

**UNIRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**O USO DE NOVAS TECNOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE UMA  
MÁQUINA PROJETORA DE ROBOCO**

**JOÃO PAULO DA SILVA PANIAGO**

**Orientador: Prof. Esp. DANIEL FERNANDO DA SILVA**

**Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
Mecânica da UniRV – Universidade de Rio  
Verde, como parte das exigências para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Mecânica.**

**RIO VERDE-GO**

**2015**

**UNIRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**O USO DE NOVAS TECNOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE UMA  
MÁQUINA PROJETORA DE ROBOCO**

**JOÃO PAULO DA SILVA PANIAGO**

**Orientador: Prof. Esp. DANIEL FERNANDO DA SILVA**

**Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
Mecânica da UniRV – Universidade de Rio  
Verde, como parte das exigências para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Mecânica.**

**RIO VERDE-GO**

**2015**

**UNIRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**O USO DE NOVAS TECNOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE UMA**  
**MÁQUINA DE ROBOCO**

**JOÃO PAULO DA SILVA PANIAGO**

Esta monografia foi julgada adequada para a obtenção do grau de **BACHAREL EM**  
**ENGENHARIA MECÂNICA** e aprovada em sua forma final.

---

**Prof. Daniel Fernando da Silva**

Orientador

---

**Prof. Edson Roberto Silva**

Examinador

**Prof. Dr. Warley Augusto Pereira**

Examinador

---

**Prof. Dr. Warley Augusto Pereira**

Diretor da Faculdade de Engenharia Mecânica

**Rio Verde-GO**

**2015**

## **DEDICATÓRIA**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado paciência e persistência nessa longa jornada da minha vida.

Dedico esta monografia aos meus familiares que sempre estiveram ao meu lado me ajudando e nunca mediram esforços para isso. Ao meu orientador e aos meus professores por ensinar e mostrar que o conhecimento é algo que está sempre se renovando e que quanto mais acreditamos que sabemos algo, menos temos domínio do assunto e aos meus colegas de curso. Obrigado por tudo!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade que ele está me proporcionando, à minha Mãe, Odete de Faria Paniago, mulher simples, mas de grande coração, e ao meu Pai João Paniago Neto (*in memorian*), um homem trabalhador e que sempre me deu a educação necessária para estar concluindo mais uma etapa da minha vida. Agradeço especialmente à minha irmã Adriana da Silva Paniago.

## RESUMO

PANIAGO, João Paulo. **O uso de novas tecnologias na construção civil: estudo de uma máquina projetora de reboco.** 2015. 38f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - UniRV - Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2015\*.

Com o objetivo de caracterizar e avaliar o desempenho de uma máquina de revestimento de cimento, que vem sendo utilizada em construções civis no Município de Rio Verde-GO, foi desenvolvido um projeto para a confecção da máquina, sendo desenvolvida e, posteriormente, avaliada a sua produção em um canteiro de obras. Ao comparar a nova tecnologia com o método tradicional, verificou-se que a nova tecnologia, mesmo utilizando mais mão-de-obra, tem uma produção maior em um período menor. Verificou-se, também, que, mesmo tendo um número maior de colaboradores, com a nova tecnologia o acabamento do reboco favorece nos custos finais, principalmente por reduzir a quantidade de dias de trabalho. O método tradicional utiliza menos colaboradores, porém aumenta o número de dias de trabalho. Enfim, o custo de fabricação com a máquina e sua produtividade foram considerados mais viáveis, principalmente ao comparar com as máquinas disponíveis no mercado e o método tradicional de realizar o reboco. Também se constatou que ao utilizar a massa industrializada o construtor estará evitando a degradação do meio ambiente, pois não será necessário o uso de areia retirada dos rios, além de economizar material em razão da redução do desperdício de massa.

## PALAVRAS-CHAVE

Projeção de massa, mecanização, produção.

---

\* Orientador: Prof. Esp. Daniel Fernando Da Silva - UniRV.

## **ABSTRACT**

PANIAGO, João Paulo. **The use of new technologies in construction: study of a projector machine roboco.** 2014. 47f. Monograph (Degree in Mechanical Engineering) - UniRV - Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2015\*\*.

In order to characterize and evaluate the performance of a cement coating machine, which has been used in civil constructions in the city of Rio Verde, a project for making machine was developed, being developed and subsequently evaluated production on a construction site. When comparing the new technology with the traditional method, it was found that the new technology, even using more labor-intensive, have a higher production in a shorter period. It was found also that, even with a greater number of collaborators, the new technology with the plaster finish favors the final cost, especially by reducing the number of working days. The traditional method uses fewer staff, but increases the number of working days. Finally, the cost of manufacturing the machine and your productivity were considered more feasible, especially when comparing with the machines available in the market and the traditional method of performing the plaster. It was also found that by using the mass industrialized builder will be avoiding environmental degradation, did the use of sand will be required withdrawal from rivers, in addition to saving material because of the reduction in the mass of waste.

## **KEY-WORDS**

Mass projection, mechanization, production.

---

\*\* Leader: Prof. Esp. Daniel Fernando Da Silva - UniRV.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Rebaixamento de polias .....	16
FIGURA 2	Canal de chaveta .....	17
FIGURA 3	Planta geral do projeto .....	21
FIGURA 4	Projeto da grelha inferior .....	22
FIGURA 5	Projeto do eixo inferior e acoplamento .....	23
FIGURA 6	Reservatório superior (betoneira) .....	24
FIGURA 7	Projeto da porta de descarga .....	25
FIGURA 8	Projeto do eixo superior e grelha superior .....	26
FIGURA 9	Montagem da máquina de revestimento .....	30
FIGURA 10	Modo tradicional de reboco .....	32
FIGURA 11	Máquina de projetar reboco em uso .....	34

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1	Custo de viabilidade da máquina em uma construção civil .....	34
TABELA 2	Projeção do faturamento mensal utilizando mão de obra humana na construção civil.....	35

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Justificativa.....	10
1.2 Objetivos.....	11
1.2.1 Geral .....	11
1.2.2 Específicos.....	11
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 Construção civil.....	12
2.2 Inovações tecnológicas .....	12
2.2.1 Mecanização na construção civil.....	14
2.3 Máquina de projetar reboco.....	14
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	15
3.1 Corte e dobra .....	15
3.2 Processo de usinagem.....	16
3.3 Materiais consumíveis .....	17
3.4 Materiais comerciais.....	18
3.5 Elétrica.....	19
3.6 Montagem.....	19
3.7 Pintura.....	27
3.8 Dimensionamento.....	27
3.9 Montagem da máquina .....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
4.1 Operação da máquina .....	31
4.2 Eficiência da máquina em operação .....	31
4.3 Viabilidade do projeto .....	33
5 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS .....	37

## **1 INTRODUÇÃO**

Em se tratando de novas tecnologias, observa-se que diferentes setores da sociedade têm buscado novas técnicas, por meio de arquitetos e engenheiros, para equacionar melhor a questão dos custos e diminuir as perdas nas cadeias de produção. Assim, disponibilizar elementos e/ou técnica que, ao serem bem elaborados, auxiliam na otimização e racionalização construtiva para a melhoria da qualidade, que se mostra muito importante.

Observa-se que a decisão pela implantação de novas tecnologias é um processo por meio do qual um indivíduo conhece uma inovação, forma a opinião de rejeitar ou adotar uma nova ideia, e confirma esta decisão, assim dissertava Toledo et al. (1999).

Inovar, buscar novas técnicas, ou seja, adotar um “aperfeiçoamento tecnológico”, é o resultado de atividades de pesquisa e desenvolvimento que, ao serem aplicadas ao processo de produção, tem como objetivo melhorar todo o processo de desempenho, qualidade ou custo da construção.

Esse atual e aquecido cenário da construção civil no Brasil evidencia grandes desafios, entre eles o aumento da produtividade e do rendimento dos projetos em sua fase de execução, ou seja, a busca por produzir mais e melhor.

