

# eSALENG

*Revista Eletrônica do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium - Araçatuba (São Paulo)*

**ISSN 2448-1432**



**Attribution-NonCommercial 4.0  
International (CC BY-NC 4.0)**

**2019 - nº 7  
1º Semestre**

## **Editorial**

Sempre é uma grande satisfação trazer até a comunidade acadêmica do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, Unisalesiano, de Araçatuba, mais uma edição da Revista eSaleng.

Desta feita, completamos o primeiro número de 2019 com mais uma quantidade expressiva de trabalhos desenvolvidos no âmbito dos cursos de Engenharia do Unisalesiano. Destacamos, mais uma vez, a importância de que este periódico está sempre procurando ampliar seu espectro de possibilidades de gêneros textuais científicos para que, desta maneira, consiga contribuir com diferentes materiais técnico-científicos, mencionados em edições anteriores.

Adiantamos que, para o ano de 2020, teremos novidades muito significativas nas publicações. Podemos antecipar, por exemplo, que receberemos trabalhos em outras línguas, especialmente o inglês, o francês e o espanhol. Com isto, acreditamos que nos abrimos para que também autores de outros idiomas, instituições e países cheguem até nossa comunidade acadêmica, e vice versa. A experiência internacional de publicação é sempre muito salutar, pois coloca em mesmo nível distintas realidades que, à partir de então, passam a dialogar num mesmo espaço social tão significativo, que é a publicação técnico-científica.

Também podemos antecipar que além desta novidade, contaremos com um corpo de revisores de outras instituições e, inclusive, de outros países. Na verdade, desde a primeira edição da eSaleng, em 2016, este era um de nossos objetivos, justamente para pensarmos em alcançar as métricas de qualidade editorial nacionais e internacionais para, assim, nos emparelhados à outras publicações do gênero.

Agradecemos uma vez mais aos acadêmicos, docentes, coordenadores das engenharias e, especialmente, a Reitoria e Vice Reitoria do Unisalesiano pelo apoio a este trabalho de suma importância para a instituição.

***Boa leitura !!!***

## Sumário

### **Engenharia Civil**

***Estudo da arte da implementação de loteamentos horizontais fechados ..... 4***

Ana Paula Barzotti Bernardo, Caroline Pedro da Silva<sup>1</sup> Stefânia Fagundes Petean, Giuliano Mikael Tonelo Pincerato, André Luís Gamino

***Análise do custo-benefício de diferentes materiais de cobertura através do estudo de caso de um galpão comercial ..... 29***

Jéssica Laís Pereira Mendonça, Mariana Martins Lopes, Viviane Bulgarão Gazola, Giuliano Pincerato

***Estudo comparativo entre as normas NBR 6118 (2014) e ACI 318 (2014) quanto ao dimensionamento de vigas de uma residência em concreto armado ..... 43***

Beatriz Rosseto Albertini, Gabriela de Brito, Joyce Cristina de Souza, Marccone Maesta Mazaia, André Luís Gamino

### **Engenharia Mecânica**

***Desenvolvimento de uma bancada móvel para calibração de válvulas de segurança e alívio ..... 59***

Allan Pereira Anacleto, Liniker Bruno da Silva, Lucas Sorato Dionisio, Fernando Gabriel Eguía Pereira Soares, Norberto Januário Pereira

***Projeto e desenvolvimento de sistema de resfriamento evaporativo para aviário de poedeiras: Pad Cooling ..... 77***

Murilo Henrique Bomfim Doná, Vinicius dos Santos Andrioli, Norberto Januário Pereira

***Alerta luminoso em aclives e declives ..... 94***

Bruno Oliveira Ferracioli, Giovani Azevedo Mardegan, Luan Wesley Fernandes de Oliveira, Thiago Santana Aranha, Daniel Lucas de Oliveira, Nelson Hitoshi Takiy

***Desenvolvimento de uma máquina para teste de força em molas ..... 109***

Liniker Bruno da Silva Barbosa, Lucas Sorato Dionisio, Felipe Cabral, Henrique Pires Capron, Allan Pereira Anacleto, Fernando Gabriel Eguía Pereira Soares, Thiago Santana Aranha

***Lavadora e Secadora Automática de Pincéis de Maquiagem ..... 117***

Jéssica Mendes, Vânia A. R. Liberator, Paulo Sérgio Barbosa dos Santos

**Engenharia Mecatrônica**

***Painel didático - Automação industrial e doméstica ..... 142***

Danielly da Silva Britto, Edson dos Santos Farinasso, Vinícios Wendel M. B. Pedro, Vitor Augusto Ferreira, Edval Rodrigues de Viveiros

***Protótipo de semáforo totalmente atuado controlado por microcontrolador ..... 165***

Douglas Lopes José, Maiara Aparecida Santos Gomes, Raoni Fernandes Pinheiro, Amadeu Zanon Neto

***Desenvolvimento de um Titulador Automático ..... 178***

Édi Robi Ferrari Bortolim, Giovanni Panegossi Formaggio, Jose Eduardo Rodrigues Dias, Júnio Henrique Bortolim, Michael Cesar Soares Vieira, Daniel Lucas de Oliveira

# Estudo da arte da implementação de loteamentos horizontais fechados

*Study of the Art of Implementing Closed Horizontal Allotment*

**Ana Paula Barzotti Bernardo<sup>1</sup>**

**Caroline Pedro da Silva<sup>1</sup>**

**Stefânia Fagundes Petean<sup>1</sup>**

**Giuliano Mikael Tonelo Pincerato<sup>2</sup>**

**André Luís Gamino<sup>3</sup>**

## RESUMO

Atualmente, o crescimento na procura por loteamentos horizontais fechados aumentou gradativamente, pelo fato de pessoas procurarem formas de se morar bem, encontrando conforto, segurança, lazer e bem-estar no seu dia a dia em um único lugar. Este trabalho abordou o processo de construção desse tipo de empreendimento, apresentando resumidamente as diretrizes necessárias a serem seguidas para a implantação de loteamentos horizontais fechados, desde a aquisição da gleba até a comercialização do mesmo, exibindo documentações imobiliárias, estudos ambientais e urbanísticos e as viabilidades técnicas, visando respeitar todas as normas necessárias para realização destas etapas. O presente estudo apresentou elementos técnicos necessários com o intuito de adquirir e agregar conhecimentos aos profissionais envolvidos na área, expondo os métodos para se implantar loteamentos horizontais fechados.

**Palavras-chave:** Loteamentos horizontais fechados; diretrizes; implantação; empreendimento; viabilidades técnicas.

## ABSTRACT

Today the searching for closed horizontal allotment has gradually increased, because of the fact that people are looking for places that provide comfort, safety, leisure and well-being in their day by day, at the same time. This work is about the process of construction of this type of development, showing part of what is necessary for the implementation of the closed horizontal allotment, since the acquisition of land to its commercialization, exhibiting real estate documentation, environmental and urban studies and the technical viabilities, trying to respect all the necessary standards for carrying out these steps. The present study showed necessary technical elements with the purpose of acquiring and adding knowledge to the professional involved in the area, showing the methods to implant closed horizontal allotment.

**Keywords:** closed horizontal allotment, implementation, development, technical viabilite.

---

<sup>1</sup> Acadêmicos de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

<sup>2</sup> Docente do curso de Engenharia Civil no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Civil. Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba-SP.

## 1. INTRODUÇÃO

A urbanização teve início no século XX, podendo-se dizer que este século foi considerado o século da urbanização. Nele ocorreu o predomínio da cidade sobre o campo, sendo assim, a maior parte das pessoas que moravam no campo passou a migrar para as cidades, devido às novas oportunidades de trabalho (CARDOSO; SANTOS; CAMIELLO, 2011).

Ainda no século XX, no ano de 1956, teve a intensificação no processo da industrialização brasileira, contribuindo assim para o avanço da urbanização, onde as pessoas do campo procuravam melhorias de vida, colocando suas expectativas nas ofertas de emprego geradas pelas indústrias, como também a facilidade de acesso aos hospitais, escolas, alimentos e bens de consumo.

Sem um estudo de viabilidade para verificar se as áreas ocupadas ofereciam suporte para essa migração, houve um crescimento desenfreado e desordenado da urbanização, o que ocorreram consequências negativas na parte social e estrutural. A ocupação de áreas impróprias para construções foram tomadas, onde a proliferação de habitantes causou falta de transportes, congestionamento no trânsito e a escassez de saneamento básico. Esses fatores levaram a formação de um conjunto de habitações precárias, ocorrendo ocupações de áreas públicas e tendo grande aumento da violência, pois o número de habitantes cresceu de forma muito rápida em relação ao sistema de segurança pública.

A partir da influência da má qualidade de vida urbana, provocada pela desordenada e incoerente apropriação de solos localizados no centro urbano, grandes empreendedores do ramo imobiliário priorizaram por moradias compostas de segurança, lazer e conforto, denominadas por loteamentos horizontais. Tais empreendimentos são implantados em áreas de grandes extensões próximas ao perímetro urbano, onde o proprietário do terreno ou até mesmo investidores optam por lotear seu terreno e transformá-lo em loteamento horizontal fechado.

Na década de 1970, vários empreendimentos imobiliários residenciais surgiram nos EUA, estes adotaram o padrão de loteamento fechado, destacando as zonas turísticas do estado da Califórnia. Na década de 80, esses empreendimentos aumentaram, modificaram e globalizaram (BARBIERO, 2015).

No Brasil, este tipo de empreendimento começou a ser implantado em 1975, localizado entre as cidades de Santana do Parnaíba e Barueri, em São Paulo, ao longo de rodovias de grande fluxo e importância para a cidade, dentre elas a Castelo Branco e Raposo Tavares. O loteamento Alphaville<sup>4</sup> foi o primeiro a ser lançado no país, ilustrado na figura 1. Desde então, os loteamentos fechados foram surgindo em diversas cidades brasileiras, inclusive aquelas com um índice baixo de violência comparado a grandes cidades.

Os loteamentos começaram a surgir aos arredores das cidades, pois os empreendedores procuravam por grandes extensões, com valores menores e com localidades de fácil acesso.

No início, quando esse tipo de empreendimento foi lançado, eram apenas para as classes média e alto padrão, e a partir de 1999 os preços passaram a ser mais acessíveis e obtendo diversos padrões (TEIXEIRA, 2002).



Figura 1 - Loteamento Alphaville Barueri-SP em 1974. Fonte: Alphaville Urbanismo<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> No Brasil, o primeiro registro de loteamento horizontal fechado foi em 1975, o Alphaville implantado em São Paulo. É um tipo de empreendimento, criado e idealizado por Yojiro Takaoka, sócio da empresa Albuquerque Takaoka.

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://alphavilleurbanismo.com.br/experiencia-alpha#social>>. Acesso em maio 2018.

Os loteamentos são considerados fator importante para a estruturação de uma zona urbana, pois, após sua execução, este ficará por muitos anos e passará para as próximas gerações de habitantes (ALVES, 2013). Portanto, é de suma importância que todas as diretrizes sejam seguidas e os estudos de viabilidades sejam feitos com muita cautela para desenvolverem espaços com qualidade.

A falta de conhecimento sobre os critérios para a implantação de um loteamento poderá levar a situações de difícil solução, como drenagem de águas pluviais impróprias que pode levar a inundações, vias de circulação projetadas de forma incorreta causando acidentes, entre outros.

Este estudo deverá abordar todas as diretrizes necessárias para implementação de loteamentos fechados em plano horizontal, incluindo todas as legislações como federais, estaduais e municipais para aquisição e legalização da gleba, as etapas necessárias e processos executados para constituir um loteamento. A proposta desse estudo é buscar de forma simplificada os processos necessários para implantação de loteamento horizontal fechado, apresentando todos os documentos para a realização deste tipo de empreendimento.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Este estudo buscou explorar as questões relevantes sobre a implantação de loteamentos fechado, de modo a demonstrar os critérios utilizados que decorrem do sistema adotado pela Lei nº 6.766/79 e as certidões de diretrizes e bases municipais para o gerenciamento do empreendimento.

O presente trabalho de conclusão de curso objetivou abordar uma sequência lógica a ser seguida de maneira objetiva e prática, para que os empreendedores não enfrentem adversidades indesejáveis se caso anteciparem as etapas a serem seguidas para a realização do loteamento, sem levar em consideração o caminho mais curto e sim o caminho mais seguro do ponto de vista técnico, a fim de que não haja prejuízos e penalidades administrativas e judiciais a que estão sujeitos.

Pode-se dizer que este trabalho é de forma fictício em relação aos projetos técnicos, pois não tem como apresentar um projeto técnico adequado e específico para a realização do loteamento sem obter os estudos de viabilidade da área proposta para implantação, pois através deles são determinadas as melhores técnicas dos projetos a

serem executados. Por conta disto, apresenta-se nos resultados todo o processo para implantar um loteamento, desde a aquisição do lote até a sua comercialização.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para se ter um ponto de vista eficaz, deve-se compreender a metodologia necessária para a realização de um loteamento horizontal fechado, e é fundamental atender todas as leis e normas que engloba todos os aspectos, desde a aquisição da gleba até a implementação final do projeto. Segue-se abaixo os processos para implantação deste empreendimento.

#### **3.1 Título aquisitivo da propriedade**

Para obter o título, deve-se ter muito cuidado e realizar a análise dos títulos aquisitivos antigos, não basta apenas assinar o contrato de compra e venda, mas sim realizar o registro do título aquisitivo no Cartório de Registro de Imóveis (CRI).

#### **3.2 Registro imobiliário**

Para a realização do registro imobiliário, o proprietário deve estar com suas documentações atualizadas e todos os impostos do imóvel quitados. O registro é de extrema importância para o vendedor e o comprador do imóvel, o vendedor pela questão de retirar sua responsabilidade de quitação dos impostos e pela a manutenção do mesmo e ao comprador pelo documento único de direito da posse da propriedade.

#### **3.3 Planta de perímetro existente**

É importante armazenar plantas antigas do imóvel para que não haja complicações futuras ou contestações de vizinhos. É um forte elemento de prova conter assinaturas nas plantas dos confrontantes da gleba, devidamente georreferenciado, caso haja a necessidade.

