significativas tanto no consumo de materiais quanto na mão de obra empregada, como pode ser observado na Tabela 4. Com base nos dados obtidos, foram comparados dois cenários distintos: a montagem convencional e a montagem com grampos metálicos considerando um tempo padrão de 60 minutos, além da comparação utilizando o tempo real de execução registrado nas atividades práticas.

Tabela 2 – Comparação de custos

TEMPO DE SERVIÇO	DIÁRIA PEDREIRO	DIÁRIA AJUDANTE	CX ECOGRAMPO (40 GRAMPOS)	SARRAFO (0,2 X 5,0 X 300CM)	PREGO (1KG)	ARAME (1KG)	VALOR TOTAL
	R\$ 250,00	R\$ 175,00	R\$ 51,00	R\$ 30,00	R\$ 19,71	R\$ 17,50	
TEMPO DE SERVIÇO REALIZADO							
36MIN 09SEG (SEM ECOGRAMPO)	R\$ 18,80	R\$ 13,16	R\$ -	R\$ 30,00	R\$ 19,70	R\$ 17,50	R\$ 99,16
1MIN 22SEG (COM ECOGRAMPO)	R\$ 0,64	R\$ 0,44	R\$ 51,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 52,08
PROVÁVEL SITUAÇÃO EM 60MIN DE SERVIÇO							
60MIN (SEM ECOGRAMPO)	R\$ 31,25	R\$ 21,88	R\$ -	R\$ 30,00	R\$ 19,70	R\$ 17,50	R\$ 120,33
60 MIN (COM ECOGRAMPO)	R\$ 31,25	R\$ 21,88	R\$ 51,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 104,13
OBS: OS VALORES DO SERVIÇO REALIZADO FOI BASEADO NO PREÇO PAGO NOS MATERIAIS EM UM DEPÓSITO DE CONSTRUÇÃO, E NA DIÁRIA PAGA AO PEDREIRO PARA A MONTAGEM DAS FORMAS E REALIZAÇÃO DA CONCRETAGEM.							

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

No método convencional, utilizando pregos, arames e sarrafos, o custo total para 60 minutos de trabalho foi de R\$ 120,33, valor que contempla a diária proporcional do pedreiro e ajudante, além do consumo de materiais descartáveis. Esse método apresenta não apenas maior tempo de execução, mas também maior deterioração dos componentes das fôrmas, reduzindo sua vida útil e elevando os custos de reposição ao longo da obra.

Para o mesmo período de 60 minutos, o método com grampos metálicos apresentou um custo total de R\$ 104,13, representando uma economia de aproximadamente 13,4% em relação ao método convencional. Apesar do custo inicial

da caixa contendo 40 grampos metálicos, seu caráter reutilizável reduz os gastos projetados para ciclos subsequentes, tornando o investimento significativamente mais vantajoso.

A diferença se torna ainda mais expressiva quando se considera o tempo real de execução registrado em campo. A montagem convencional levou 36 minutos e 09 segundos, resultando em um custo proporcional de R\$ 99,15, enquanto o método com grampos metálicos exigiu apenas 1 minuto e 22 segundos, com um custo total de R\$ 52,08. Essa comparação evidencia que, quando o desempenho real é levado em consideração, o método com grampos metálicos torna-se 48% mais econômico do que o convencional.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Observou-se que esse espaçamento de 0,6 m apresentou desempenho eficaz, não ocorrendo problemas como vazamentos durante a concretagem, envergamento dos sarrafos ou desalinhamento, conforme visto na desforma mostrada na Figura 18.

Figura 18 - Viga concretada com espaçamento de 0,6 m entre os grampos metálicos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Depois que o concreto endureceu e foi realizada a desforma, a estrutura com

espaçamento de 0,8 m se mostrou totalmente estável, não apresentou nenhum desalinhamento, envergamento da madeira ou qualquer sinal de deformação, assim podendo ser visto na Figura 19. Esse resultado confirma que o espaçamento de 0,8 m também é uma solução eficiente, prática e confiável para esse tipo de montagem.