Nesse sentido, o crescimento do setor da construção civil tem caminhado lado a lado com a busca por inclusão de novas tecnologias nos canteiros de obras, com maior velocidade de execução e baixo custo de implantação, aliada à baixa produção de resíduos.

Buscando apresentar novas tecnologias na construção civil, far-se-á uma abordagem quanto ao uso de uma máquina desenvolvida para facilitar o revestimento, que necessariamente consiste em revestir as paredes, tetos e muros com massa específica.

### **1.1 Justificativa**

Dentre os diferentes processos que envolvem a construção civil, um dos mais comuns é o revestimento, que é a fase da obra em que se faz a regularização das superfícies verticais (paredes) e horizontais (pisos e tetos). Os revestimentos são executados para proporcionar maior resistência ao choque ou abrasão (resistência mecânica), impermeabilizar,

tornar as superfícies mais higiênicas (laváveis), ou ainda, aumentar as qualidades de isolamento térmico e acústico.

A qualidade dos revestimentos influencia e muito nas condições de habitabilidade dos locais onde se vive e se trabalha, sendo, por isso, fundamental a escolha da solução de parede como um todo. O estudo se justifica em função da preocupação sobre como pode ocorrer os revestimentos com qualidade, pois estes devem fazer parte de um projeto e serem definidos com rigor, quer na sua constituição e forma, quer nas condições e métodos de aplicação.

Nesse sentido, desenvolveu-se o projeto de uma máquina de realizar rebocos e/ou revestimentos, que funciona com estabilidade, segurança, higiene, economia de energia, durabilidade e adequabilidade ao uso que são discutidos no decorrer deste estudo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Geral**

Caracterizar e avaliar o desempenho de uma máquina de revestimento de cimento, que vem sendo utilizada em construções no município de Rio Verde-GO.

### **1.2.2 Específicos**

- Apresentar a ascensão da Construção Civil, além de discutir a importância das tecnologias na execução de serviços de obra de edificação;
- Referenciar as máquinas que são utilizadas na Construção Civil;
- Analisar a execução do processo da máquina de reboco na obra no município de Rio Verde-GO;
- Identificar as vantagens da máquina estudada em comparação com outras que já existem no mercado.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Construção civil**

A área de Construção Civil abrange todas as atividades de produção de obras. Estão incluídas nesta área as atividades referentes às funções planejamento e projeto, execução, manutenção e restauração de obras em diferentes segmentos, tais como edifícios, estradas, portos, aeroportos, canais de navegação, túneis, instalações prediais, obras de saneamento, de fundações e de terra em geral, estando excluídas as atividades relacionadas às operações, tais como a operação e o gerenciamento de sistemas de transportes, a operação de estações de tratamento de água, de barragens etc. (BRASIL, 2000).

### **2.2 Inovações tecnológicas**

Muito se tem dito, no mundo da construção, sobre a definição da industrialização, sendo que, a industrialização é a utilização de tecnologias que substituem a habilidade do artesanato pelo uso da máquina (ROSSO, 1980).

As máquinas, que o homem vem inventando desde a mais remota antiguidade, somente na idade média passam a assumir formas que já trazem implícitos os princípios da padronização. “Leonardo da Vinci e outros contemporâneos deixaram projetos de máquinas hidráulicas, mecânicas e eólicas, de grande interesse e dentre elas se destacam as de construção” (HUTH, 1976).

Pode-se definir método industrial como sendo aquele que, entre as várias modalidades de produção, é baseado essencialmente em processos de natureza repetitiva e nos quais a variabilidade incontroleável e casual de cada fase de trabalho, que caracteriza as ações artesanais, é substituída por graus pré-determinados de uniformidade e continuidade executiva, característica das modalidades operacionais parcial ou totalmente mecanizadas (BLACHERE, 1977).

Santos (2003) disserta que foi na década de 80 que a construção civil começou a industrializar-se por meio de inovações chegadas no país. Neste período foram introduzidos nos canteiros de obras inovações tecnológicas.

A inovação tecnológica é considerada por Moreira e Rodrigues (2002) como o principal motor do aumento da produtividade, como também elevar a capacidade de atuar na competição global e conquistar novos mercados e consumidores.

A inovação tecnológica destaca-se como um instrumento decisivo para garantir a competitividade das empresas. De forma geral, a inovação está ligada a uma nova mentalidade, onde se entende que todos os métodos e processos são suscetíveis de serem melhorados e, portanto, são provisórios e transitórios. Mas, o que se caracteriza mesmo as inovações tecnológicas são as criações e introduções de soluções originais para necessidades anteriormente ou recentemente identificadas na empresa (CORRÊA, 2010).

O processo de inovações envolve mudanças no nível de produtos e serviços, como também de rotinas e procedimentos que são elementos que caracterizam a verdadeira inovação gerencial ou organizacional. Evidenciando que a capacidade inovadora de uma organização está diretamente relacionada à sua capacidade de perceber ou de antecipar as necessidades da sociedade, mantendo assim, o alinhamento dos seus valores com os valores da sociedade (CORRÊA, 2010).

Segundo Martins (2004) a inovação constitui uma importante estratégia competitiva para a indústria de materiais e componentes, principalmente ao acirramento da concorrência promovida pela abertura do mercado nacional e também devido à grande concorrência entre fabricantes de produtos pouco diferenciados entre si.

Os materiais, as técnicas e os processos de construção de edifícios têm evoluído de forma acentuada nos últimos tempos, requerendo cada vez mais conhecimentos multidisciplinares por parte dos engenheiros, arquitetos, pedreiros, serventes e os construtores em geral. Novos processos têm sido adotados com base em práticas tradicionais da construção resultando, muitas vezes, em insucessos técnicos e econômicos. Isto provoca mudanças de caráter muito mais profundo e radical (THOMAZ, 2002).

As inovações tecnológicas que vem sendo implementadas na indústria da Construção Civil, mudam o gênesis da obra de “construção” para “montagem”. A inovação substitui materiais construtivos que chegam à obra em regime de *just-in-time* e são montados, como paredes, revestimentos, janelas, portas, instalações elétricas e hidráulicas, trabalhadores de perfil profissional diferente daqueles que anteriormente realizavam essas atividades. O

trabalho passa por mudanças significativas de organização e conhecimento (VENDRAMENTO; FRACCARI; BOTELHO, 2004).

Neste processo construtivo inovador as diferentes máquinas, ferramentas e equipamentos foram desenvolvidos e/ou importados.

### **2.2.1 Mecanização na construção civil**

Na construção civil o processo de mecanização já está desenvolvido em diversas etapas da obra, por exemplo, na aplicação de concreto e no transporte por guias e guindastes. Porém, em certas etapas do processo construtivo, ainda se convivem com tarefas manuais pouco produtivas e com grande desperdício. Um exemplo comum é o revestimento de fachadas com uso de massa preparada no canteiro.

A mecanização tem grande importância financeira na obra pelos reflexos na redução da mão-de-obra e no desperdício de materiais. As vantagens aumentam consideravelmente se o investimento e a viabilidade dos equipamentos forem previamente avaliados, já que o planejamento facilita a organização dos processos e eleva a qualidade dos serviços. Mas antes de equipar o canteiro com o máximo de aparato mecânico, é necessário fazer as contas do quanto se gasta, quais equipamentos empregar e onde dá para economizar recursos (SOUZA, 2015).

Em qualquer tipo de obra é preciso fazer a relação entre mão-de-obra e o tipo de mecanização mais adequada, em obras de grande porte a mecanização tem um peso maior.

### **2.3 Máquina de projetar reboco**

Os revestimentos internos e externos devem ser constituídos por uma camada ou camadas superpostas, contínuas e uniformes. O consumo de cimento deve, preferencialmente, ser decrescente, sendo maior na primeira camada, em contato com a base. As superfícies precisam estar perfeitamente desempenadas, prumadas ou niveladas e com textura uniforme, bem como apresentar boa aderência entre as camadas e com a base. Os revestimentos externos devem, além disso, resistir à ação de variação de temperatura e umidade (ARRUDA, 2009).