#### **3.4 Restrições legais**

Na realização de um empreendimento como loteamento horizontal fechado, é de suma importância ao empreendedor que, ao idealizar o projeto, é necessário seguir a Lei nº 6.766/79, onde explica sobre o parcelamento do solo urbano no registro imobiliário. Para realização de qualquer estudo de viabilidade do empreendimento imobiliário, é importante realizar com cautela as leituras da legislação federal, estadual e municipal.

### **3.5 Restrições urbanísticas, ambientais e de saneamento**

É necessário, antes de planejar um empreendimento no local desejado, analisar as condições ambientais, de saneamento básico, entre outros, além de seguir minuciosamente as exigências contidas na legislação. As restrições ambientais devem ser estudadas com extremo cuidado e atenção, pois as exigências existentes em relação das áreas de preservação permanente (APP) e locais que não podem ser removidos seus recursos naturais, tem que ser seguidos de forma correta, segundo as leis Lei nº 4.771/65 – Código Florestal e Lei nº 9.605/98 – Lei de crimes ambientais, para que não haja eventuais problemas.

Deve-se ter uma atenção especial também ao saneamento básico, que no estado de São Paulo, é realizado a análise pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), onde indica se o local é cadastrado como “área contaminada” ou não, se for encontrado o cadastro, dependendo do grau de contaminação, há um alto custo ou até mesmo impossibilidade de recuperação da área, o que poderá ocorrer suspensão na realização do empreendimento.

### **3.6 Viabilidades**

Os estudos preliminares das viabilidades dos locais são de extrema importância, pois através deles, tem-se a confirmação para dar continuidade no empreendimento. São eles as viabilidades legais, viabilidades urbanística e ambiental, viabilidades econômico-financeira e viabilidade comercial.

### **3.7 Levantamento planialtimétrico**

Para melhor entendimento, o levantamento planialtimétrico é executado por um topógrafo ou engenheiro cartográfico, que busca representar com exatidão as três dimensões do terreno, apresentado em modelo digital do terreno (MDT). O levantamento pode ser realizado por medidas diretas, indiretas, eletrônicas ou por uma forma combinada, utilizando mais de um levantamento.

É de suma importância a realização do levantamento planialtimétrico, pois servirá de base para o desenvolvimento dos projetos urbanísticos, projeto de terraplenagem, projeto de água, esgoto, drenagem, pavimentação, APP's, acessos ao empreendimento, por consequência irá refletir no projeto de iluminação, projeto paisagístico, entre outros.

O levantamento planialtimétrico está de acordo com as exigências da NBR 13133 (1994), que dispõe sobre a execução de levantamento topográfico. O principal conceito a ser estudado no levantamento planialtimétrico é as curvas de nível, que é a representação gráfica em planta, de pontos de mesma cota e tem por objetivo básico definir o levantamento das cotas dos pontos de interesse do terreno.

### **3.8 Elaboração de projetos e aprovações**

Ao empreendedor decidir a realização do empreendimento, é recomendável adotar e seguir roteiros sugeridos para o Estado de São Paulo, para dar prosseguimento dos trabalhos de desenvolvimento dos projetos de infraestrutura e urbanístico. A fim de que não haja complicações e que sejam aprovados juntos aos poderes públicos.

#### **Diretrizes para a Elaboração de Projetos**

- a. Da Prefeitura, é necessário conter vias de circulação, áreas de preservação ambientais, áreas de uso comum, em relação ao seu tamanho, localização, condições para fechamento e controle de acesso, quando for o caso.
- b. Da concessionária de serviços de água e esgoto, requisitos para a elaboração dos projetos e sobre o possível abastecimento do empreendimento de água potável e de sistema de coleta de esgoto.
- c. Na CETESB:

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo é a agência do Governo do Estado, vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA) que tem como objetivo e responsabilidade pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades gerados pela poluição, com base na Lei Estadual 997/76 e seu Regulamento aprovado pelo Decreto Estadual 8468/76.

- No DEPRN – Tem o intuito de obter informações e normas necessárias para supressão de vegetação nativa e intervenções em áreas de preservação e áreas ambientalmente protegida.
- No DUSM – É o estudo de possibilidade de utilização de glebas em Áreas de Proteção aos Mananciais.
- No DAIA – É uma autorização emitida pelo Instituto Estadual de Florestas para acobertar intervenções ambientais. O mesmo também autoriza o aproveitamento de produto ou subproduto da flora nativa.

#### Pré-aprovação do Projeto na Prefeitura

- a. Em caso que a gleba conter trechos com declividades acima do permitido pelos municípios (sendo que a porcentagem varia de município para município), neste caso é necessário aprovações liminar do projeto urbanístico, de terraplenagem e de drenagem.
- b. Adquirir certidão de conformidade atestando que a gleba:
  - Está localizada na zona urbana ou de expansão urbana;
  - Se não foi utilizada de forma incorreta para depósitos de resíduos ou lixos que tragam danos à saúde dos futuros moradores;
  - Se for coletado ou não por forma regular o lixo das propriedades do loteamento.
  - Está-se localizada em zonas com problemas geotécnicos, especificamente em erosão e instabilização de encosta, entre outros;
  - Está localizada em zona residencial, comercial, industrial ou mista;
  - Se está de acordo com a lei do seu município ou plano diretor aprovado.

- c. Adquirir sempre uma cópia do projeto urbanístico, carimbada e vinculada à certidão conforme foi citado acima. E os projetos sempre deverá ter a incumbência de atender aos requisitos técnicos dos órgãos estaduais, membro do Grupo de Análise de Projetos Habitacionais (GRAPROHAB).

#### Aprovação no GRAPROHAB

- a. Solicitar a aprovação do Estado, anexar todos os documentos e projetos solicitados pelas secretarias, de acordo o GRAPROHAB.
- b. Conduzir sempre o andamento juntos as empresas, secretarias e aos órgãos públicos, que será responsabilizado pela a análise dos projetos.
- c. Responder aos requisitos técnicos e indeferimentos, de acordo com o prazo previsto no Manual do GRAPROHAB.
- d. Retirar o Certificado de Aprovação remetido pelo GRAPROHAB, para a determinante aprovação da Prefeitura, assinando este ato “Termo de Compromisso”, para que o empreendedor faça parte dele e a entrega em arquivos digitais contendo o projeto completo do empreendimento.
- e. Exigir autenticação de cópias do projeto e do respectivo memorial descritivo, para apresentar na Prefeitura, Serviço de Registro de Imóveis, entre outros.
- f. Deve-se seguir os prazos determinados pelo GRAPROHAB para análise de projetos e providenciam decorrentes. Os prazos só são constados a partir da data de emissão da Ata, na qual foi apresentado o pedido de aprovação do projeto. Caso não sejam respeitados os prazos determinados, ocorrerá o arquivamento do pedido de aprovação requisitado.

#### Aprovação Definitiva na Prefeitura

A figura 1 representa a ordem das aprovações dos documentos, projetos e memoriais necessários, para ter a aprovação final da prefeitura.

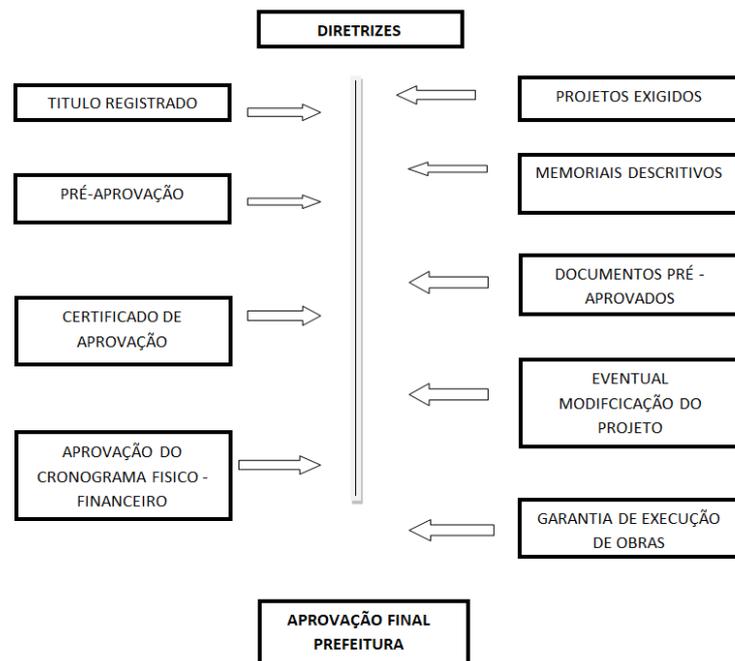


Figura 1 – Esquema das ordens de aprovações dos documentos, projetos e memoriais necessários. Fonte: Amadei, (2010), p. 18.

Após a aprovação de todos os projetos na prefeitura, é realizado um pedido de alvará para o fechamento do loteamento, para se transformar em loteamento fechado. Para se concretizar o pedido do fechamento deve-se seguir a lei nº 13.465/17 e as leis municipais, que variam de município para município.

### 3.9 Registro imobiliário do parcelamento

Após a aprovação do projeto de parcelamento, deverá ser submetido ao registro junto ao Serviço de Registro de Imóveis competente, levando em consideração todas as exigências do artigo 18 da Lei nº 6.766 (1979).

### 3.10 Implantação e comercialização do empreendimento

#### 3.10.1 Implantação

A Lei nº 6766/79, estabelece duas formas para implantação do empreendimento que pode ser realizada após ou antes do registro do loteamento. Porém, orienta que para iniciar os serviços e obras, sem prejuízos futuros, é necessário ter a aprovação definitiva na prefeitura, cronograma aprovado e alvará de execução de serviços e obras, todos

respeitando o prazo máximo estabelecidos. Caso o empreendedor inicie obras e serviços sem aprovação do parcelamento, estará sujeito a crime contra a administração pública.

A figura 2 representa a ordem das aprovações, registros e alterações de projetos caso necessário.

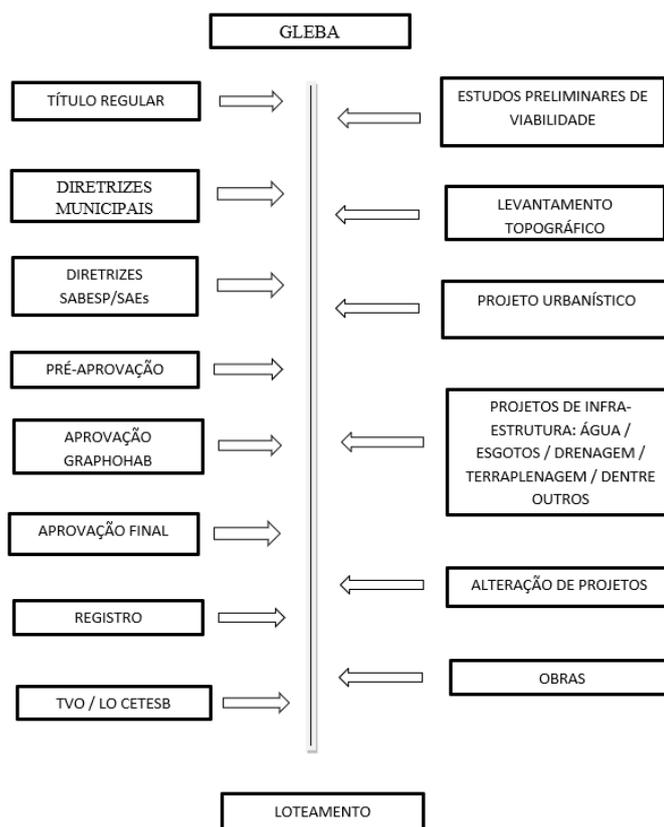


Figura 2 – Ordem das aprovações, registros e alterações de projetos caso necessário.

Fonte: Amadei, (2010), p. 23.

### 3.10.2 Comercialização

É considerado crime a venda ou qualquer documento que apresente intenção de venda antes do registro imobiliário do loteamento. Sendo assim, é necessário e importante informar que:

- Só é permitida a venda de lotes após o registro do loteamento em um cartório de registro de imóveis.

- b. É considerado crime contra a administração pública a venda de lotes antes do registro do loteamento e o início das obras antes da aprovação.
- c. A divulgação e o comercial do loteamento devem seguir os “Princípios da Verdade, da Informação e da Identificação” e também atender ao Código de Defesa do Consumidor.
- d. Deve-se dar preferência na contratação de empresas tradicionais qualificadas e nomeadas neste ramo, para realizar as promoções de vendas.
- e. É sensato iniciar as vendas dos lotes, quando ao menos as ruas do loteamento estiverem abertas e com sua topografia já definida e marcada.
- f. Os recibos de sinal, propostas de venda ou de compra, devem ser elaborados com todo cuidado, pois reflete ao contrato padrão, caso o vendedor negar assinar os próximos contratos.
- g. O comprador tem o direito do prazo de 7 dias para desistir da compra e receber o valor de volta com a correção monetária, caso a venda seja feita fora do estabelecimento comercial.
- h. É proposto aos empreendedores entregarem no ato da venda, uma cópia do contrato padrão para que os compradores a leem e entenda as condições propostas, ou procurem uma pessoa de sua confiança para lhe explicar as cláusulas do contrato. Pois se o comprador assinar o contrato sem o conhecimento do que está descrito, ele tem o direito de não cumprir as regras.
- i. É essencial conter no contrato um local com a declaração de que a pessoa leu e entendeu todas as cláusulas do contrato, do recibo de sinal e da proposta de venda ou compra.
- j. O empreendedor é obrigado a vender os lotes da oferta pública, e é necessário conter nas propagandas se as ‘reservas’ também valem para a promoção publicada.
- k. O empreendedor que mantiver um serviço de atendimento ao cliente (SAC) evitará, certamente, muitos problemas em relação ao Código de Defesa do Consumidor, no seu longo relacionamento com o comprador, até a outorgada da escritura definitiva de venda e compra do lote.

### **3.11 Administração do empreendimento**

Após a venda dos lotes, dá-se início a administração do empreendimento, que é de suma importância para a segurança dos negócios e dar tranquilidade para o empreendedor.

Segue-se os aspectos mais importantes para sua administração.

### **3.11.1 Contrato Padrão de Compromisso – Venda de Lotes**

Os contratos de venda de lotes devem conter suas cláusulas, não podendo ser modificadas frequentemente, e deverá ser impressa em folha separada daquelas que realiza alterações frequente, para não ocorrer a reimpressão do contrato padrão.