Figura 19 – Viga concretada com espaçamento de 0,8 m



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

O espaçamento de 1 m não atende às condições adequadas de trabalho. Esse comportamento evidencia que, mesmo após a cura do concreto, a fôrma não manteve a estabilidade necessária, comprometendo o alinhamento e a qualidade final do elemento estrutural. Essa deformação demonstra que esse espaçamento não é seguro nem eficiente para garantir um bom resultado, impossibilitando a reutilização do sarrafo em futuras obras.

De maneira geral, observou-se que o sistema com grampos metálicos não somente reduz o tempo de execução e o custo de mão de obra, mas também diminui o consumo de materiais descartáveis como pregos, arames e sarrafos, além de preservar a integridade das fôrmas e prolongar sua vida útil. Assim, o método com grampos metálicos se mostra financeiramente mais eficiente, tecnicamente superior e alinhado a práticas mais sustentáveis na construção civil, tornando-se a alternativa mais vantajosa quando comparado ao método tradicional.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas neste trabalho permitiram avaliar de forma objetiva como o espaçamento entre os grampos metálicos influencia a produtividade, a qualidade e a estabilidade das fôrmas de madeira para vigas de concreto armado.

Os resultados demonstraram que o espaçamento de 0,6 m, recomendado pela empresa EcoGrampos, apresentou desempenho amplamente satisfatório, evitando deformações, vazamentos e garantindo rapidez na montagem. A comparação entre os métodos evidencia que os grampos proporcionam expressiva redução no tempo de execução, sendo 1 minuto e 22 segundo para montagem com grampos contra 36 minutos e 09 segundos no método convencional, confirmando um ganho de produtividade superior a 95%.

O espaçamento de 0,8 m também apresentou comportamento estrutural adequado, sem deformações ou desalinhamentos, demonstrando que pode ser utilizado com segurança em situações controladas, contribuindo para economia de material e agilidade no canteiro. Já o espaçamento de 1 m mostrou-se tecnicamente inviável, apresentando envergamento perceptível ainda no estado fresco do concreto e perda de estabilidade após a cura, impossibilitando a reutilização dos sarrafos e comprometendo a qualidade da viga.

Dessa forma, conclui-se que o uso dos grampos ecológicos representa uma alternativa eficiente, sustentável e economicamente vantajosa quando comparado ao método tradicional com pregos, ripas e arames. Além de reduzir danos às fôrmas e prolongar sua vida útil, o sistema proporciona ganho significativo de produtividade e melhor qualidade no acabamento das peças. O estudo reforça a importância da “padronização dos espaçamentos”, indicando que valores superiores a 80 cm não garantem desempenho adequado.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a ampliação dos estudos acerca da aplicação dos grampos metálicos em outros elementos estruturais, como pilares, lajes e estruturas de maior complexidade, a fim de avaliar seu comportamento em diferentes solicitações e geometrias. Além disso, sugere-se a realização de análises de custo-benefício em larga escala, contemplando distintos tipos de obras residenciais, comerciais e industriais, de modo a quantificar de forma mais abrangente os impactos econômicos, produtivos e ambientais da adoção desse sistema construtivo.

Portanto, recomenda-se que obras de pequeno e médio porte adotem o espaçamento de 0,6 m como padrão, considerando-se 0,8 m como limite técnico seguro, dependendo das condições e da qualidade da madeira utilizada. O método convencional, apesar de amplamente difundido, demonstra desvantagens claras em termos de tempo, desperdício e durabilidade das fôrmas, enquanto a utilização dos grampos se apresenta como solução moderna, prática e alinhada às diretrizes de produtividade e sustentabilidade da construção civil.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004:2024 – Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931— Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114:2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15696 – Fôrmas para concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118 — Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2023.