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Para a realização desta pesquisa de avaliação foram utilizados os métodos convencionais, em relação aos equipamentos inovadores para poder compará-los e identificar a viabilidade da tecnologia. Assim, buscou-se, a construção de uma máquina que representasse a nova tecnologia, a qual foi desenvolvida para que pudesse facilitar o revestimento de paredes. A máquina em questão foi desenvolvida para trabalhar com massa industrializada, hoje adaptada para projeção de traço de obra, predominante nesta região.

Nos itens seguintes são descritos os materiais utilizados para a construção da máquina objeto deste estudo.

#### **3.1 Corte e dobra**

Inicialmente optou-se por adquirir as peças da estrutura da máquina, de acordo com o desenho feito em um software próprio para projetar peças e componentes mecânicos. Assim, chegou-se aos seguintes componentes da parte estrutural da máquina:

- aço trefilado redondo (50 mm) de 2,050 kg;
- aço mecânico redondo (5 ½") de 9,25 kg;
- tubo quadrado 40 mm x 40 mm # 3/16" de 3,150 kg;
- tubo quadrado 50 mm x 50 mm # 3/16" de 3,860 kg;
- aço trefilado redondo 40 mm 11,250 kg;
- aço trefilado redondo 30 mm 0,460 kg;
- aço mecânico redondo 4 mm 4,960 kg;
- aço trefilado redondo 5/8" 1,390 kg;
- aço trefilado redondo 3/4" 3,100 kg;
- chapa de aço carbono ½ 4,000 kg;
- chapa de aço carbono ¼ 1,000 kg;
- chapa aço carbono 3/16 13,150 kg;
- chapa perfurada de inox 2,500 kg;

- cantoneira 3/16 x 1 ½ 1,300 kg;
- aço trefilado redondo ½ 0,980 kg;
- cantoneira 3/16 x 1 ¼ 0,700 kg;
- ferro chato 1/8 x 1 ¼ 1,180 kg.

### 3.2 Processo de usinagem

O processo de usinagem para rebaixamento de polias foi executado pelo autor do projeto, pois não foi possível encontrar uma polia com as dimensões que atendia a rotação desejada do eixo da bomba (Figura 1). Também foi necessário adquirir uma polia nova e fazer o canal de chaveta (Figura 2), de acordo com o que vem de fábrica no eixo da máquina.



Fonte: elaborado pelo autor (2012)

FIGURA 01- Rebaixamento da polias.



Fonte: elaborado pelo autor (2012)

FIGURA 02 - Canal de chaveta.

Na etapa descrita acima foi necessário a utilização de serviços prestados por terceiros, consistentes em:

- rebaixar polia;
- reabrir polia;
- fabricação de acoplamentos;
- canal de chavetas.

### 3.3 Materiais consumíveis

Nesta etapa entram os materiais consumíveis utilizados no corte, solda, acabamento, desbaste e lubrificação, quais foram:

- 8 discos de corte 7";
- 5 discos de corte 4 ½";
- 1 disco de desbaste 4 ½";
- 9 kg de eletrodo 2,5 mm AWS E7018;
- 1 lata anti ferrugem;
- 5 lixa para ferro 120.

### 3.4 Materiais comerciais

Quanto aos materiais comerciais, que são aqueles adquiridos já prontos, foram utilizados:

- junta de borracha 3 mm;
- cola contato;
- parafuso Sext. 7/16 x 1 ½ com porca (10 peças);
- polia B-3 130 mm (1 peça);
- polia B-2 70 mm (2 peças);
- luva de redução alvanizada 1 x ½ (1 peça);
- bujão galvanizado 1 ½ (1 peça);
- porcas francesas – travante (2 peças);
- barra roscada 3/8 (1 peça);
- porca sextavada 3/8 (10 peças);
- correia mercúrio B-29 (2 peças);
- correia mercúrio B-40 (1 peça);
- rodas de alumínio – aro 8;
- pneu (2 peças) – aro 8;
- câmara de ar (2 peças) – aro 8;
- parafuso ½ x 1 ½” (10 peças) com porca;
- parafuso 3/8 x 3” (10 peças) com porca;
- parafuso 3/8 x 1 ½” (12 peças) com porca;
- curva 90° galvanizada 1 ½ (1 peça);
- tampão galvanizado 1 ½ (1 peça);
- contrapino 3/16 (2 peças);
- cabeçote do bloco compressor de ar (1 peça) 10 BR;
- moto redutor B-42 1/20, AP;
- redutor 1/20
- flange saída 1 ½ x 1 ¼ galvanizada;
- 20 MT mangueira 1 ¼;
- tubo de cobre 3/8;
- pressostato 1 bar.

### 3.5 Elétrica

Para implantação da parte elétrica na máquina, instalou-se um pressostato de baixa pressão regulado para desligar o motor, se a pressão ultrapassar 1 bar. Foi necessário adquirir os seguintes materiais:

- motor trifásico 7,5 Cv (1 peça);
- quadro comando 300 x 200 x 200 MM (1 peça);
- contator 09 – 22 220W (2 peças);
- disjuntor Motor Gv2 6 – 10 AMP (1 peça);
- contator 12 – 22 220 W (1 peça);
- disjuntor Motor Gv2 1,6 – 2,5 (1 peça);
- disjuntor Motor 5s x 1 104-7 B 4-A (1 peça);
- botão LK-2 B1 33 (2 peças);
- terminal Tipo Pino TPP – 22 (40 peças);
- terminal Tipo Pino TPP – 21 (30 peças);
- cabo Flex Mult 4 x 2,5 (10 metros);
- cabo Flex Mult 2 x 1 (8 metros);
- trilho para contator (1 peça);
- tomada 4 p 16-A 380 V (1 peça);
- parafuso auto brocante (15 peças);
- conector prensa ½ (3 peças);
- cabo flexível 1 mm (20 metros).