- a. As características do lote objeto da venda, indicando suas medidas, área e confrontações, preço, forma de pagamento, sistema de amortização, atualização monetária, juros e dentre outros, poderá ocorrer modificações durante o período de venda.
- b. O contrato deve ser preenchido sem rasuras, contendo três vias, sendo uma para o comprador outra para o empreendedor e a outra para o Serviço de Registro de Imóveis, conforme o § 1º, art. 26, da Lei nº 6.766/79.
- c. As assinaturas das partes e das testemunhas, devem estar contidas na última folha.
- d. O reconhecimento das firmas, das partes e das testemunhas, é indispensável.
- e. O registro do contrato no Serviço de Registro de Imóveis, não se deve ser dispensável, sob pena de o comprador não ter garantia jurídica contra terceiros e de o vendedor não poder informar o inadimplente da via administrativa. Conforme o art. 32 da Lei nº 6.766/79 o contrato é considerado rescindido 30 (trinta) dias depois de constituído em mora o devedor.

### **3.11.2 Cobrança e Controle de Prestações**

Para uma maior eficiência na hora da cobrança de prestações atrasadas, é aconselhável que seja realizado um frequente acompanhamento, para que não tenha o atraso às providências legais necessárias, de forma que o comprador não se exima de priorizar e pagar, nos prazos adequados de vencimento das prestações do lote.

- a. Conforme o art. 32 da Lei nº 6.766/79 ou pelo Registro de Títulos e Documentos do art. 49 da Lei nº 6.766/79, é recomendável a notificação do Serviço de Registro de Imóveis, para constituição em mora do devedor, seja realizada após o vencimento da terceira prestação do lote em atraso, o que possibilita a cobrança da cláusula penal.
- b. Seja realizado acordos para o recebimento das prestações atrasadas, na forma por escrito.
- c. Na realização da cobrança pessoal não pode gerar constrangimento ao comprador, em atendimento ao Código de Defesa do Consumidor (CDC).

### **3.11.3 Cancelamento de Vendas**

No caso de ocorrer cancelamento da venda do lote, deve ser observado o procedimento para que não ocorram problemas indesejáveis, no caso do descumprimento do comprador.

É recomendável seguir as regras de rescisão de contrato de compromisso de compra e venda, conforme está prevista na Lei nº 6.766/79, que são as seguintes:

- I. Notificação do inadimplente pelo Oficial do Serviço de Registro de Imóveis, a requerimento do credor, para satisfazer as prestações vencidas e as que se venderem até a data do pagamento, os juros convencionados e as custas de intimação § 1º do art. 32.
- II. Requerimento ao Serviço de Registro de Imóveis, para cancelamento do registro do contrato, se não for purgada a mora.

- III. III – Devolução de prestações pagas, conforme previsto no contrato de venda.
- IV. IV – Prova da devolução de prestações pagas ou depósito da quantia devida, no Serviço de Registro de Imóveis, para se efetuar o registro do contrato da nova venda como consta no art. 35 da Lei nº 6.766/79.

#### **3.11.4 Reintegração de Pose de Lotes**

Para a reintegração é necessário o empreendedor promover ação judicial para sua reintegração própria do imóvel, caso acontece de o imóvel não ocorrer a desocupação do lote.

- a. Conforme o art. 34 da Lei nº 6.766/79 em qualquer caso de rescisão por inadimplemento do adquirente, as benfeitorias necessárias ou úteis por ele levadas a efeito no imóvel deverão ser indenizadas, sendo de nenhum efeito qualquer disposição contratual em contrário.
- b. O valor da indenização poderá ser feito um acordo com o comprador, para passar o recibo e quitação ao empreendedor, ou poderá ser feito o acordo através do Juiz, após isso é necessário obter um laudo de avaliação.

#### **3.11.5 Arquivo de Documentação do Empreendimento**

É de extrema importância ter organização com todos os documentos do empreendimento, pois se acaso acontecer de qualquer problema indesejável, esteja de fácil acesso para comprovar a regularidade do mesmo. Por esta questão é aconselhável anexar os documentos em pastas, e com os documentos originais é indicado que mantem em local seguro, até mesmo contra incêndio, é necessário que tenham:

- a. Cópia de todas as documentações dos processos de registro do empreendimento;
- b. Cópias suplementares de projetos aprovados e respectivos memoriais descritivos;

- c. Plantas originais em arquivos digitais ou em papéis vegetais, dos projetos aprovados;
- d. Documentos remanescentes, como as plantas antigas, escrituras, contratos, certidão de propriedade, recibo de pagamento da compra da gleba, recibos de IPTU e/ ou INCRA anteriores de pelos até aos últimos cinco anos;
- e. Licença de Operação (LO) enviada pela CETESB;
- f. Termo de Verificação de Obra (TVO);
- g. Cópias dos documentos do empreendimento, para exame de terceiros;
- h. Matrícula imobiliária com a indicação do registro do parcelamento;
- i. Projetos aprovados na Prefeitura do município;
- j. Relação das matrículas de todos os lotes;
- k. Certidão atualizada, negativa do IPTU, enquanto for lançado por área bruta;
- l. Cronograma físico-financeiro para execução das obras aprovados pela Prefeitura do município;
- m. Alvará de licença aprovados na Prefeitura do município, para execução das obras remetida pela Prefeitura;
- n. Certificado de aprovação do empreendimento no GRAPROHAB;
- o. Licença de Operação (LO) remetido pela CETESB;
- p. Cópia do Termo de Verificação de Obra (TVO).

### **3.11.6 Arquivo de Documentação Imobiliária de Cada Lote**

É importante também ter a organização dos documentos referente a cada lote, para caso necessário a comprovação de qualquer problema, até mesmo para processos adotados em sua administração e comercialização do empreendimento. Portanto sugere que para cada lote tenha documentos separados individualmente em pasta próprias, abrangendo:

- a. Cópia da matrícula imobiliária do lote;
- b. Cópia do recibo de sinal ou da proposta de venda e/ou compra;
- c. Cópia da declaração de informação prestada ao comprador no ato da venda;
- d. Cópia do contrato de compromisso de venda, ou pelo menos com firma reconhecida;
- e. Cópia de cessões do contrato, registrado;

- f. Cópia da escritura definitiva de venda e compra, de acordo com o comprador, adequadamente registrada;
- g. Transferência do contribuinte do IPTU, para o nome do comprador do lote;
- h. Cópias de cartas recebidas e enviada do comprador ou outros documentos;
- i. Qualquer papel ou documentos referentes ao empreendimento, como intimações ou solicitações do poder público ou de pessoas de interesse.

#### 4. CONCLUSÕES

Diante do conteúdo apresentado nesse trabalho, têm-se as etapas necessárias para os processos de implantação de um loteamento horizontal fechado, seguindo as diretrizes e as viabilidades fornecidas pelo local proposto.

As diretrizes e elaboração dos projetos devem ser realizadas de acordo com as normas e leis municipais, estaduais e federais, pois existe uma variação entre eles. O presente estudo se baseou nas leis e normas estabelecidas pelo estado de São Paulo e apresenta-se também um exemplo de certidão de diretrizes e base do município de Araçatuba/SP.

As metodologias e as normas apresentadas devem ser seguidas rigorosamente, adotando as técnicas para tornar o empreendimento uma fonte de renda para o empreendedor, sem impactos ambientais e proporcionar conforto e segurança para os futuros moradores.

Portanto, conclui-se que este trabalho é um manual de como implantar um loteamento fechado, onde empreendedores e profissionais do ramo possa ter como base o conteúdo apresentado, evitando problemas indesejáveis no processo de implantação.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133: Execução de Levantamento Topográfico**. Rio de Janeiro, 1994.

AMADEI, Vicente Celeste. **Parcelamento do solo urbano (loteamento e desmembramento): como gerenciar o empreendimento em todas as suas faces**. Campinas, SP: Millennium Editora, 2010.

ANDRADE, Mário Henrique F. **Introdução à Pavimentação**. Disponível em: <<http://www.dtt.ufpr.br/Pavimentacao/Notas/MOdule%201%20-%20Introducao.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2018.

APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA É INCLUÍDO NA LEGISLAÇÃO. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/aproveitamento-de-agua-de-chuva-e-incluido-na-legislacao>>. Acesso em: 19 set. 2018.

ASFALTO EM CONDOMÍNIOS: QUAL A MELHOR OPÇÃO. Betuseal. Disponível em: <<http://www.betuseal.com.br/asfalto-condominios-melhor-opcao/>>. Acesso em: 16 maio 2018.

AS FAVELAS E CONDOMÍNIOS FECHADOS DO BRASIL SUBURBANO. Periferias Globais. Disponível em: <<https://globalperipheries.wordpress.com/2011/06/30/the-favelas-and-gated-communities-of-suburban-brazil/>>. Acesso: 19 abr. 2018.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano. **Manual de hidráulica**/ José Martiniano de Azevedo Netto; coordenação Roberto de Araújo; coautores Miguel Fernandez y Fernandez, Acácio Eiji Ito. 8ª edição – São Paulo: Blucher, 1998.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BARBOSA, Julmar Nunes. **Estudo da Aplicação de Estações de Tratamento de Esgoto Compactas em Pequenos Municípios de Minas Gerais**. Monografia de final de curso – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

BARROSO, Elvira Maria Fernandes. **Loteamentos fechados: entre a omissão legal e a realidade fática**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação. Desenvolvimento Urbano, 2013. Recife: O Autor, 2013.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006.

B&B Topografia. *A Topografia em Condomínios: Levantamento Planialtimétrico*. Sorocaba: 2018.

BORGES, Alberto de Campos. **Topografia: aplicada a engenharia civil**. V. 2. São Paulo: Edgard Blucher, 1992.

BRASIL. **Lei n. 4.591, de 16 de dezembro de 1964**. Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 21 de dezembro de 1964. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4591.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4591.htm)>. Acesso em: 23 maio 2018.

BRASIL. **Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 20 de dezembro de 1979. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm)>. Acesso em: 23 maio 2018.

BRASIL. **Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 9 de janeiro de 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em: 19 set. 2018.

BRASIL. **Lei n. 13.312, de 12 de julho de 2016**. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, para tornar obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 12 de julho de 2016. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/L13312.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13312.htm)>. Acesso em: 10 maio 2018.

BRASIL. **Lei n. 13.501, de 30 de outubro de 2017.** Altera o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 31 de outubro de 2017. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Lei/L13501.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13501.htm)>. Acesso em: 19 set. 2018.

CARDOSO, E. J.; SANTOS, M. J.; CARNIELLO, M. F. **O Processo de Urbanização Brasileiro.** Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2011.

CARVALHO, Weber de Freitas. **Medição Individualizada de Água em Apartamentos.** Monografia de final de curso – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

COELHO, José. M.; ROLIM, Fernando. C.; ANDRADE, Júlio da Silva C. O. **Topografia Geral.** Recife : EDUFRPE, 2014. p. 6-7.

COLETA DE ESGOTOS. Sabesp. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=50>>. Acesso em: 20 out. 2018.

COMO FUNCIONAM OS POÇOS ARTESIANOS. Síndico Net. Disponível em: <<https://www.sindiconet.com.br/informese/como-funcionam-os-pocos-artesianos-manutencao-pocos-artesianos>>. Acesso em: 19 set. 2018.

COMO IMPLANTAR ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO COMPACTA. Ohub. Disponível em: <<https://www.ohub.com.br/ideias/como-implantar-estacao-de-tratamento-de-esgoto-compacta/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

CORRÊA, Mayara. **Saiba as diferenças de condomínios e loteamentos fechados**. G1, Sorocaba e Jundiá, 1 fev. 2016.

DAIBERT, João Dalton. **Topografia: técnicas e práticas de campo** / João Dalton Daibert. 2. ed. São Paulo: Érica, 2014.

DNIT. Manual de Pavimentação. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

EOS – Organização e Sistemas Ltda. Conheça a História do Saneamento Básico e do Tratamento de Água e Esgoto. Disponível em: <<http://www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/>>. Acesso: 19 abr. 2018.

ENTENDA COMO FUNCIONA UM POÇO SEMI-ARTESIANO. Poços Artesianos Já. Disponível em: <<https://pocosartesianosja.com.br/blog/2018/04/23/como-funciona-um-poco-semi-artesiano-saiba-mais/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. 9. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1987.

ETE COMPACTA MODULAR. Estação de Tratamento de Água. Disponível em: <<http://estacaodetratamentodeagua.com.br/ete-compacta-modular/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

FORMIGA, A. C. de Souza et al. **Impactos ao Meio Ambiente Provocados pela Ausência de um Sistema de Tratamento de Esgoto no Município de Pombal-PB**. Disponível em: <<http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2013/trabalhos/pdf/congestas2013-et-07-001.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2018.

GOEKING, Weruska. **Levantamento Topográfico**. Construção Mercado – Negócios de Incorporação e Construção, São Paulo. Edição 120, Julho/2011.

IBGE. Saneamento e Meio Ambiente – Atlas de Saneamento 2011. Disponível em:

<[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096\\_cap3.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap3.pdf)>. Acesso: 19 abr. 2018.

IBGE. Rede Coletora de Esgoto. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096\\_cap8.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap8.pdf)>. Acesso: 21 out. 2018.

KRONEMBERGER, D. et al. **Saneamento e Meio Ambiente**. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096\\_cap3.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap3.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2018.

LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO, O QUE É E PARA QUE SERVE? Luis Gandini – Arquiteto e Consultor Online. Disponível em: <<http://luisgandini.com.br/levantamento-planialtimetrico/>>. Acesso: 19 abr. 2018.

MAIA, Samantha. **Empresas e Condomínios já Tratam Esgoto**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=27&Cod=263>>. Acesso em: 16 maio 2018.

MODESTO, Maria da Glória Santos. **Condomínios horizontais e loteamentos fechados: dinâmica de “privatização” do tecido urbano**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

MORÉS, Fábio Vinícius. **Reaproveitamento da Água de Chuva em Condomínios Residenciais e Comerciais na cidade de Porto Alegre**. Trabalho de Diplomação – Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

NAKAMURA, Juliana. **Pavimentação Asfáltica**. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/artigo260588-3.aspx>>. Acesso em: 21 out. 2018.