ALMEIDA, João Vitor Carvalho et al. Gestão e reutilização de resíduos sólidos na construção civil: viabilidade técnica, econômica e ambiental. Revista F&T, v. 29, n. 152, 2025.

ARCELORMITTAL. Fôrmas na construção civil: tipos, características e aplicações. Conexão ArcelorMittal, [S. l.], 2024.

ARANTES, Viviane Alves. A reciclagem de resíduos sólidos na construção civil. Belo Horizonte: Faculdade Pitágoras, 2021.

BARROSO, Bernardo Carvalho. Apresentação da utilização de fôrmas metálicas em empreendimentos habitacionais de interesse social. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

BRAIN C. Fundações: tipos e características, 2022.

BRASFIXO. O que são grampos de fixação e para que servem? 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, 17 jul. 2002.

COSTA, Carlyne Pomi Diniz. Fôrmas para Construção Civil e Suas Aplicações.

Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

FERNANDES, Andréa Sousa da Cunha. Aspectos do uso concreto armado na construção civil do Brasil, v. 10, n. 06, p. 37275-37282, 2020.

HELENE, P.; PEREIRA, J. D. T. Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: PINI, 2015.

LALM ENGENHARIA. Fôrma de madeira para viga baldram, 2025.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. Tecnologia do Concreto. Porto Alegre: Bookman, 2013.

OBRAMAX. Grampos metálicos: solução prática para travamento de caixarias. Blog Obramax, 2023.

PINI, Editora. Construção Passo-a-Passo Vol. 3. São Paulo: Pini, 2009. 259p.

PORTAL CONSTRUÇÃO FÁCIL. Armadura de concreto armado. 2019.

SILVA, R. M.; COSTA, D. F. Formas plásticas na construção civil: uma alternativa sustentável. Revista Construindo, v. 10, n. 1, p. 85-92, 2020.

SOUSA, Angélica Costa de. Gerenciamento de resíduos na construção civil. Belo Horizonte: UFMG, 2016.

SOUZA, H. A. de; LOPES, A. B. de F. Sistemas construtivos industrializados nos cursos de graduação em engenharia civil e arquitetura do Brasil. Revista de Ensino de Engenharia, v. 34, p. 53-60, 2015.

SOUZA, U. F.; LOPES, R. S. Análise de custos de formas na execução de estruturas de concreto armado. Revista Engenharia Civil, v. 22, n. 1, p. 30-38, 2018.

THOMASI S.A. Sistemas industrializados de formas para concreto: vantagens e desafios. Revista Construção Moderna, v. 14, n. 2, p. 60-68, 2019.

Entrega do Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Graduação em Engenharia Civil
Ano 2025

Declaramos que as correções solicitadas pelos avaliadores foram executadas.

TÍTULO DO TRABALHO: ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO ENTRE GRAMPOS NA PRODUTIVIDADE E NA QUALIDADE DAS FÔRMAS PARA VIGAS DE CONCRETO ARMADO

ALUNOS: Eduardo Pinheiro Do Prado Machado
Lucas Gabriel Almeida Rosa

ORIENTADOR (A): Profa. Dra. Julia Wippich Lencioni

Documento assinado digitalmente
 **EDUARDO PINHEIRO DO PRADO MACHADO**
Data: 17/12/2025 13:45:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Aluno 1

São José dos Campos, 15 de dezembro de 2025

Documento assinado digitalmente
 **LUCAS GABRIEL ALMEIDA ROSA**
Data: 17/12/2025 14:53:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Aluno 2

De Acordo:

Documento assinado digitalmente
 **JULIA WIPPICH LENCIONI**
Data: 17/12/2025 15:00:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Orientador Interno

Conferência da Coordenação de Curso:

Autorizo que o Relatório Final do Trabalho de Graduação do(s) aluno(s) acima descrito(s) seja protocolado como entregue em sua versão final na Secretaria Geral da UNIVAP (TUDO AQUI).

Coordenação do Curso de Engenharia Civil