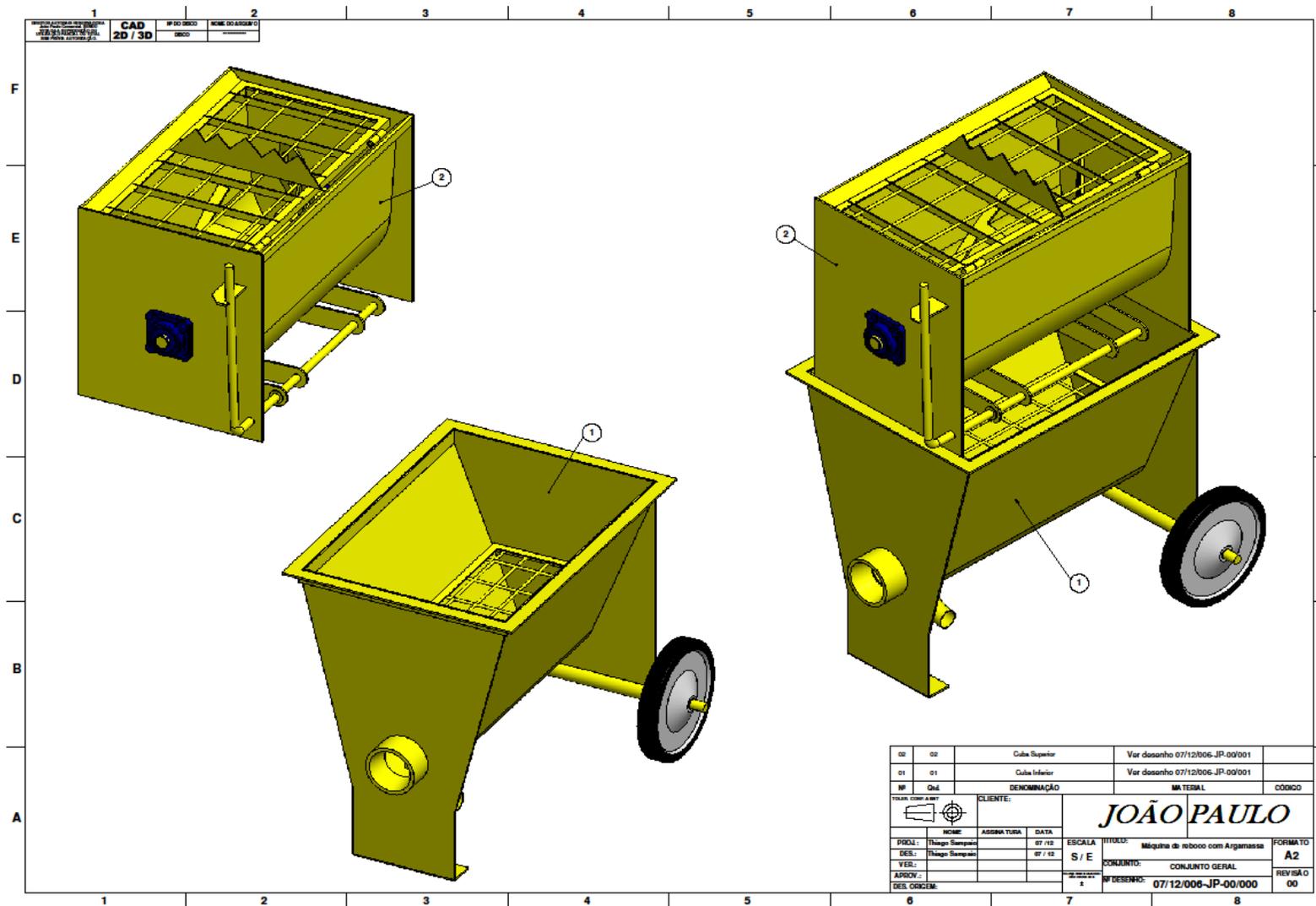
### 3.6 Montagem

A montagem da máquina de reboco objeto deste estudo foi realizada por uma equipe composta por caldeireiro, soldador e mecânico. Dividiu-se a montagem em duas partes, da seguinte forma:

- na primeira parte foi montado o reservatório inferior (Bomba), iniciando com a união das chapas do reservatório por meio de solda, com cantoneira de borda, eixo das rodas, eixo do redutor/bomba, tampa traseira, tampa dianteira, acoplamento do redutor, acoplamento da bomba, estrutura do acionamento, base do compressor, proteção das polias, esticador de correias, dreno, peneira e painel elétrico;

- na segunda etapa foi implantado o reservatório superior (Betoneira), que teve início com a solda das chapas do reservatório com tampa traseira, tampa dianteira, cantoneira, porta de descarga, suporte de amortecimento do acionamento, alças para transporte, proteção do motor e eixo misturador;

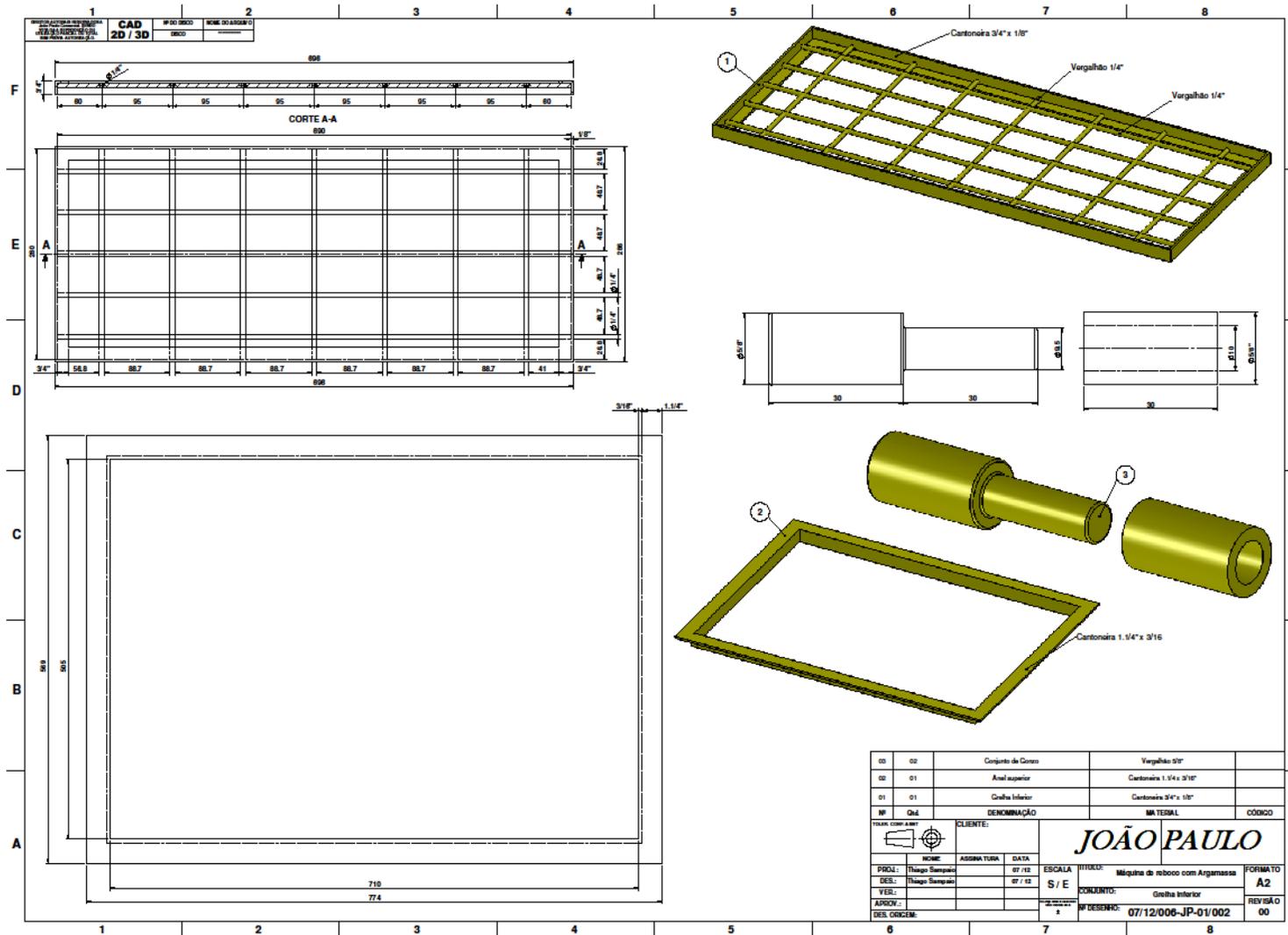
- nas duas etapas foram executados alguns furos para fixação de peças por meio de parafusos. Foram realizados vários testes, até que se chegasse à rotação e torque desejados. Conforme demonstra a planta geral dos projetos (Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8).



1. Reservatório inferior; 2. Reservatório superior

Fonte: Elaborada pelo autor (2012).