O QUE É PLANO DIRETOR? – Urbanidades. Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/2008/06/o-que-e-plano-diretor/>>. Acesso: 12 mar. 2018.

O QUE É PRECISO PARA CONSTRUIR UM POÇO ARTESIANO. Paraíso das Bombas. Disponível em: <<https://blog.paraisodasbombas.com.br/o-que-e-preciso-para-construir-um-poco-artesiano/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

O QUE É URBANIZAÇÃO? - Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-urbanizacao.htm>>. Acesso: 12 mar. 2018.

PASQUALINI, A. et al. **Elaboração e Concepção de um Projeto de Condomínio Fechado.** Disponível em: <[https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/151\\_Condomio\\_Fechado.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/151_Condomio_Fechado.pdf)>. Acesso: 12 mar. 2018.

PEIXOTO, Luiz. **A importância de um Levantamento Topográfico Planialtimétrico Cadastral e suas utilizações** – INOVAR. Minas Gerais: 2016.

PLANIMETRIA. Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia – São Paulo. Disponível em: <<https://pep.ifsp.edu.br/moodledata/filedir/2c/7f/2c7fe4e2e223f2faf56068bc3aefab48ef9ac429>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

POÇO ARTESIANO, O QUE É? Fórum da Construção. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=1213>>. Acesso em: 19 set. 2018.

POR QUE É IMPORTANTE TER ÁGUA PRÓPRIA NO CONDOMÍNIO? Condomínio Riverside. Disponível em: <<http://condominioriverside.com/blog/por-que-e-importante-ter-agua-propria-no-condominio/>>. Acesso em: 16 maio 2018.

QUAL A MELHOR OPÇÃO PARA PAVIMENTAR AS RUAS DOS CONDOMÍNIOS? ADIPLANTEC. Disponível em: <<http://adiplantec.com.br/qual-a-melhor-opcao-para-pavimentar-as-ruas-dos-condominios/>>. Acesso em: 16 maio 2018.

REIS, Nestor Goulart dos. **Memórias do transporte rodoviário: Desenvolvimento das atividades rodoviárias de São Paulo.** São Paulo: CPA, 1995.

RODRIGUES, Silvia. **Loteamentos Fechados e Condomínios Residências – Iniciativa Pública e Privada**. Disponível em: <<http://www.usp.br/nutau/CD/90.pdf>>. Acesso: 19 abr. 2018.

ROSSI, Anna Carolina. **Etapas de uma obra de pavimentação e dimensionamento para uma via na Ilha do Fundão**/ Anna Carolina Rossi. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2016.

**SCHMITT, Janine B. Loteamentos Fechados X Condomínios Fechados. Disponível em:** <<https://janinebertuol.jusbrasil.com.br/artigos/403913077/loteamentos-fechados-x-condominios-fechados>>. **Acesso em: 18 out. 2018.**

TEIXEIRA, Carlos M. **Alphaville e Alphaville**. Textos publicados no portal Vitruvius. Arquitextos Nº 021, Fev./2002.

TESTON, Andréa. **Impacto do Aproveitamento de Água da Chuva na Drenagem: Estudo de Caso de um Condomínio Horizontal em Curitiba/PR**. Dissertação de mestrado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

TRATAMENTO DE EFLUENTES JÁ É REALIDADE EM CONDOMÍNIOS. Condomínio SC. Disponível em: <<http://www.condominiosc.com.br/jornal-dos-condominios/tecnologia-e-inovacao/2787-tratamento-de-efluentes-ja-e-realidade-em-condominios>>. Acesso: 22 abr. 2018.

TRATAMENTO DE ESGOTO NO CONDOMÍNIO. Seu Condomínio. Disponível em: <<https://www.seucondominio.com.br/noticias/esgoto-no-condominio>>. Acesso em: 15 maio 2018.

TRATAMENTO EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS. BioProject. Disponível em: <<http://www.bioproject.com.br/Edital/BioProject%20-%20Edital%20N%2037.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2018.

URBANIZAÇÃO BRASILEIRA. Globo. Disponível em:  
<<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/urbanizacao/urbanizacao-brasileira.html>>. Acesso em: 16 maio 2018.

VEIGA, Luis A. K.; ZANETTI, Maria A. Z.; FAGGION, Pedro L. **Fundamentos de Topografia - Engenharia Cartográfica e de Agrimensura Universidade Federal do Paraná, 2012.** Disponível em:  
<[http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos\\_topo.pdf](http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – Water, Sanitation and Hygiene Links to Health. November, 2004.

# Análise do custo-benefício de diferentes materiais de cobertura através do estudo de caso de um galpão comercial

*Cost-benefit analysis of different hedging materials through the case study of a commercial shed*

Jéssica Laís Pereira Mendonça<sup>1</sup>  
Mariana Martins Lopes<sup>2</sup>  
Viviane Bulgarão Gazola<sup>3</sup>  
Giuliano Pincerato<sup>4</sup>

## RESUMO

Neste trabalho foi abordado o custo-benefício de materiais de cobertura, sendo eles: estrutura metálica, estrutura de madeira, telha metálica, telha termoacústica e telha fibrocimento, visto que atualmente as obras visam o melhor material com o menor custo e tempo de execução. Realizou-se o estudo de caso de um galpão comercial com 384 m<sup>2</sup> para comparar esses diferentes materiais de cobertura disponíveis no mercado, o custo de cada um no tocante com o tempo e a complexidade da execução e o conforto térmico que proporcionam ao ambiente. Por meio do *software* de dimensionamento CYPE 3D v.2018 foi criada a estrutura em estudo e utilizando-se de métodos de orçamento, tabelas orçamentárias e cotações de preços, foram quantificados os materiais e a mão de obra para elaboração das planilhas orçamentárias no Microsoft Excel. Os resultados obtidos levaram em consideração o custo, o desempenho térmico e o tempo de execução de cada estrutura, fornecendo subsídios para classificá-las quanto seu custo-benefício quando utilizadas em obras. Portanto, concluiu-se que a estrutura metálica com a telha termoacústica foi a melhor opção dentre as estudadas, pois a estrutura metálica possuiu menor custo e menor tempo de execução e telha termoacústica foi a única que atendeu ao desempenho térmico exigido por norma.

**Palavras-Chave:** cronograma físico, custo-benefício, desempenho térmico, orçamentação.

---

<sup>1</sup> Acadêmica de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

<sup>2</sup> Acadêmica de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

<sup>3</sup> Acadêmica de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

<sup>4</sup> Professor e Coordenador do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

## **ABSTRACT**

In this work the cost-benefit of roofing materials was discussed, being: metal structure, wood structure, steel tile, thermoacoustic tile and fiber-cement tile, since currently the works aim at the best material with the lowest cost and execution time. The case study of a commercial shed with 384 m<sup>2</sup> was carried out to compare these different roofing materials available in the market, the cost of each one with respect to the time and complexity of the execution and the thermal comfort that they provide to the environment. Through the CYPE 3D design software version 2018, the structure under study was created, and using budgeting methods, budget tables and price quotations, the materials and manpower for the preparation of the budget worksheets were quantified at Microsoft Excel. The results obtained took into account the cost, the thermal performance and the execution time of each structure, providing subsidies to classify them as their cost-benefit when used in works. Therefore, it is concluded that the metallic structure with the thermoacoustic tile is the best option among the studied ones, because the metallic structure has a lower cost and less time of execution and thermo-acoustical tile is unique that meets the thermal performance required by design code.

**Key-words:** Physical schedule, cost benefit, thermal performance, budgeting.

## **Introdução**

Para o sucesso de todo empreendimento, deve-se realizar um estudo de viabilidade antes de iniciá-lo. Neste trabalho, não será abordado somente o estudo de viabilidade econômica, fator determinante na execução de um projeto, mas será analisado também a viabilidade do material empregado, pesquisando os tipos disponíveis no mercado, o tempo de execução de cada um e o desempenho dos mesmos.

Embora o estudo de viabilidade econômica seja fator determinante para a execução de um projeto, tem-se notado a necessidade da análise do custo-benefício dos materiais empregados, pois muitas vezes o emprego de materiais de menor custo gera gastos maiores durante a execução e após o término da obra. Sendo assim, cabe ao engenheiro orçamentista propor ao proprietário do empreendimento uma conciliação de custo com qualidade.

Foi utilizada a cobertura para o estudo do custo-benefício, visto que sua função, além de proteger a residência das intempéries, também tem papel de isolante térmico, uma vez que recebe a maior parcela de carga térmica em uma habitação (MASCARO, 1992).

Por receber a maior parcela de carga térmica, as propriedades termofísicas das telhas são de suma importância para a determinação da temperatura interna do ambiente, sendo elas a absorvância, refletância e emissividade.

Com a evolução do ser humano, aumentou-se a procura pelo bem-estar e conforto, buscando-se, portanto, espaços arquitetônicos que propiciam conforto higrotérmico, ou seja, condições de umidade e temperatura do ar confortáveis aos ocupantes do ambiente, visto que para manter um ambiente em temperatura adequada utilizando-se de aparelhos elétricos, o custo a longo prazo será bem maior comparado ao necessário para adotar soluções arquitetônicas durante a construção.

A qualidade da construção civil é consequência das soluções técnicas, produtos de pesquisas, da análise dos materiais em conformidade com as normas em vigência e as futuras normas a serem implementadas (PERALTA, 2006, p.9).

Tais soluções arquitetônicas se dão pela escolha do material utilizado, pela adoção de lanternins ou outros meios de ventilação natural, e neste projeto também será utilizado o programa computacional SOL-AR, que nos fornece a trajetória da incidência solar ao longo do dia e do ano. Desta forma, o projeto será posicionado no terreno de maneira adequada para que a incidência solar seja a menos prejudicial possível (LABEEE, UFSC).

Atualmente há uma grande diversidade de materiais no mercado para o telhamento, e para a escolha correta devemos levar em consideração vários fatores, como o local que será construído e qual será a utilização do mesmo. Com isso, para residências as mais utilizadas na construção civil são as do tipo francesa, colonial, portuguesa, romana, plana ou germânica. Em galpões ou depósitos o telhamento metálico é o mais utilizado, devido o menor custo para projetos de grande dimensão como estes (UEPG, 2011).

Quanto a estrutura do telhado, que tem a função de suportar o peso próprio, o peso das telhas e a carga do vento, será realizado um comparativo entre o material metálico e a madeira. Devido à grande diversidade do Brasil, existem diversos tipos de madeira, e sua disponibilidade varia de região para região. Já o aço, também de fácil acesso, é encontrado perfis prontos para venda.

A estrutura de madeira vem cedendo espaço para o aço devido sua agilidade de execução, pois no madeiramento são necessários pregos, parafusos, serra, furadeira, tornando mais demorada e trabalhosa a sua execução. Será levado em consideração o custo da mão de obra para a execução desses dois tipos de estruturas, uma vez que o carpinteiro tem menor custo que o serralheiro, e este pode ser mais difícil de encontrar dependendo da cidade.

O orçamento é a previsão do custo final de uma obra, e quanto mais detalhado, mais se aproximará do custo real. O detalhamento consiste no cálculo da quantidade correta de materiais a fim de evitar o desperdício, na contabilização da mão de obra, custos diretos e custos indiretos envolvidos no processo. Para que o orçamento seja cumprido é necessário o acompanhamento da obra, realizando-se um controle da execução dos serviços (SILVA, 2009).

## **Objetivos**

Este trabalho tem por objetivo fornecer subsídios para análise de diferentes tipos de coberturas disponíveis no mercado, por meio de um estudo de caso, utilizando-se de *software* para dimensionamento da estrutura, métodos de orçamento para obter o custo e o cronograma do serviço de acordo com o material utilizado, bem como as normas de desempenho térmico para classificá-lo quanto a sua qualidade.

## Materiais e métodos

### Projeto

O presente trabalho utilizou-se de duas metodologias: a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. A pesquisa bibliográfica serviu como fundamentação teórica dos conceitos abordados no trabalho, como orçamento, cronogramas e desempenho térmico dos materiais. O estudo de caso teve como base o projeto fictício de um galpão comercial de 384 m<sup>2</sup>, localizado na região industrial do município de Bilac-SP.

Com o intuito de reduzir o máximo possível os efeitos da intensa radiação solar, utilizou-se o programa computacional SOL-AR v.6.2 para obtenção da carta solar do local do projeto.

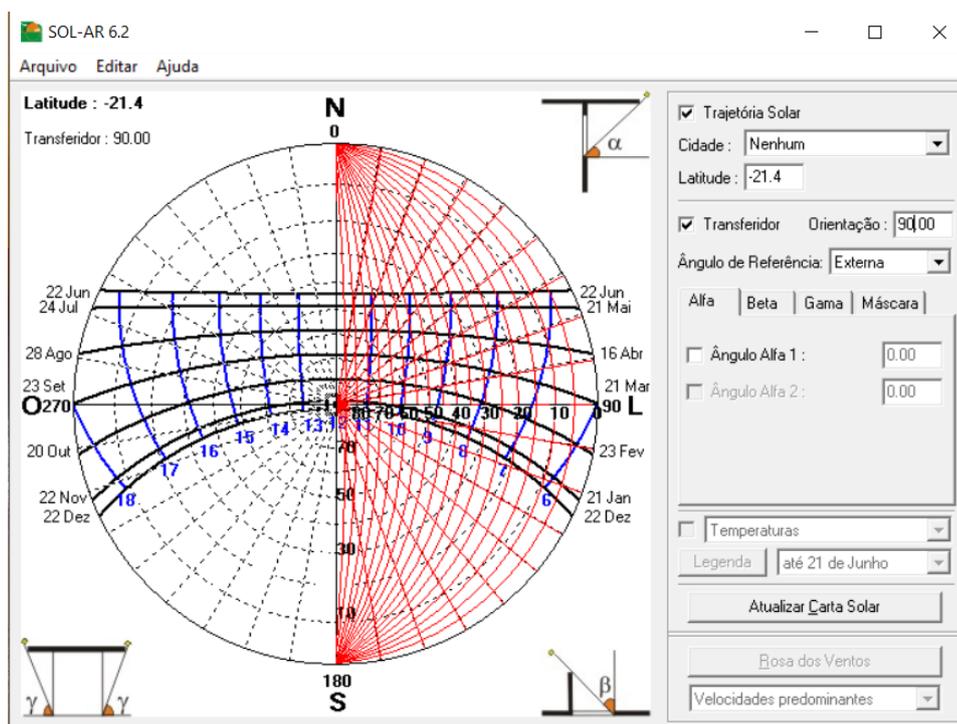


Figura 1: Carta solar  
Fonte Própria

Para o dimensionamento da estrutura de cobertura foi utilizado o *software* CYPE 3D v.2018, um programa que projeta estruturas tridimensionais compostas por barras com perfis de aço, alumínio e madeira de acordo com as normas brasileiras pertinentes.