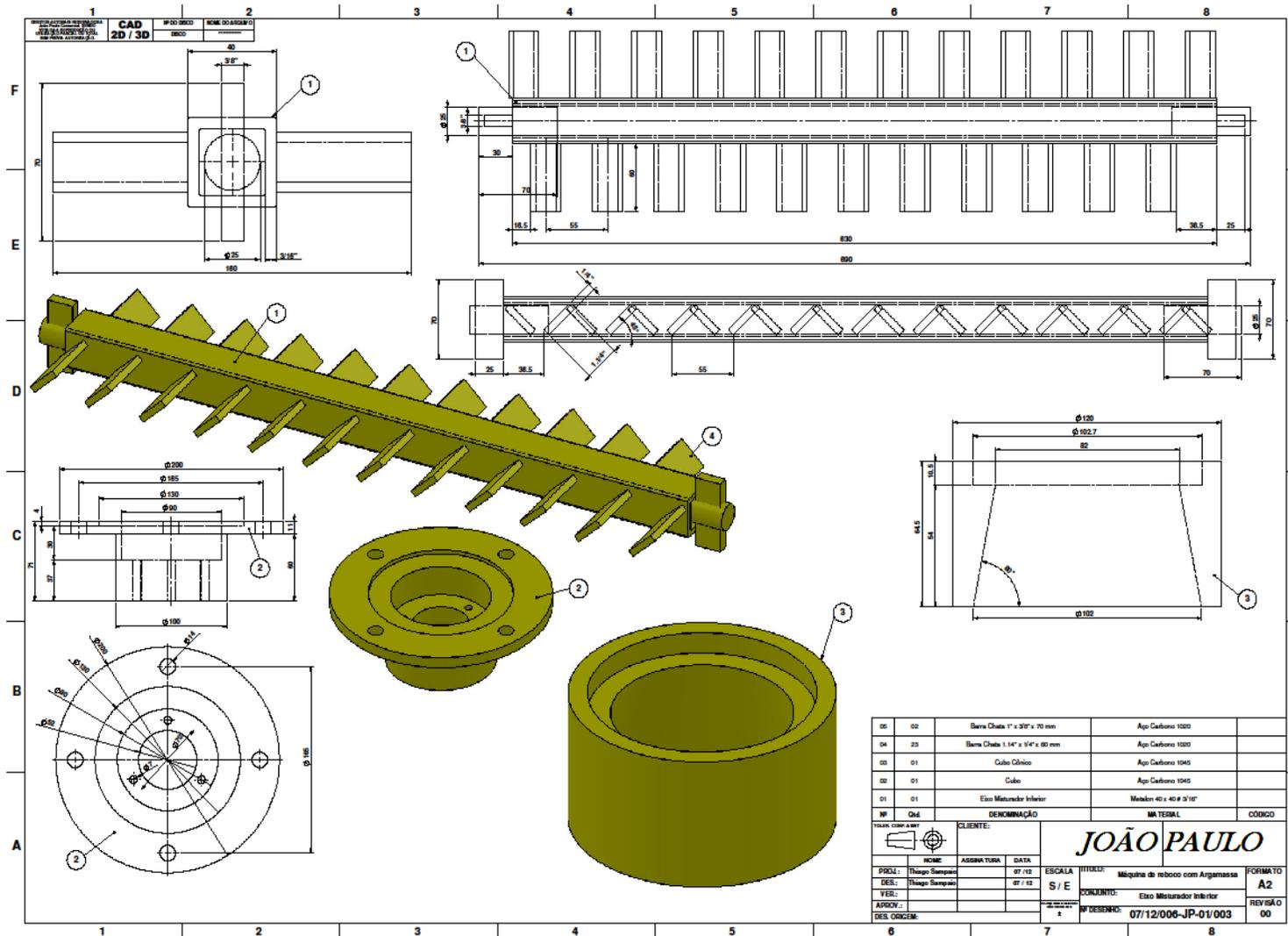
FIGURA 3 - Planta geral do projeto.



1. Grelha inferior; 2. Borda do reservatório ; 3. Dobradiça.

Fonte: Elaborada pelo autor (2012).

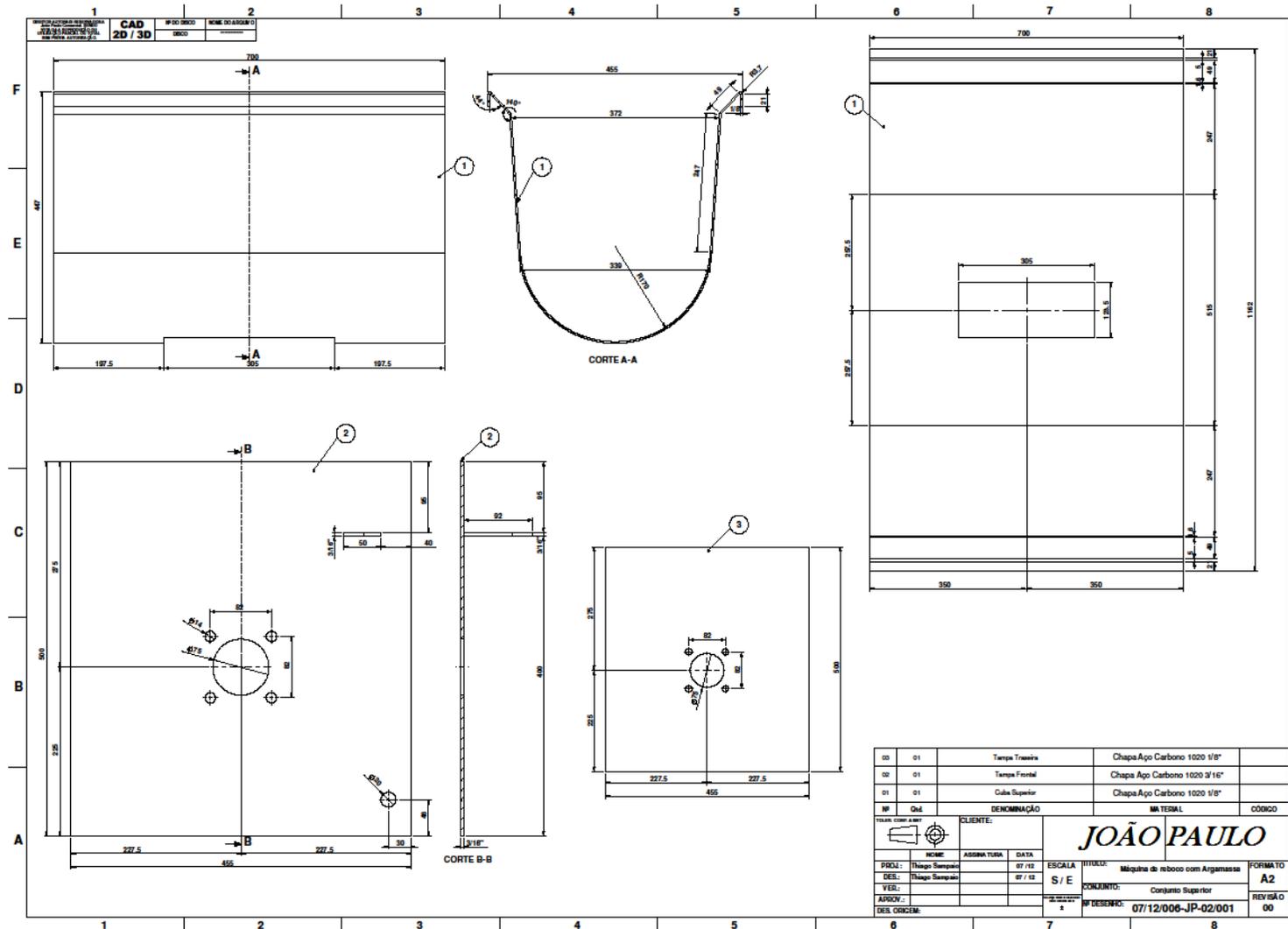
FIGURA 4 - Projeto da grelha inferior.



1. Eixo inferior; 2. Acoplamento do redutor; 3. Acoplamento da bomba; 4. Nervura do eixo.

Fonte: Elaborada pelo autor (2012).

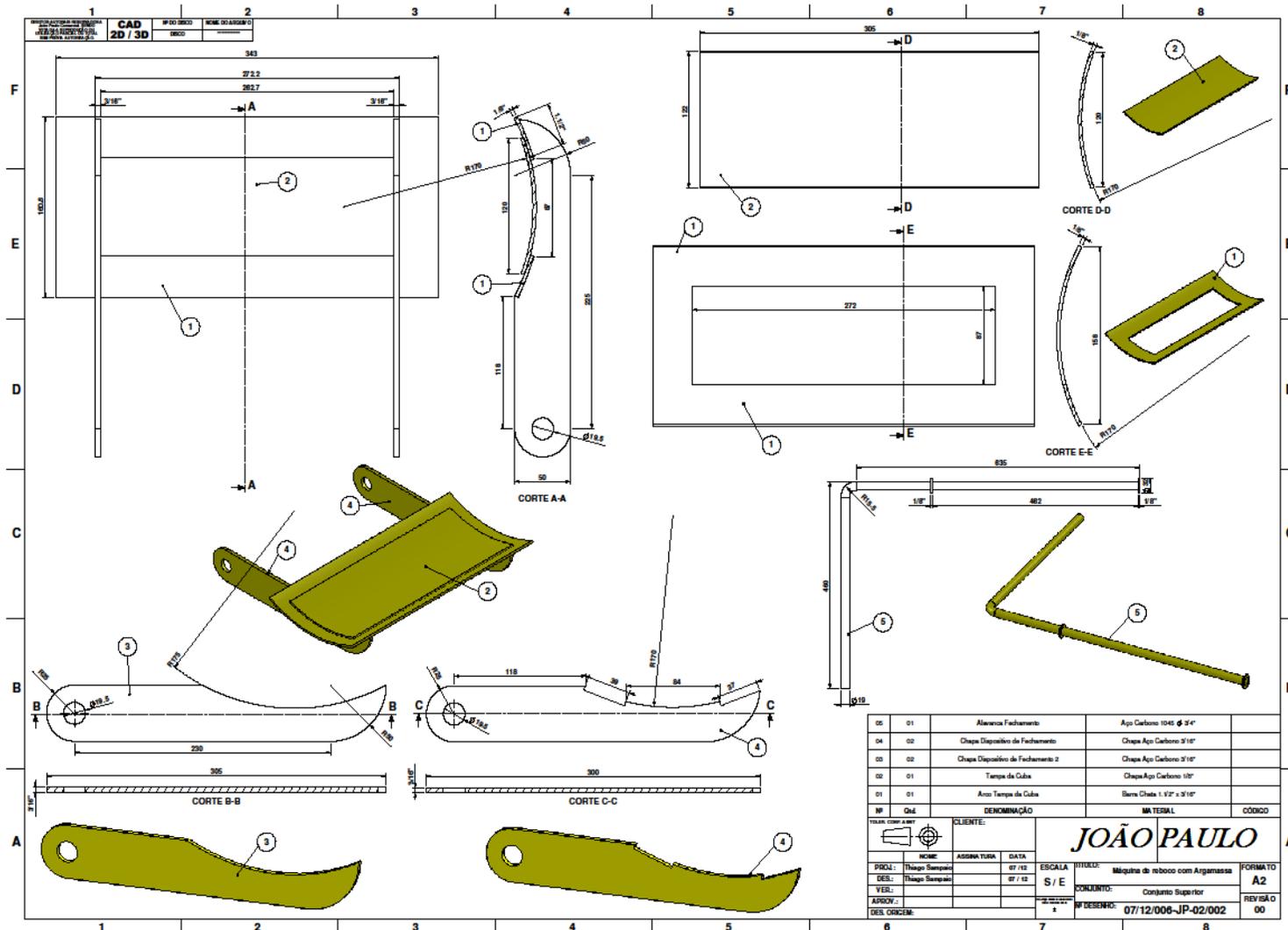
FIGURA 5 - Projeto do eixo inferior e acoplamentos.



1. Corpo do reservatório superior; 2. Tampas do reservatório superior.

Fonte: Elaborada pelo autor (2012).

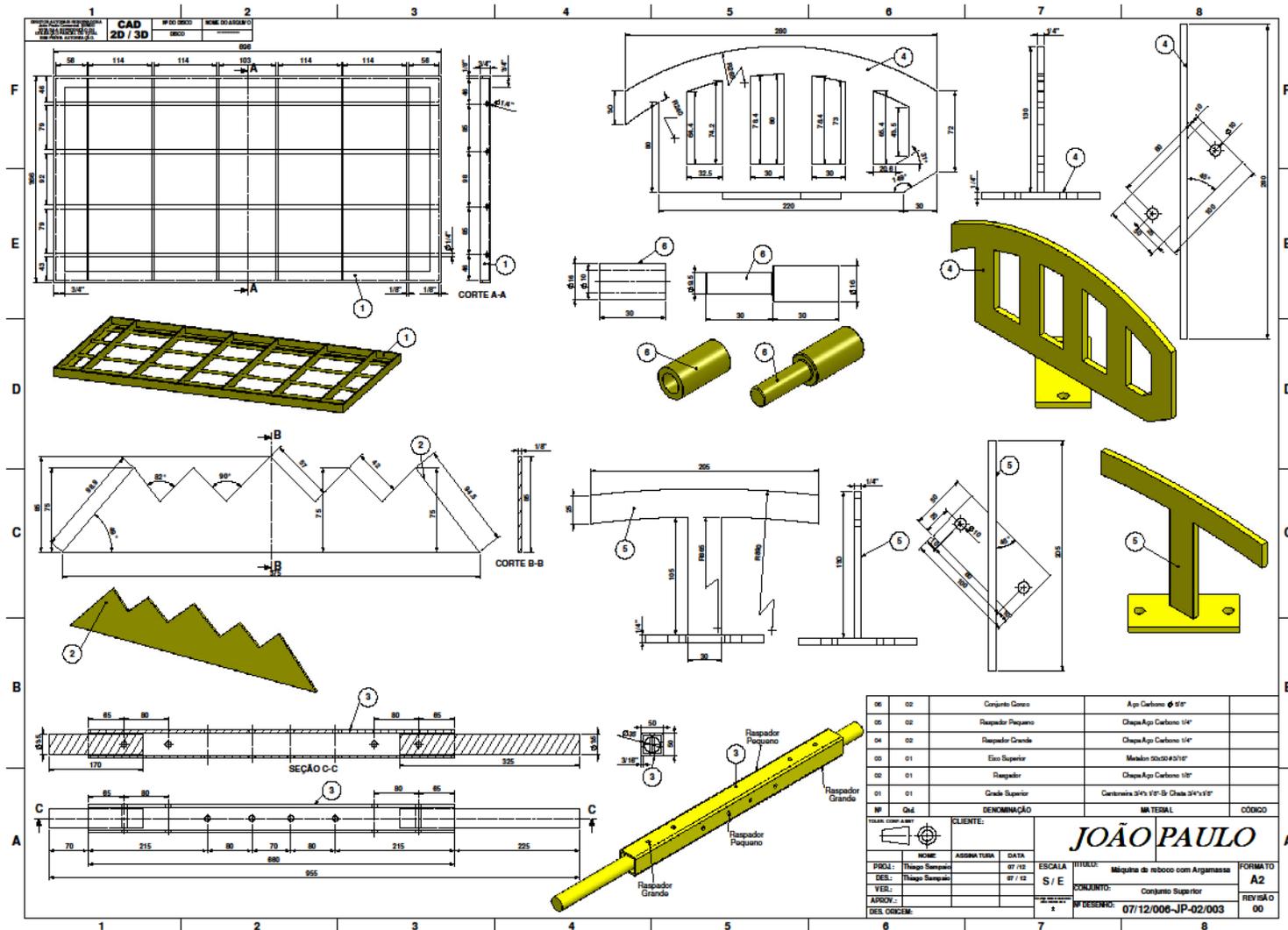
FIGURA 6 - Reservatório superior (betoneira).



1. Proteção da junta; 2. Porta de descarga; 3. Suporte da porta; 4. Suporte da porta; 5.. Braço da porta de descarga.

Fonte: Elaborada pelo autor (2012).

FIGURA 7 - Projeto da porta de descarga.



1.Grelha superior ; 2. Chapa de corte; 3. Eixo superior; 4. Mexedor; 5. Mexedor; 6. Dobradiça.

Fonte: Elaborada pelo autor (2012).