Foram simuladas 6 situações, sendo elas: estrutura de madeira e estrutura metálica combinadas com as telhas metálica, termoacústica e fibrocimento. Na figura 2, tem-se a vista tridimensional das estruturas após serem lançadas.

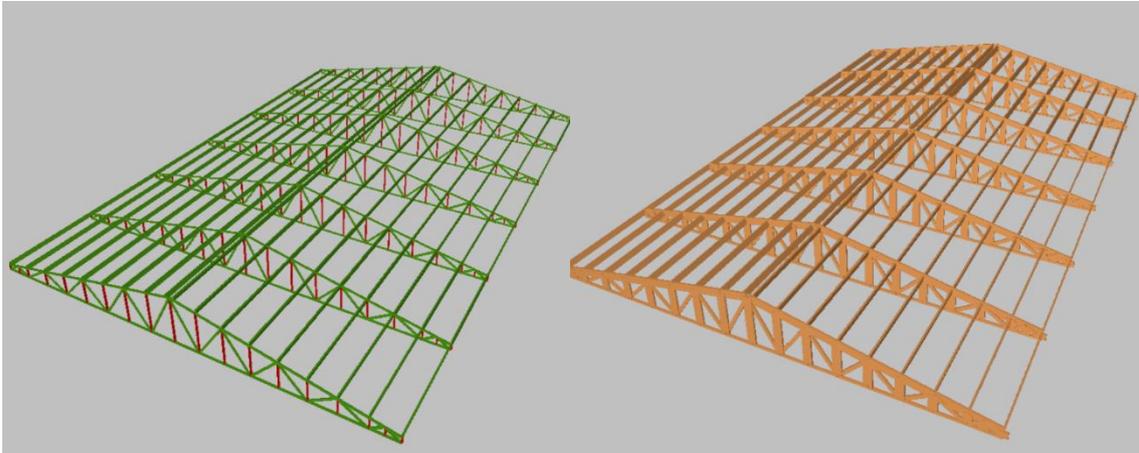


Figura 2: Vista tridimensional da estrutura metálica e de madeira  
Fonte Própria

Os dados de inserção necessários além da geometria e disposição da estrutura foram as cargas de projeto, como carga permanente que em cada caso foi inserido o peso da respectiva telha; sobrecarga em conformidade com a NBR 8800 (2008), item B.5.1; cargas do vento que foram obtidas por meio do *software* VisualVentos, programa que realiza os cálculos para plantas de edificações retangulares com duas águas, baseando-se na NBR 6123 (1988); e o tipo de material escolhido que foi a dicotiledônea *Goupia glabra*, conhecida como Peroba do Norte ou Cupiúba, classe de resistência C40 (valor ensaiado por outro grupo de trabalho de conclusão de curso e fornecido para fins de dimensionamento) para a estrutura da madeira e o aço com especificação ASTM A36, grau CF-26 para a estrutura metálica.

### Orçamento

A elaboração do orçamento foi realizada em sua totalidade por meio do Microsoft Excel devido a facilidade de utilização do programa. O passo inicial para elaborar um orçamento é quantificar os materiais e a mão de obra, bem como o preço unitário dos mesmos.

A quantificação da madeira e perfis metálicos utilizados nas estruturas foram obtidos usando-se a tabela resumo gerada pelo *software* de dimensionamento CYPE 3D v.2018. O dimensionamento das ligações seguiu equacionamentos da NBR 7190 (1997) e NBR 8800 (2008).

O consumo de telhas e materiais necessários para sua instalação foram levantados por meio do projeto e dados retirados do manual do fabricante de cada material.

Para outros materiais necessários na execução do projeto adotou-se coeficientes presentes na tabela SINAPI (2018), sendo eles:

- Pregos para fixação das terças e chapa metálica para ligações na estrutura de madeira, adotou-se coeficiente por m<sup>2</sup> de estrutura;

- Guincho e guindaste necessários para levantamento das telhas, terças e tesouras, adotou-se CHP (custo horário produtivo) e CHI (custo horário improdutivo);

O custo unitário dos materiais foi cotado no mercado e em planilhas orçamentárias. Os valores para execução das estruturas foram cotados com mão de obra especializada encontrados na região.

#### *Desempenho térmico dos materiais*

A comparação do desempenho térmico entre a telha metálica, termoacústica e fibrocimento foi realizada através de pesquisas e análise das propriedades das mesmas, utilizadas como parâmetros para determinação da mais eficiente no quesito desempenho térmico. Com os dados coletados, realizou-se as verificações de desempenho térmico de acordo com o exposto na NBR 15220 (2003) e NBR 15575 (2013).

## Resultados e discussões

De acordo com a carta solar obtida referente ao ângulo de orientação de 90°, foi possível verificar que dessa forma o galpão recebe incidência solar em sua fachada no período da manhã, contribuindo, portanto, para conforto dos ocupantes do espaço, visto que a radiação solar incidente no período da manhã é mais amena que no período da tarde.

Após a realização dos cálculos pertinentes, foi elaborado planilhas orçamentárias para cada caso, de acordo com as figuras de 3 a 8.

Analisando os resultados finais de tais planilhas, verificou-se que:

- Quanto o material para a estrutura, a metálica possuiu menor custo comparada a de madeira;

- Referente a mão de obra para execução, na estrutura de madeira o valor variou para cada tipo de telha, já na estrutura metálica o valor se manteve para todas. Sendo assim, tratando-se da telha metálica, a mão de obra para a madeira foi inferior ao da estrutura metálica, a telha termoacústica foi igual e a telha fibrocimento teve valor superior.

- Para as telhas, tem-se que a termoacústica apresentou o maior custo, ficando atrás a de fibrocimento e depois a metálica.

Logo, levando-se em consideração apenas o custo, tem-se que o caso 4 (estrutura metálica com telha metálica) é o que possuiu o menor valor total.

Descrição do serviço: Estrutura de madeira com telha metálica					
Insumo	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (RS)	Preço total (RS)
Caibro de madeira cupiúba 5x7 cm	Material	m	112	8,19	917,28
Prancha de madeira cupiúba 6x20 cm	Material	m	652	28,50	18.582,00
Viga de madeira cupiúba 6x12 cm	Material	m	158	11,40	1.801,20
Verniz longa duração, lata 18l	Material	lata	6	363,00	2.178,00
Parafuso zincado , diâmetro 12mm, comprimento 8cm com porca sextavada e arruela de pressão	Material	unidade	1709	1,80	3.076,20
Chapa metálica 1/4 x 4" barra 6m	Material	barra	19	178,80	3.397,20
Prego de aço polido com cabeça 22 x 48 (4 1/4 x 5)	Material	kg	13	10,40	135,20
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHP diurno	Material	CHP	2,2335	28,49	63,63
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHI diurno	Material	CHI	3,1268	27,85	87,08
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHP diurno	Material	CHP	1,5862	280,30	444,61
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHI diurno	Material	CHI	2,1980	94,85	208,48
Telha de aço galvanizado trapezoidal e = 0,65mm, sem pintura	Material	m <sup>2</sup>	444	23,50	10.434,00
Cumeeira de zinco, peça com 60cm	Material	unidade	48	20,00	960,00
Haste reta para gancho de ferro galvanizado, com rosca 1/4" x 30cm para fixação de telha metálica, inclui porcas e arruelas de vedação	Material	Unidade	1625	0,88	1.430,00
Equipe: carpinteiro/telhadista com 4 ajudantes	Mão de obra	m <sup>2</sup>	384	30,00	11.520,00
<b>Subtotal</b>					<b>55.234,89</b>
<b>Fretes totais</b>					<b>150,00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>55.384,89</b>

Figura 3: Orçamento do caso 1  
Fonte própria

Descrição do serviço: Estrutura de madeira com telha termoacústica					
Insumo	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (RS)	Preço total (RS)
Caibro de madeira cupiúba 5x7 cm	Material	m	112	8,19	917,28
Prancha de madeira cupiúba 6x20 cm	Material	m	652	28,50	18.582,00
Viga de madeira cupiúba 6x12 cm	Material	m	158	11,40	1.801,20
Verniz longa duração, lata 18l	Material	lata	6	363,00	2.178,00
Parafuso zincado , diâmetro 12mm, comprimento 8cm com porca sextavada e arruela de pressão	Material	unidade	1709	1,80	3.076,20
Chapa metálica 1/4 x 4" barra 6m	Material	barra	19	178,80	3.397,20
Prego de aço polido com cabeça 22 x 48 (4 1/4 x 5)	Material	kg	13	10,40	135,20
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHP diurno	Material	CHP	2,2335	28,49	63,63
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHI diurno	Material	CHI	3,1268	27,85	87,08
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHP diurno	Material	CHP	1,5862	280,30	444,61
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHI diurno	Material	CHI	2,1980	94,85	208,48
Telha de aço galvanizado com isolamento termoacústico de poliuretano injetado e = 30mm	Material	m <sup>2</sup>	444	62,00	27.528,00
Cumeeira de zinco, peça com 60cm	Material	unidade	48	20,00	960,00
Haste reta para gancho de ferro galvanizado, com rosca 1/4" x 30cm para fixação de telha metálica, inclui porcas e arruelas de vedação	Material	Unidade	1625	0,88	1.430,00
Equipe: carpinteiro/telhadista com 4 ajudantes	Mão de obra	m <sup>2</sup>	384	40,00	15.360,00
<b>Subtotal</b>					<b>76.168,89</b>
<b>Fretes totais</b>					<b>150,00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>76.318,89</b>

Figura 4: Orçamento do caso 2  
Fonte própria

Descrição do serviço: Estrutura de madeira com telha fibrocimento					
Insumo	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (RS)	Preço total (RS)
Caibro de madeira cupiúba 5x7 cm	Material	m	112	8,19	917,28
Prancha de madeira cupiúba 6x20 cm	Material	m	652	28,50	18.582,00
Viga de madeira cupiúba 6x12 cm	Material	m	158	11,40	1.801,20
Verniz longa duração, lata 18l	Material	lata	6	363,00	2.178,00
Parafuso zincado , diâmetro 12mm, comprimento 8cm com porca sextavada e arruela de pressão	Material	unidade	1709	1,80	3.076,20
Chapa metálica 1/4 x 4", barra de 6m	Material	barra	19	178,80	3.397,20
Prego de aço polido com cabeça 22 x 48 (4 1/4 x 5)	Material	kg	13	10,40	135,20
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHP diurno	Material	CHP	3,8984	28,49	111,07
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHI diurno	Material	CHI	5,4008	27,85	150,41
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHP diurno	Material	CHP	2	280,30	560,60
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHI diurno	Material	CHI	2,1980	94,85	208,48
Telha de fibrocimento e = 6mm, 1.10 x 3,05m	Material	peça	138	69,00	9.522,00
Cumeeira de fibrocimento	Material	peça	23	36,00	828,00
Parafuso zincado rosca soberba, cabeça sextavada, 5/16" x 110mm, com arruelas de vedação para fixação de telha em madeira	Material	unidade	1625	1,80	2.925,00
Equipe: carpinteiro/telhadista com 4 ajudantes	Mão de obra	m <sup>2</sup>	384	60,00	23.040,00
<b>Subtotal</b>					<b>67.432,64</b>
<b>Fretes totais</b>					<b>200,00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>67.632,64</b>

Figura 5: Orçamento do caso 3  
Fonte própria

Descrição do serviço: Estrutura metálica com telha metálica					
Insumo	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (RS)	Preço total (RS)
Perfil metálico U simples 75x40x2 mm	Material	barra	63	68,00	4.284,00
Perfil metálico U simples 75x40x3,04 mm	Material	barra	19	102,00	1.938,00
Perfil metálico U enrijecido 150x60x20x2 mm	Material	barra	72	141,00	10.152,00
Thinner, lata 18l	Material	lata	2	140,00	280,00
Fundo para superfície metálica, lata 18l	Material	lata	1	160,00	160,00
Disco de corte 7", caixa com 25 peças	Material	caixa	2	131,25	262,50
Eletrodo para solda AWS 6013, 3,25mm	Material	kg	40	17,00	680,00
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHP diurno	Material	CHP	3,0856	28,49	87,91
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHI diurno	Material	CHI	4,3042	27,85	119,87
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHP diurno	Material	CHP	1,5862	280,30	444,61
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHI diurno	Material	CHI	2,1980	94,85	208,48
Telha de aço galvanizado trapezoidal e = 0,65mm, sem pintura	Material	m <sup>2</sup>	444	23,50	10.434,00
Cumeeira de zinco, peça com 60cm	Material	unidade	48	20,00	960,00
Haste reta para gancho de ferro galvanizado, com rosca 1/4" x 30cm para fixação de telha metálica, inclui porcas e arruelas de vedação	Material	unidade	1625	0,88	1.430,00
Equipe: 3 serralheiros com 2 ajudantes	Mão de obra	m <sup>2</sup>	384	40,00	15.360,00
<b>TOTAL</b>					<b>46.801,37</b>

Figura 6: Orçamento do caso 4  
Fonte própria

Descrição do serviço: Estrutura metálica com telha termoacústica					
Insumo	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (RS)	Preço total (RS)
Perfil metálico U simples 75x40x2 mm	Material	barra	63	74,65	4.702,95
Perfil metálico U simples 75x40x3,04 mm	Material	barra	19	102,00	1.938,00
Perfil metálico U enrijecido 150x60x20x2 mm	Material	barra	72	141,00	10.152,00
Thinner, lata 18l	Material	lata	2	140,00	280,00
Fundo para superfície metálica, lata 18l	Material	lata	1	160,00	160,00
Disco de corte 7", caixa com 25 peças	Material	caixa	2	131,25	262,50
Eletrodo para solda AWS 6013, 3,25mm	Material	kg	40	17,00	680,00
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHP diurno	Material	CHP	3,0856	28,49	87,91
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHI diurno	Material	CHI	4,3042	27,85	119,87
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHP diurno	Material	CHP	1,5862	280,30	444,61
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHI diurno	Material	CHI	2,198	94,85	208,48
Telha de aço galvanizado com isolamento termoacústico de poliuretano injetado e = 30mm	Material	m <sup>2</sup>	444	62,00	27.528,00
Cumeeira de zinco, peça com 60cm	Material	unidade	48	20,00	960,00
Haste reta para gancho de ferro galvanizado, com rosca 1/4" x 30cm para fixação de telha metálica, inclui porcas e arruelas de vedação	Material	unidade	1625	0,88	1.430,00
Equipe: 3 serralheiros com 2 ajudantes	Mão de obra	m <sup>2</sup>	384	40,00	15.360,00
<b>TOTAL</b>					<b>64.314,32</b>