FIGURA 8 - Projeto do eixo superior e da grelha superior.

### 3.7 Pintura

Para realizar a pintura da máquina, iniciou-se lixando as peças que seriam pintadas para, em seguida, realizar a limpeza a fim de retirar o pó da lixa. Na sequência aplicou-se o fundo preparador e, depois de algumas horas, aplicou-se a tinta epox (alta resistência). Foram utilizados nesta etapa os seguintes materiais:

- 5 litros de Thinner;
- 1 galão de primer epox na cor cinza;
- 3 unidades de palha de aço N-0;
- 5 unidades de lixa d'água 220;
- 1 unidade de estopa branca;
- 1 galão de esmalte epox laranja RAL;
- 1 unidade de diluente para EPOX;
- 1 unidade catalizador para Primer EAXI.

### 3.8 Dimensionamento

O presente projeto foi desenvolvido de forma empírica, pois iniciou-se pela parte estrutural em si e, através de vários testes, chegou-se ao torque e a vazão necessários. Porém, é possível comprovar o que foi feito por meio dos seguintes cálculos:

- Máquina de projetar:

Polia motora 90 mm

Polia movida 70 mm

Motor 1740 RPM

Redutor 20/1

- (1) Velocidade angular da polia motora

$$w = \frac{\pi \cdot N}{30} \quad w = \frac{\pi \cdot 1740}{30} \quad w = 182,21 \text{ Rad/s}$$

- (2) Período da polia motora

$$T = \frac{2\pi}{w} \quad T = \frac{2\pi}{58 \pi} \quad T = 0,034 \text{ Seg.}$$

-(3) Frequência da polia motora

$$F = \frac{\omega}{2\pi} \quad F = \frac{58\pi}{2\pi} \quad F = 29 \text{ Hz}$$

-(4) Velocidade angular da polia movida

$$\frac{W_m}{W_M} = \frac{D_M}{D_m} \quad \frac{W_m}{58\pi} = \frac{90}{70} \quad 234,27 \text{ Rad/s}$$

-(5) Frequência da polia movida

$$F = \frac{\omega}{2\pi} \quad F = \frac{74,57\pi}{2\pi} \quad F = 37,29 \text{ Hz}$$

-(6) Período da polia movida

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad T = \frac{2\pi}{74,57\pi} \quad T = 0,027 \text{ Seg.}$$

-(7) Rotação da polia movida

$$N = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} \quad N = \frac{30 \cdot 74,57\pi}{\pi} \quad N = 2\,237,10 \text{ Rpm}$$

-(8) Rotação do eixo da bomba

$$N_e = \frac{N_p}{R_e} \quad N_e = \frac{2\,237,10}{20} \quad N_e = 111,86 \text{ Rpm}$$

-(9) Velocidade periférica

$$V = \frac{\pi \cdot N \cdot R}{30} \quad V = \frac{\pi \cdot 2\,237,10 \cdot 0,035}{30} \quad V = 8,20 \text{ M/s}$$

-(10) Relação de transmissão

$$i = \frac{D_M}{D_m} \quad i = \frac{90}{70} \quad i = 1,29$$

-(11) Torque da polia motora

$$M_t \text{ Polia Motora} = 7019 \cdot \frac{P \text{ (Cv)}}{N \text{ (Rpm)}}$$

$$M_t = 7.010 \cdot \frac{5}{1740} \quad M_{tM} = 20,17 \text{ n.m}$$

-(12) Torque da polia movida

$$M_t \text{ polia movida} = 7019 \cdot \frac{5}{2237,10} \quad M_{tm} = 15,69 \text{ N.M}$$

### 3.9 Montagem da máquina

Após a obtenção de todos os materiais, bem como da realização do projeto, dos cálculos do dimensionamento, o projeto foi colocado em prática, unindo-se as partes relacionadas abaixo através de solda e parafusos, consoante se vê na Figura 9:

1. Reservatório inferior;
2. Reservatório superior (Betoneira);
3. Estrutura do acionamento;
4. Conjunto eixo e rodas;
5. Acoplamento;
6. Sistema de bombeamento.



Fonte: elaborado pelo autor (2012).

FIGURA 9 - Montagem da máquina de revestimento.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O projeto da máquina de revestimento de paredes atendeu aos resultados esperados. Para um melhor entendimento está detalhado nos tópicos seguintes o seu desempenho em serviço, bem como o dimensionamento da vazão de massa necessária para viabilizar o serviço em questão.

### **4.1 Operação da máquina**

Ao colocar a máquina para desenvolver o revestimento nas obras verificou-se que a mesma apresentou um rendimento de um 1,2 m<sup>3</sup>/hora, no entanto, como está relacionado à superfície da parede, a área que foi considerada foi de um revestimento aproximado de 0,02 m de espessura, o que finalizou-se com uma área revestida de 60 m<sup>2</sup>/hora. Para chegar ao resultado apresentado foi analisada a seguinte fórmula:

Área = Volume/espessura do revestimento, portanto:

$$\text{Área} = 1,2\text{m}^3/0,02\text{m}$$

$$\text{Área} = 60\text{m}^2/\text{hora}$$

Com esses resultados foi possível avaliar a eficiência da máquina, comparando com o método tradicional, o qual é relatado no tópico seguinte.

### **4.2 Eficiência da máquina em operação**

Para realizar um reboco no método tradicional, chapando com a colher, são envolvidos um pedreiro e um servente, que produz em um dia de trabalho em média 20 m<sup>2</sup> de reboco em parede vertical, os quais conseguirão produzir em 22 dias, aproximadamente 440 m<sup>2</sup> de parede rebocada.

Ao comparar com a máquina projetada, observou-se que em um dia de trabalho, em condições normais (sem chuva, material na obra), a mesma produz 366,5 m<sup>2</sup> de parede

projetada. Ressaltando que para produzir essa quantidade de serviço utilizando a máquina foi necessário o apoio de uma equipe de seis pedreiros e cinco serventes para proceder os acabamentos. Portanto, nestas condições de trabalho (com uma equipe de 06 pedreiros e 05 serventes) conclui-se que em 22 dias de trabalho com o uso da referida máquina é possível rebocar 8.063 m<sup>2</sup> de parede por mês.

Ao comparar o método tradicional de realizar o reboco com a nova tecnologia representada pela máquina desenvolvida, percebeu-se que mesmo aumentando a necessidade de mão-de-obra, fica claro que a quantidade de reboco produzido será maior, ou seja o serviço terá um rendimento maior (Figura 10).



Fonte: elaborado pelo autor (2015).

FIGURA 10 - Modo tradicional de reboco.

Observou-se, com isso, que o uso da máquina traz inúmeras vantagens, principalmente quando se utiliza a massa industrializada. Dentre essas vantagens destacam-se os seguintes pontos:

- 1) A massa não é fabricada com areia extraída do rio, preservando, assim, o meio ambiente;
- 2) A utilização da massa industrial favorecerá principalmente a logística em prédios, porque não será necessário ficar deslocando-se para obter a areia para produzir a massa, sendo

que, a massa industrializada já é vendida em sacos de 50 kg, podendo assim, subir pelas pranchas nos elevadores;

3) Desperdício zero. A máquina possibilita um aproveitamento de 100% do material;

4) Massa homogênea. Com a massa industrializada, em função da fabricação e concorrência dos fabricantes, é maior a qualidade do reboco, pois não há variação na qualidade do material utilizado, ao passo que, quando feito o traço de obra manualmente pelo homem, pode haver falhas e diferenças na consistência e qualidade da massa;

5) Custo de manutenção é baixo, podendo ser locada por até R\$ 2.500,00 por mês.

Porém, embora haja vantagens com o uso da máquina, há também alguns fatores classificados como desvantagens, dentre os quais é possível destacar o aumento do custo da massa industrializada, em função do frete, pois a fábrica de argamassa comercial mais próxima está instalada na Cidade de Goiânia, o que aumenta o custo final do produto.