Figura 7: Orçamento do caso 5  
Fonte própria

Orçamento de materiais - Estrutura metálica com telha fibrocimento					
Insumo	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (RS)	Preço total (RS)
Perfil metálico U simples 75x40x2 mm	Material	m	63	74,65	4.702,95
Perfil metálico U simples 100x50x2,66 mm	Material	m	19	106,00	2.014,00
Perfil metálico U enrijecido 150x60x20x2 mm	Material	m	72	141,00	10.152,00
Thinner, lata 18l	Material	lata	2	140,00	280,00
Fundo para superfície metálica, lata 18l	Material	lata	1	160,00	160,00
Disco de corte 7", caixa com 25 peças	Material	caixa	2	131,25	262,50
Eletrodo para solda AWS 6013, 3,25mm	Material	kg	40	17,00	680,00
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHP diurno	Material	CHP	4,7505	28,49	135,34
Guincho elétrico de coluna, capacidade 400kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 CV - CHI diurno	Material	CHI	6,5782	27,85	183,20
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHP diurno	Material	CHP	1,5862	280,30	444,61
Guindaste hidráulico autopropelido, com lança telescópica 40m, capacidade máxima 60t, potência 260 kW - CHI diurno	Material	CHI	2,198	94,85	208,48
Telha de fibrocimento e = 6mm, 1,10 x 3,05m	Material	peça	138	69,00	9.522,00
Cumeeira de fibrocimento	Material	peça	23	36,00	828,00
Gancho, 12mm com arruelas de vedação para fixação de telha em estrutura metálica	Material	unidade	1625	1,20	1.950,00
Equipe: 3 serralheiros com 2 ajudantes	Mão de obra	m <sup>2</sup>	384	40,00	15.360,00
<b>Subtotal</b>					<b>46.883,09</b>
<b>Fretes totais</b>					<b>50,00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>46.933,09</b>

Figura 8: Orçamento do caso 6  
Fonte própria

Na figura 9 tem-se o tempo de execução, considerando montagem da estrutura e cobertura desde que todo material necessário esteja na obra.

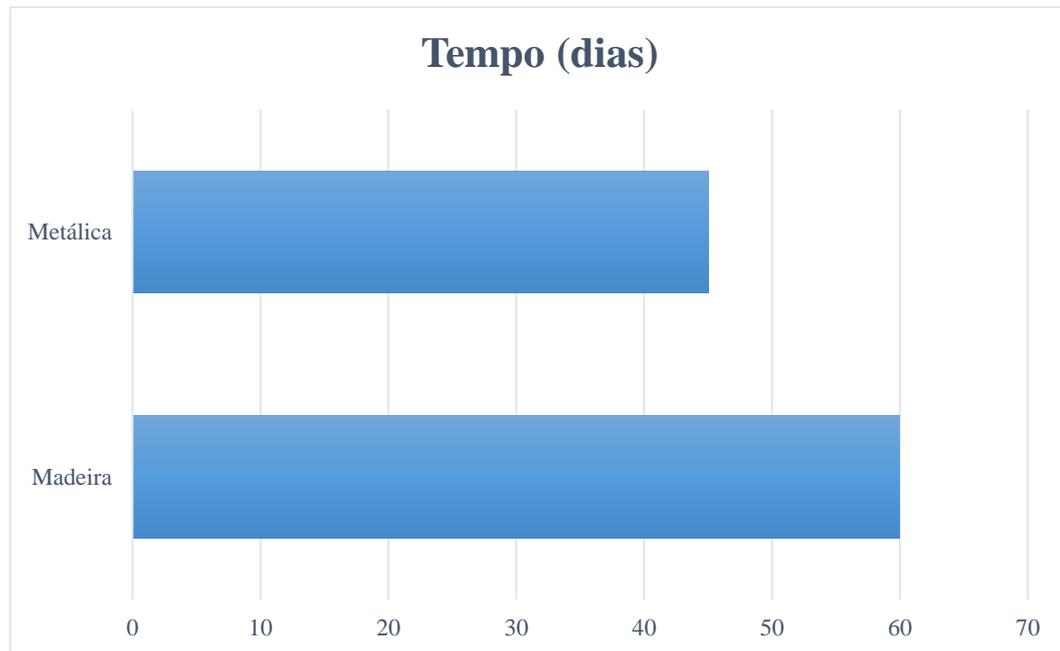


Figura 9: Histograma contendo tempo de execução  
Fonte própria

Dessa maneira, concluiu-se que além de possuir menor custo, a estrutura metálica também apresentou menor tempo de execução comparado a estrutura de madeira.

Em conformidade com a NBR 15575-5 (2013), verificou-se que a telha metálica e a telha fibrocimento não atenderam ao nível mínimo de desempenho térmico exigido para coberturas, que deveria ser  $U \leq 2,3W/m^2.K$  para a metálica e  $U \leq 1,5W/m^2.K$  para fibrocimento, levando-se em conta a zona bioclimática 5. Contudo, para a telha termoacústica constatou-se que a mesma atingiu nível superior de desempenho térmico para a mesma zona bioclimática, enquadrando-se na especificação  $U \leq 1,0W/m^2.K$  da norma pertinente.

## Conclusões

No quesito desempenho térmico, concluiu-se que para este tipo de projeto, galpão sem forro localizado na zona bioclimática 5, a única telha que atende às especificações das normas é a telha termoacústica; as demais, não atingiram ao nível mínimo exigido por norma.

No que diz respeito ao custo, de acordo com os cálculos realizados e as planilhas orçamentárias mostradas anteriormente, chegou-se a conclusão de que a cobertura em estrutura metálica com telha metálica possuiu o menor custo, porém quanto ao desempenho térmico não atendeu ao valor mínimo de transmitância solicitado por norma.

Portanto, a estrutura metálica com a telha termoacústica, apesar de não possuir o menor custo, atendeu a norma de desempenho térmico, proporcionando conforto ao ambiente e evitando a necessidade de gastos futuros com sistemas de climatização do local, sendo a melhor opção entre as estudadas quanto seu custo-benefício.

Sugere-se para trabalhos futuros, que sejam realizados cálculos alterando o sistema construtivo das coberturas com as telhas que não atingiram o desempenho térmico mínimo exigido, pois com a introdução de lanternins, forros, pintura das telhas ou outros métodos existentes, pode-se atender a NBR 15575 (2013) e a NBR 15220 (2003) a um custo reduzido.

## Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro: 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro: 2008.

ANANDA. **Catálogo Técnico**. Disponível em: <<http://www.anandametais.com.br/wp-content/uploads/2014/11/telhas.pdf>>. Acesso em :13 maio 2018.

LABEE. **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/>> Acesso em: 23 junho 2018.

PERALTA, Gizela. **Desempenho Térmico de Telhas: Análise de monitoramento e normalização específica**. 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos da USP, São Carlos.

SILVA, Shirley M. Vidal. **Controle de Custos de Obra**. 2009. Dissertação (Curso de Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

# Estudo comparativo entre as normas NBR 6118 (2014) e ACI 318 (2014) quanto ao dimensionamento de vigas de uma residência em concreto armado

*Comparative study between design codes NBR 6118 (2014) and ACI 318 (2014) applied in reinforced concrete beams*

Beatriz Rosseto Albertini<sup>1</sup>  
Gabriela de Brito<sup>1</sup>  
Joyce Cristina de Souza<sup>1</sup>  
Marcone Maesta Mazaia<sup>1</sup>  
André Luís Gamino<sup>2</sup>

## RESUMO

A finalidade deste trabalho foi elaborar um estudo comparativo entre as normas NBR 6118 (2014) e ACI 318 (2014), a partir do dimensionamento e detalhamento de vigas de uma residência de concreto armado. Destacaram-se a técnica de cálculo de vigas à flexão simples, verificações necessárias em Estado limite de Serviço (ELS) e as regras de alojamento das armaduras. Foi utilizado o *software* de dimensionamento CAD/TQS V20.4.1, dispondo dos conceitos da NBR 6118 (2014) e uma análise teórica com base nas premissas do ACI 318 (2014). Com a análise de 2 vigas com seções distintas, observou-se que a norma Americana foi mais cautelosa no cálculo das armaduras, tanto para as longitudinais passivas, quanto para os estribos. Logo, houve uma variação no detalhamento das armaduras, fato que gerou diferença no consumo e na taxa de aço entre as normas.

**Palavras-chave:** concreto armado, vigas, software de dimensionamento, detalhamento, taxa de aço.

## ABSTRACT

The aim of this work was to elaborate a comparative study between the rules NBR 6118 (2014) and ACI 318 (2014), from the dimensioning and detailing of the beams of a reinforced concrete residence. The technique of the calculus of the beams to a simple flexion was highlighted necessary averiguations in the State limit of Service (ELS) and the rules of lodging the armours. It was used a design *software* CAD/TQS V20.4.1, having the concepts of NBR 6118 (2014) and the theoretical analysis based on the premisses of ACI 318 (2014). With the analysis of the two beams with distinct sections. It was observed that the American rule was more cautious in the calculation of the armours, both for passive longitudinal and for the stirrups. The refore, there was a variation in the detailing of the armours, fact that generated difference in the consumption and the rate between the standards.

**Keywords:** reinforced concrete, underground beam, design *software*, detailing, steel reinforcement ratio.

---

<sup>1</sup> Acadêmicos de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Civil. Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

## **Introdução**

Para que haja um desempenho construtivo com qualidade, eficiência e técnica, o uso das normas faz-se imprescindível na execução de estruturas em concreto armado.

Segundo Graziano (2005), essas estruturas estão presentes em todo o mundo, devido uma série de vantagens em relação a outros materiais. Pode-se destacar a perfeita combinação entre o concreto simples e o aço, além da ampla variabilidade de formas do concreto, por ser um material moldável, de baixo custo, entre outros benefícios que o faz ser diferenciado.

Ainda segundo Graziano (2005, p. 15) “o concreto é o segundo material mais consumido pelo homem, superado apenas pela água [...]”.

Carvalho; Filho (2014), ressaltam que, não é conveniente usar apenas o concreto como material resistente, devido sua baixa resistência à tração. Por essa razão, torna-se essencial associar o concreto a um elemento mais deformável e com capacidade de suporte a tensões de tração, sendo o aço o mais apropriado para atender as devidas solicitações.

Ainda com base nos apontamentos de Carvalho; Filho (2014), os dois materiais arranjados no sistema estrutural trabalham solidariamente de tal modo que ambos resistam aos esforços atuantes, devido a aderência entre suas superfícies. A imposição de solicitações ao aço (tensões e deformações) apenas se inicia no momento da deformação do concreto, caracterizando o elemento como armadura passiva.

Uma das normas mais essenciais para a realização de obras de concreto armado no Brasil é a NBR 6118 (2014) e nos Estados Unidos, o ACI 318 (2014).

Segundo Stucchi (2005), a padronização entre elas se concerne em estabelecer integridade a estrutura, controle de qualidade dos materiais e da execução, consideração dos estados limites últimos na segurança da estrutura e dos estados limites de serviço quanto a fissuração, vibração, deformabilidade, resistência ao fogo, dentre outros requisitos. Em contrapartida as normas entre si, quando comparadas, apresentam convergências e divergências, mas são indispensáveis para seus países.

Assim como é indispensável a utilização de conceitos normativos para realização de um projeto estrutural, o uso da modelagem computacional para o dimensionamento e detalhamento dos elementos da estrutura é usado em todo o mundo, com o objetivo de facilitar nas premissas de cálculo, já que a aplicação de cálculos manuais além de possibilitar chances maiores ao erro no desenvolvimento do projeto, faz com que a solução seja longa e demorada.

O *software* CAD/TQS, aplicado para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais, seguindo o padrão da NBR 6118 (2014), é uma excelente ferramenta de trabalho.

“A utilização dessa ferramenta computacional, quando feita de maneira responsável e criteriosa, traz enormes vantagens à elaboração de um projeto, tais como: produtividade, qualidade e segurança” (KIMURA, 2007, p. 43).

Segundo Kimura (2007), é importante evidenciar, que o uso da modelagem computacional é apenas uma ferramenta auxiliar; o usuário é responsável pelo projeto e dispõe de seus conhecimentos para analisar todos os resultados e situações apresentadas pelo programa, estando apto para otimizar ou até mesmo modificar os elementos estruturais.

Encaminhar o projeto para a obra sem uma investigação antecedente, é extremamente nocivo, e um ato imprudente.

## **Materiais e Métodos**

Para realização do desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas as normas NBR 6118 (2014) e ACI 318 (2014), mencionando seus conceitos de pré dimensionamento de modo a assegurar o lançamento apropriado dos elementos estruturais, além do direcionamento dos equacionamentos para cada etapa do processo de cálculo de vigas, levando em conta as verificações prescritas frente ao dimensionamento das armaduras e as regras de alojamento para a conformidade do detalhamento das barras.

A definição da estrutura analisada, partiu de um projeto arquitetônico residencial de concreto armado elaborado pelos integrantes do trabalho, que eventualmente foi lançado no *software* CAD/TQS V20.4.1.

Posteriormente, por meio do processamento da estrutura, foram emitidos e nomeados, o dimensionamento e o detalhamento de 2 vigas baldrame com seções distintas, mensurados em flexão simples, Estado Limite Último (ELU) e Estado Limite de Serviço de abertura de fissura (ELS-W), com a finalidade do apontamento dos valores de cálculo e a ilustração da disposição das armaduras.

Com base nessas vigas, mas seguindo um embasamento dos conceitos do ACI 318 (2014), foi praticado um dimensionamento e detalhamento manual, dando solução por meio da entrada de dados de pré dimensionamento, equacionamentos, regras de alojamento e verificações dá norma Americana, de modo que obteve-se os valores em regime de ELU e ELS, além do arranjo das armaduras na seção.

### *Descrição do projeto residencial*

A estrutura proposta para o dimensionamento partiu de uma residência unifamiliar, desenvolvida pelos integrantes do presente estudo (Figura 1), composta por uma área construída de 80 m<sup>2</sup>, consistindo em 7 lajes, 18 vigas e 15 pilares.



Figura 1 – Planta baixa da residência térrea (Sem escala)

*Condições adotadas de pré dimensionamento da NBR 6118 (2014)*

Com base nas diretrizes da norma Brasileira, reúnem-se as características para o lançamento da estrutura.

- a) Classe de agressividade ambiental;
  - A residência tem como classe 2 de agressividade ambiental.
- b) Resistência característica à compressão do concreto;
  - $f_{ck} = 25$  MPa.
- c) Resistência característica de escoamento do aço;
  - $f_{yk} = 500$  MPa.
- d) Cobrimento utilizado;
  - $c = 3,0$  cm.
- e) Dimensões empregadas;
  - Lajes = 8 (cm)
  - Vigas =  $12 \times 30$  (cm)
  - Viga 2 =  $15 \times 35$  (cm)
  - Pilares =  $15 \times 24$  (cm)
- f) Ações consideradas permanentes diretas;
  - Peso próprio dos elementos lajes, vigas, pilares e alvenarias de vedação.
  - Revestimento argamassado de regularização  $21 \text{ kN/m}^3$ , para alvenaria de vedação com base na Tabela 1 da NBR 6120 (1980), considerando como espessura de 4 cm (duas faces).
  - Alvenaria de vedação com bloco cerâmico  $11,5 \times 19 \times 29$  (cm) e altura do pé direito 3,0 m.
- g) Ações consideradas variáveis diretas;
  - Efeitos do vento, com base na NBR 6123 (1988).

- Cobertura, cuja ação procede em  $2,0 \text{ kN/m}^2$ , com base na Tabela 2 da NBR 6120 (1980).

*Condições adotadas de pré dimensionamento do ACI 318 (2014)*

Com base nas premissas da norma Americana, agrupam-se as escolhas de pré-dimensionamento para o cálculo da estrutura exposta na Figura 1.

- a) Categorias e classes de exposição;
  - O ambiente a qual a residência se encontra é F1.
- b) Resistência à compressão característica do concreto;
  - $f'_c = 25 \text{ MPa}$ .
- c) Tensão de escoamento característica do aço;
  - $f_y = 500 \text{ MPa}$ .
  - $f_{yt} = 500 \text{ MPa}$ .
- d) Cobrimento e tamanho do agregado utilizado;
  - $C_c = 4,0 \text{ cm}$ .
  - $\phi_{nom} = 1,90 \text{ cm}$ .

*Apresentação do Modelo CAD/TQS V20.4.1*

O CAD/TQS V20.4.1 fornece ferramentas básicas para definição do pré dimensionamento e lançamento dos elementos estruturais na planta arquitetônica.

A partir do mecanismo “*Modelador Estrutural*”, tornou-se possível dispor dos valores de pré dimensionamento, tais como: levantamento das ações, geometria dos componentes de sustentação da estrutura, seguidamente da aplicação destes na interface do sistema operacional, tendo isso em vista na Figura 2, particularmente na exibição do lançamento de uma das vigas analisadas no estudo comparativo, as quais foram fixadas após o preenchimento dos pilares.

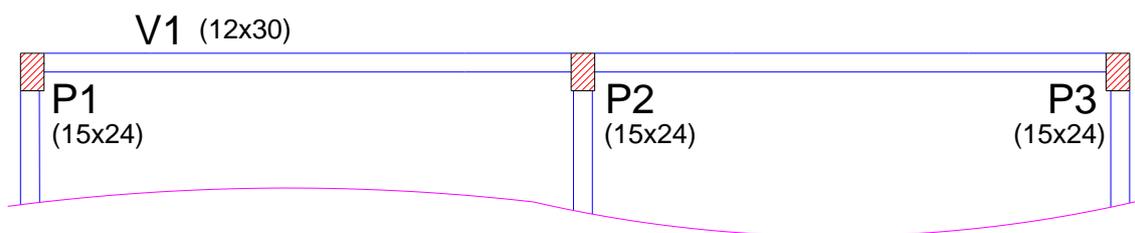


Figura 2 – Lançamento da viga V1 no *software* de dimensionamento

O seguinte estudo abordou a concepção de uma vinculação semirrígida (engastamento parcial) para as vigas do projeto, visto que a perda de rigidez do pórtico espacial formado por vigas rotuladas, tem impacto direto na estabilidade global da estrutura (deformações excessivas), além do fato de tal técnica estar atuante na prática das estruturas de concreto armado.

Para tornar possível essa vinculação, foi fornecido no programa um coeficiente redutor da rigidez na ligação entre os membros conectados, flexibilizando de tal modo que o momento negativo passou a diminuir, comparado ao engastamento absoluto.

## Resultados e Discussões

O dimensionamento das vigas à flexão simples e ao esforço cortante foram mostrados da Tabela 1 a Tabela 8, com base nos valores críticos dos esforços obtidos nos diagramas obtidos através do programa computacional. Diante do exposto por cada viga, foi efetuado uma análise, discorrendo a respeito das semelhanças e divergências dos resultados.

### Resultados da Viga 1

Tabela 1 – Resultados da viga 1 à flexão simples, conforme a NBR 6118 (2014)

DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO SIMPLES				$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	
ARMADURA LONGITUDINAL				Seção 12 × 30 (cm)	
d (cm)	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5
$f_{cd}$ (MPa)	1,786	1,786	1,786	1,786	1,786
$f_{yd}$ (MPa)	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
$M_{sd}$ (kN · m)	11,60	9,00	16,80	8,20	10,60

(continua)

(continuação)

$x$ (cm)	3,15	2,42	4,70	2,20	2,98
Domínio	2	2	2	2	2
$x/d \leq 0,45$ (cm)	0,12	0,09	0,18	0,08	0,11
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	1,08	0,81	1,57	0,74	1,00
$A_{s,min}$ (cm <sup>2</sup> )	-	0,54	-	0,54	-
$\phi_{min}$ (mm)	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
$\phi_{max}$ (mm)	20	20	20	20	20
Alojamento	2Ø10mm	2Ø8mm	2Ø10mm	2Ø8mm	2Ø8mm

Tabela 2 – Resultados da viga 1 à flexão simples, com base no ACI 318 (2014)

DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO SIMPLES			$f'_c = 25$ MPa		
ARMADURA LONGITUDINAL			Seção 12 × 30 (cm)		
$d$ (cm)	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
$M_u$ (kN · m)	11,60	9,00	16,80	8,20	10,60
$\beta_1$	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
$\phi$	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
$a$ (cm)	2,05	1,59	3,05	1,44	1,88
$c$ (cm)	2,42	1,87	3,59	1,70	2,21
$c/d \leq 0,375$ (cm)	0,10	0,07	0,14	0,07	0,09
$f_y$ (MPa)	500	500	500	500	500
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	1,04	0,80	1,55	0,73	0,96
$A_{s,min}$ (cm <sup>2</sup> )	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
$\phi_{min}$ (mm)	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
$\phi_{max}$ (mm)	20	20	20	20	20
Alojamento	2Ø10mm	2Ø8mm	2Ø10mm	2Ø8mm	2Ø8mm

Tabela 3 – Resultados da viga 1 ao esforço cortante, conforme a NBR 6118 (2014)

<b>DIMENSIONAMENTO AO ESFORÇO CORTANTE</b>				
<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b>		<b>Seção 12 × 30 (cm)</b>		
$V_{sd}$ (kN)	24,80	27,70	27,30	23,70
$V_{Rd2}$ (kN)	138,00	138,00	138,00	138,00
$V_c$ (kN)	24,50	24,50	24,50	24,50
$V_{sw}$ (kN)	0,30	3,20	2,80	0,00
$V_{Rd3}$ (kN)	24,80	27,70	27,30	23,70
$V_{Rd3} \geq V_{sd}$	OK	OK	OK	OK
$A_{sw}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	0,05	0,31	0,27	0,00
$A_{sw,min}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	1,23	1,23	1,23	1,23
$S_{min}$ (cm)	7,0	7,0	7,0	7,0
$S_{max}$ (cm)	16,0	16,0	16,0	16,0
$\phi_{min}$ (mm)	5,0	5,0	5,0	5,0
$\phi_{max}$ (mm)	8,0	8,0	8,0	8,0
Alojamento	Ø5 c/16cm	Ø5 c/16cm	Ø5 c/16cm	Ø5 c/16cm

Tabela 4 – Resultados da viga 1 ao esforço cortante, com base no ACI 318 (2014)

<b>DIMENSIONAMENTO AO ESFORÇO CORTANTE</b>				
<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b>		<b>Seção 12 × 30 (cm)</b>		
$V_u$ (kN)	24,80	27,70	27,30	23,70
$\lambda$	1,00	1,00	1,00	1,00
$\phi$	0,75	0,75	0,75	0,75
$V_c$ (kN)	26,00	26,00	26,00	26,00
$V_s$ (kN)	7,20	11,40	10,90	6,10
$V_n$ (kN)	33,14	37,40	36,90	32,10
$\phi \cdot V_n \geq V_u$	OK	OK	OK	OK
$A_v/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	0,56	0,90	0,85	0,48
$A_{v,min}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	0,84	0,84	0,84	0,84

(continua)

(continuação)

$S_{min}$ (cm)	2,5	2,5	2,5	2,5
$S_{max}$ (cm)	48,0	48,0	48,0	48,0
$\emptyset_{min}$ (mm)	10,0	10,0	10,0	10,0
$\emptyset_{max}$ (mm)	12,5	12,5	12,5	12,5
Alojamento	$\emptyset 10$ c/48cm	$\emptyset 10$ c/48cm	$\emptyset 10$ c/48cm	$\emptyset 10$ c/48cm

### Análise dos resultados da viga 1

A norma Americana mostrou ser mais conservadora na área mínima de aço na seção transversal da viga. Esse comportamento sucedeu-se, uma vez que o ACI 318 (2014) indica armadura longitudinal mínima sendo de 0,28% do produto ( $b_w \cdot d$ ) e a NBR 6118 (2014) assegura o valor em 0,15% do produto ( $b_w \cdot h$ ).

Na norma Brasileira constatou-se que, a parcela resistida pelo concreto ao esforço cortante praticamente combateu a parcela solicitante a esse esforço, resultando em uma área de aço baixa e nula. No dimensionamento regido pelo ACI 318 (2014) tal situação não foi evidenciada, devido a regra apontada na norma que limita tal parcela, juntamente com a do aço, em 25%. Com essa limitação, foi necessário um maior valor da parcela resistida pelo aço para combater o esforço atuante na viga, resultando em uma área de armadura calculada de até 100% maior que a indicada na NBR 6118 (2014).

### Resultados da Viga 2

Tabela 5 – Resultados da viga 2 à flexão simples, conforme a NBR 6118 (2014)

DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO SIMPLES						$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$		
ARMADURA LONGITUDINAL						Seção 15 × 35 (cm)		
d (cm)	$f_{yd}$ (MPa)	$M_{sd}$ (kN.m)	x (cm)	Domínio	$x/d \leq 0,45$ (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s,min}$ (cm <sup>2</sup> )	Alojamento
31,5	434,78	11,0	1,97	2	0,06	0,82	-	2 $\emptyset$ 8mm
31,5	434,78	13,0	2,45	2	0,07	1,05	0,79	2 $\emptyset$ 10mm

Tabela 6 – Resultados da viga 2 à flexão simples, com base no ACI 318 (2014)

<b>DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO SIMPLES</b>						$f'_c = 25 \text{ MPa}$		
<b>ARMADURA LONGITUDINAL</b>						<b>Seção 15 × 35 (cm)</b>		
d (cm)	$f_y$ (MPa)	$M_u$ (kN.m)	a (cm)	c (cm)	$c/d \leq 0,375$ (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s,min}$ (cm <sup>2</sup> )	Alojamento
30,5	500	11,0	1,29	1,51	0,05	0,81	1,28	2Ø10mm
30,5	500	13,0	1,52	1,79	0,06	1,03	1,28	2Ø10mm

Tabela 7 – Resultados da viga 2 ao esforço cortante, conforme a NBR 6118 (2014)

<b>DIMENSIONAMENTO AO ESFORÇO CORTANTE</b>									
<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b>					<b>Seção 15 × 35 (cm)</b>				
$V_{sd}$ (kN)	$V_{Rd2}$ (kN)	$V_c$ (kN)	$V_{sw}$ (kN)	$V_{rd3}$ (kN)	$A_{sw}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	$A_{sw,min}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	$S_{min}$ (cm)	$S_{max}$ (cm)	Alojamento
26,0	205	36,4	0,0	36,4	0,0	1,54	7,0	19,0	Ø5 c/19cm

Tabela 8 – Resultados da viga 2 ao esforço cortante, com base no ACI 318 (2014)

<b>DIMENSIONAMENTO AO ESFORÇO CORTANTE</b>									
<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b>					<b>Seção 15 × 35 (cm)</b>				
$V_u$ (kN)	$\phi$	$V_c$ (kN)	$V_s$ (kN)	$V_n$ (kN)	$A_v/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	$A_{v,min}/s$ (cm <sup>2</sup> /m)	$S_{min}$ (cm)	$S_{max}$ (cm)	Alojamento
26,0	0,75	38,1	0,0	38,1	0,0	1,05	2,5	48,0	Ø10 c/48cm

### Análise dos resultados da viga 2

Com o aumento da seção da viga 2, a norma Americana tornou-se mais cautelosa no cálculo da armadura mínima longitudinal, fornecendo uma área de aço necessária, tal que seu valor superasse de modo significativo o fornecido pela NBR 6118 (2014), além de exceder em torno de 58% da sua real área calculada.