### 4.3 Viabilidade do projeto

Ao concluir o projeto da máquina de reboco, verificou-se que o custo final para a produção da mesma foi de R\$ 12.000,00 (doze mil reais). Contudo, ao ser utilizada em obras continuamente, mesmo diante do alto custo para produção, esta se apresentará viável ao construtor, devido a produção que a mesma é capaz de realizar. No mercado é possível obter uma máquina desta espécie pelo valor aproximado R\$ 25.000,00 (vinte cinco mil reais).

Verificou-se que a máquina pode ser utilizada na construção civil (Figura 11), principalmente pelas grandes construtoras que trabalham com um número alto de funcionários, haja vista que há necessidade de reduzir os custos.



Fonte: elaborado pelo autor (2015).

FIGURA 11 – Máquina de projetar reboco em uso.

Para mostrar a viabilidade da máquina, foi listado nas Tabelas 1 e 2 o faturamento mensal de uma construtora com o uso da nova tecnologia.

TABELA 1 – Projeção do faturamento mensal utilizando a máquina na construção civil.

<b>Equipe</b>	<b>Unid.</b>	<b>Dia trabalhados</b>	<b>Produção diária/m<sup>2</sup></b>	<b>Produção mensal/m<sup>2</sup></b>	<b>Faturamento mensal R\$14,00m<sup>2</sup></b>		
Pedreiro	4,0	20,0	40,00	3.200,00	R\$ 44.800,00		
Ajudante	4,0						
Total	8,0						
<b>Despesas</b>							
Uniforme	Café	Almoço	EPI	Ferramentas manuais	Vale transporte	Total	
960,00	480,00	1.600,00	1.440,00	1.240,00	1.056,00	R\$ 6.776,00	
<b>Impostos</b>							
	INSS	ISS				Total	
	R\$1.971,20	R\$ 896,00				R\$2.867,20	
<b>Salário de funcionários c/ encargos</b>							
Função	Sindicato	Produção	Salário	Total parcial	Total		
Pedreiro	1.188,00	1,212,00	2.400,00	9.600,00	R\$14.220,00		
Ajudante	755,00	400,00	1.155,00	4.620,00			
Total c/ enc.	R\$23.463,00						
<b>Faturamento mensal</b>	<b>Despesas</b>	<b>Impostos</b>	<b>Salário Funcionários</b>	<b>Contador</b>	<b>Manut Máquina</b>	<b>Outros</b>	<b>Total Lucros</b>
R\$ 44.800,00	R\$ 6.776,00	R\$ 2.867,20	R\$ 23.463,00	R\$ 788,00	R\$ 1.020,00	R\$ 1.730,00	<b>R\$ 8.155,80</b>

TABELA 2 – Projeção do faturamento mensal utilizando mão de obra humana na construção civil.

<b>Equipe</b>	<b>Unid.</b>	<b>Dia trabalhados</b>	<b>Produção diária/m<sup>2</sup></b>	<b>Produção mensal/m<sup>2</sup></b>	<b>Faturamento mensal R\$14,00m<sup>2</sup></b>	
Pedreiro	4,0	20,0	20,00	1.600,00	R\$ 22.400,00	
Ajudante	4,0					
<b>Total</b>	<b>8,0</b>					
<b>Despesas</b>						
Uniforme	Café	Almoço	EPI	Ferramentas manuais	Vale transporte	Total
960,00	480,00	1.600,00	1.440,00	1.240,00	1.056,00	R\$ 6.776,00
<b>Impostos</b>						
	INSS	ISS				Total
	R\$1.971,20	R\$ 896,00				R\$2.867,20
<b>Salário de funcionários c/ encargos</b>						
Função	Sindicato	Produção	Salário	Total parcial	Total	
Pedreiro	1.576,00			6.304,00	9.456,00	
Ajudante	788,00			3.152,00		
<b>Faturamento mensal</b>	<b>Despesas</b>		<b>Salário Funcionários</b>		<b>Outros</b>	<b>Total Lucros</b>
R\$ 22.400,00	R\$ 6.776,00		R\$ 9.456,00		R\$ 1.730,00	<b>R\$ 4.438,00</b>

Fonte: elaborado pelo autor (2012).

O uso de máquinas desta natureza, conciliado com a utilização de massa industrializada, é uma alternativa viável para a construção civil, principalmente por reduzir custos, evitar o transporte e estoque no sistema mecanizado (manual), ou seja, o sistema com o uso da tecnologia requer a realização de menos atividades que não agregam valor ao produto final.

O sistema de bomba de projeção de massa apresentou ganho de produtividade quando comparado ao sistema manual, pois reduziu o prazo de conclusão da obra. Também foi verificado que ocorre uma redução dos índices de perda de material, tanto na mistura, quanto no lançamento, além de reduzir o número de processos das atividades.

## **5 CONCLUSÃO**

Ao apresentar a construção de uma máquina de reboco e avaliar o seu desempenho em uma obra, comparando-a com o método tradicional, constatou-se que a máquina confeccionada produz mais serviço em menos tempo e com um índice muito menor de desperdício de material.

Observou-se que, mesmo havendo um aumento no número de colaboradores para concluir o acabamento do reboco, a máquina projetada favorece nos custos finais, principalmente por reduzir a quantidade de dias de trabalho. Ademais, o método tradicional tem uma produtividade diária muito menor que a observada com a utilização da máquina.

Outro aspecto importante que deve ser ressaltado é que o custo de produção da máquina foi mais acessível, principalmente ao comparar com as máquinas disponíveis no mercado.

Por outro lado, ao utilizar a massa industrializada estará evitando a degradação do meio ambiente, pois evitaria o uso de areia retirada dos rios e, também, diminuiria o índice de desperdício de material, pois o sistema de funcionamento da máquina tem um desperdício mínimo de massa.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, G.D. **Impermeabilização com manta asfáltica na construção civil: estudo da implicação na saúde do trabalhador em construções residenciais verticais.** 200. 63f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade de Pernambuco, Recife, 2009.

BLACHÉRE, G. **Tecnologias da construção industrializada.** Barcelona: Editora Gustavo Gilli, 1977.

BRASIL. Ministério da Educação. **Referenciais curriculares nacionais da educação profissional de nível técnico.** Brasília: Ministério da Educação, 2000.

CORRÊA, A. **Comparação de execução de revestimentos argamassados utilizando máquina de projeção e o método manual.** 2010. 54f. Monografia (Curso de Engenharia Civil) – Universidade de Chapecó, Chapecó, 2010.

HUTH, S. **Construir con Células Tridimensionales.** Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 1976.

MARTINS, G. M. **A inovação tecnológica na produção de edifícios impulsionada pela indústria de material e componentes.** 2004. 154f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MOREIRA, C. E.; RODRIGUES F. M. M. **A Indústria e a Questão Tecnológica, Ministério da Ciência e Tecnologia.** Brasília: Finep/CNI, 2002.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da construção.** São Paulo: FAU/USP, 1980.

SANTOS, C. C. N. **Critérios de projetabilidade para as argamassas industrializadas de revestimento utilizando bomba de argamassa com eixo helicoidal.** 2003. 138f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

SOUZA, U. E. L. de. **Maquinário em operação.** Disponível em: <[http://www.axionconstrucoes.com.br/arquivos\\_downloads/reportagens/mecaniza%E7ao%20de%20canteiros%20de%20obras.pdf](http://www.axionconstrucoes.com.br/arquivos_downloads/reportagens/mecaniza%E7ao%20de%20canteiros%20de%20obras.pdf)>. Acesso em: 06/03/2015.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Editora PINI, 2002.

TOLEDO, R. et al. **A difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção civil**. Florianópolis: Campus Trindade, 1999.

VENDRAMENTO, O.; FRACCARI, P.L.; BOTELHO, W.C. A inovação tecnológica na construção civil e os aspectos humanos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEGEP, 2004.p.4091-4098.