Conforme observa-se nas Tabelas 5 e 6, verificou-se disparidade entre as normas no diâmetro das barras a serem alojadas, particularmente para as armaduras arranjadas na região comprimida da seção da viga. A ocorrência se deve ao critério de armadura mínima válida tanto para face tracionada da seção transversal, como para a comprimida, imposta no ACI 318 (2014), fato não predominante na NBR 6118 (2014) que não referência nenhum indicativo, a não ser o uso de uma armadura como porta estribo.

*Resultados do ELS-W via NBR 6118 (2014)*

Tabela 9 – Valor do momento crítico característico e de fissuração da viga 1 e 2 com base na NBR 6118 (2014)

Viga 1		Viga 2	
$M_k$ (kN.m)	$M_r$ (kN.m)	$M_k$ (kN.m)	$M_r$ (kN.m)
12,0	6,92	9,30	11,76

*Resultados do ELS-W via ACI 318 (2014)*

Tabela 10 – Resultado do momento crítico característico e de fissuração da viga 1 e 2 com base no ACI 318 (2014)

Viga 1		Viga 2	
$M_k$ (kN.m)	$M_{cr}$ (kN.m)	$M_k$ (kN.m)	$M_r$ (kN.m)
12,0	5,58	9,30	9,50

Efetuada por meio da técnica manual, os resultados de abertura de fissura da viga 1 foram apresentados na Tabela 11, a verificação ocorreu para o momento mais críticos das seções.

Tabela 11 – Abertura de fissura na região tracionada da viga 1

Viga 1
w (mm)
0,045

Viga detalhada segundo a NBR 6118 (2014)

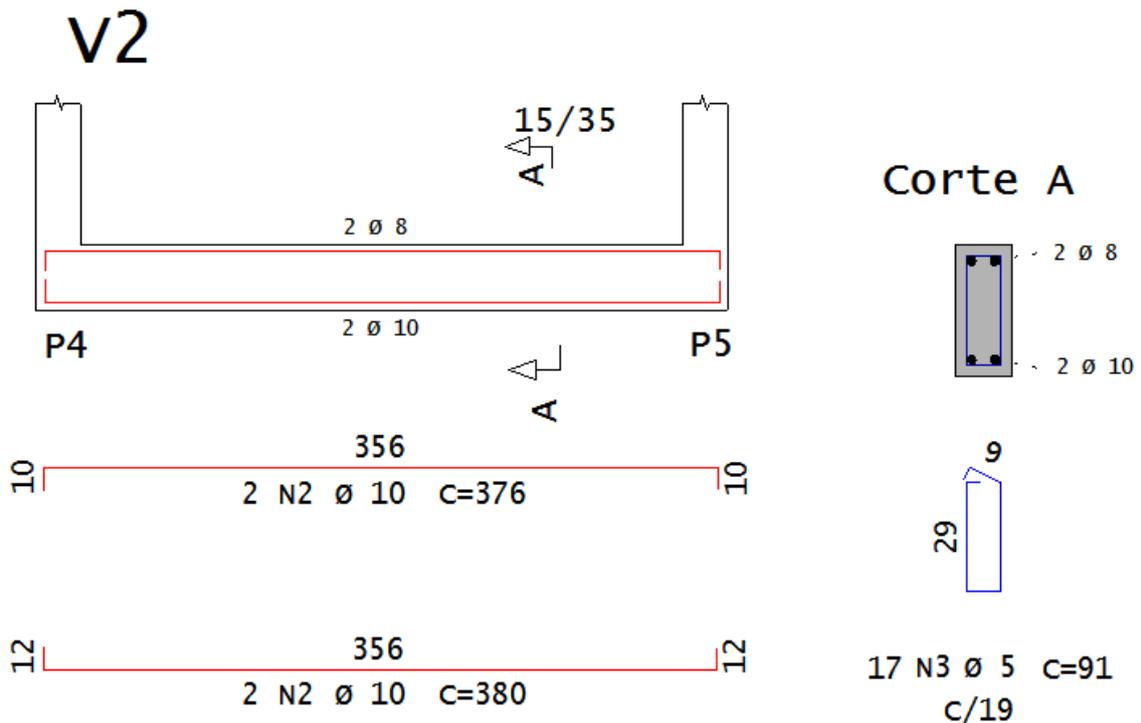


Figura 3 – Detalhamento das armaduras na seção da viga 2 com base na NBR 6118 (2014)

Viga detalhada segundo o ACI 318 (2014)

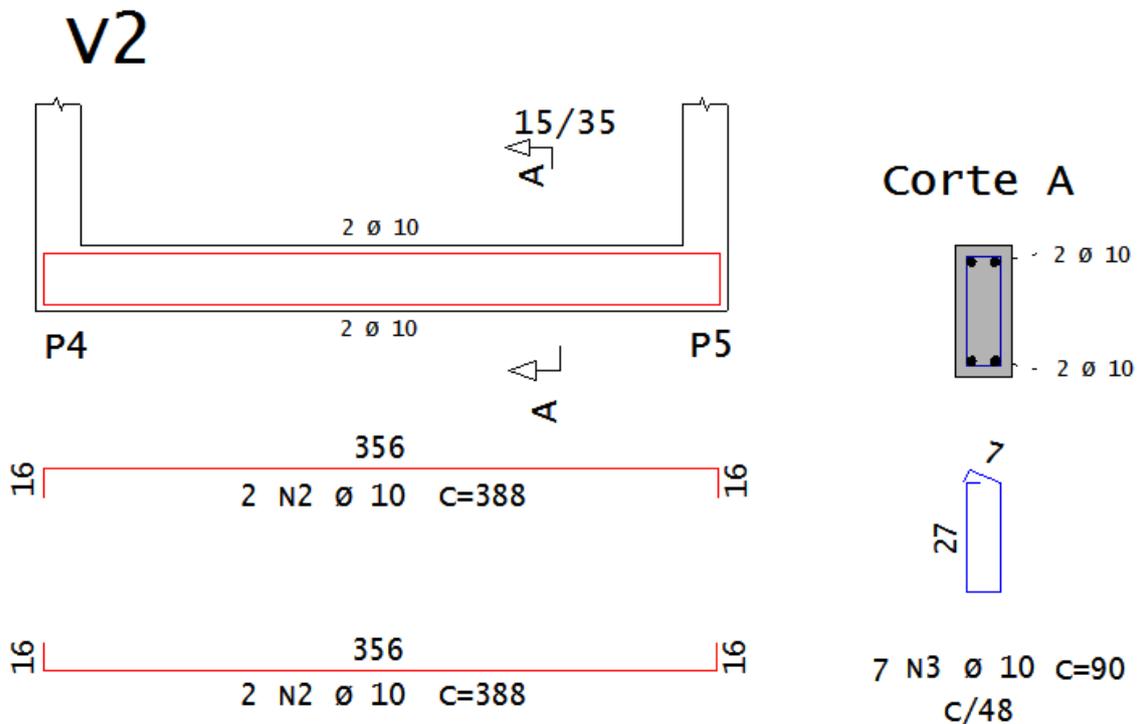


Figura 4 – Detalhamento das armaduras na seção da viga 2 com base no ACI 318 (2014)

*Taxa de armadura da viga 2*

Tabela 12 – Quantitativo de armaduras da viga 2, com base na NBR 6118 (2014)

Tipo	Massa nominal (kg/m)	Comprimento Total (m)	Massa (kg)
Armadura longitudinal de tração	0,617	7,60	4,69
Armadura longitudinal de compressão	0,395	7,52	2,97
Armadura transversal	0,154	15,47	2,38
Total em massa	-	-	10,04

Tabela 13 – Quantitativo de armaduras da viga 2, com base no ACI 318 (2014)

Tipo	Massa nominal (kg/m)	Comprimento. Total (m)	Massa (kg)
Armadura longitudinal de tração	0,617	7,76	4,79
Armadura longitudinal de compressão	0,617	7,76	4,79
Armadura transversal	0,617	6,30	3,88
Total em massa	-	-	13,46

Tabela 14 – Taxa de aço da viga 2, com base na NBR 6118 (2014) e ACI 318 (2014)

Taxa de aço (kg/m <sup>3</sup> )	
Norma Brasileira	Norma Americana
59,06	79,17

Nota-se que, a taxa de armadura da viga armada segundo a norma Americana é cerca de 34% maior que a armada pela norma Brasileira. Essa diferença, de certa forma significativa, se dá a partir das divergências nos processos de dimensionamentos já discorridos.

## Conclusões

Para o estudo comparativo entre a norma Brasileira e Americana, foi desenvolvida uma estrutura de concreto armado, posto em análise duas vigas baldrame com seções retangulares distintas, submetidas ao mesmo carregamento, efetuando por meio delas, o dimensionamento em ELU, verificação em ELS-W e os devidos alojamentos das armaduras na seção.

Quanto aos resultados obtidos pelo *software* CAD/TQS V20.4.1 e pela técnica manual, observou-se que, a norma Americana foi mais conservadora no cálculo da armadura longitudinal, uma vez que ela aplica condições mais cautelosas para a armadura mínima necessária, do que a apresentada na norma Brasileira. Esse cenário não foi presenciado no dimensionamento da armadura transversal, visto que a NBR 6118 (2014) passou a impor um rigor maior no cálculo da armadura mínima. Essa precaução não foi muito bem aceita, pois ocasionou maior quantidade de armadura nas seções das vigas analisadas, favorecendo a consumos de materiais mais elevados.

Apesar de haver algumas analogias nas etapas do processo de dimensionamento entre as normas, há outras que cedem um rigor maior, sobretudo por parte do ACI 318 (2014). Como exemplo, pode-se citar a utilização de coeficientes de redução da resistência do concreto, a aplicação de armadura mínima longitudinal na região comprimida da seção e a limitação da bitola mínima para armadura transversal de  $\varnothing 10\text{mm}$  em vigas, cuja armadura longitudinal não supere  $\varnothing 32\text{mm}$ . Essas e outras situações apresentadas, foram as grandes aliadas para a ocorrência das disparidades entre si. Além disso, o ACI 318 (2014) é mais didático nos conceitos citados, do que a NBR 6118 (2014).

Quanto às verificações em ELS-W das vigas analisadas, as normas apresentaram conformidade no dimensionamento efetuado, não necessitando de mudança no processo de pré dimensionamento.

Quanto ao detalhamento das armaduras, observando a Tabela 14 percebe-se que, a norma Brasileira apresentou uma taxa de aço de aproximadamente 25% menor que o realizado pela norma Americana.

No tocante as diferenças apresentadas, pode-se concluir que a norma Americana é mais cautelosa e conduz a um consumo de material maior no processo de dimensionamento e detalhamento das armaduras.

Importante destacar que a conclusão noticiada, refere-se ao modelo de estudo abordado de edificação com pavimento único e que deve ser reavaliada para outras estruturas e diferentes considerações de pré dimensionamento.

### **Referências Bibliográficas**

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary – ACI 318-14**. Detroit, ACI, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 6120**: cargas para o cálculo de estruturas de edificações – procedimento. Rio de Janeiro, 1980.

\_\_\_\_\_. **NBR 6123**: forças devidas ao vento em edificações – procedimento. Rio de Janeiro, 1988.

CARVALHO, R. C; FILHO, J. R. F. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado: segundo a NBR 6118:2014**. 4. ed. – São Carlos: Edufscar, 2014. 415 p.

GRAZIANO, F. P. **Projeto e execução de estruturas de concreto armado** – São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. 160 p.

KIMURA, A. **Informática aplicada em estruturas de concreto armado: cálculos de edifícios com o uso de sistemas computacionais** - São Paulo: Pini, 2007. 624 p.

STUCCHI, F. **Comparação entre as normas ACI 318 E NBR 6118**. Disponível em: <<http://www.ibracon.org.br/>> Acesso em: 2 abr. 2018.

# Desenvolvimento de uma bancada móvel para calibração de válvulas de segurança e alívio

*Development of a mobile bench for calibration of safety and relief valves*

Allan Pereira Anacleto<sup>1</sup>

Liniker Bruno da Silva<sup>1</sup>

Lucas Sorato Dionisio<sup>1</sup>

Fernando Gabriel Eguía Pereira Soares<sup>2</sup>

Norberto Januário Pereira<sup>3</sup>

## RESUMO

Uma bancada de calibração para válvulas de segurança é um equipamento que reúne diversas metodologias em seu funcionamento. Sua mecânica baseada em fluidos de alta pressão, ordena ao projeto uma análise criteriosa quanto à escolha de matérias e processos de fabricação, visto que a estrutura projetada terá que garantir a integridade e vedação da pressão interna do sistema. Este projeto, com o objetivo do uso industrial, deve garantir segurança ao operador, qualidade no funcionamento e resultados satisfatórios. Visando isto, ferramentas metodológicas utilizadas para este fim, dentre os principais, manuais operacionais, planos de manutenção e análises de modos de falhas. Assim como a maioria dos projetos, este nasceu a fim de atender uma necessidade industrial e até mesmo comercial. A bancada móvel de calibração tende a ser uma ferramenta de extrema importância, abrindo novas oportunidades de prestações de serviços, garantia de qualidade e consequentemente credibilidade com o cliente.

**Palavras chaves:** bancada, calibração, empresa, fluidos, mecânica, pressão, projeto, segurança, qualidade, válvulas.

---

<sup>1</sup>Academicos do curso de Engenharia Mecânica no centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba-SP

<sup>2</sup>Engenheiro Mecânico, Mestre em educação pela Universidade Católica Dom Bosco, Coorientador do trabalho e docente nos cursos de Engenharias do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba-SP.

<sup>3</sup>Engenheiro Mecânico pelo Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba-SP, Orientador do trabalho e docente nos cursos de Engenharias do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba-SP.

**ABSTRACT**

A safety valve calibration workbench is an equipment that brings many methodologies in your operation. Your mechanic based on high pressure fluids, orders to the project a perceptive analysis as to choose of materials and manufacturing process, since the project structure will have to ensure the integrity and the gasket of system internal pressure. This project, with the target of industrial use, duties ensure the operator safety, operational quality and satisfactory results. Aim for this, were used methodological tools like manual of operations, manutention plans and failure analysis. Like so the most project, this originates to attend on an industrial necessity and even commercial. The calibration movable workbench will be a very important tool, opening news opportunities for services, quality assurance and, consequently, credibility of the client.

**Key-words:** Workbench, calibration, valves, mechanic, fluids, pressure, project, safety, quality.

## **Introdução**

As válvulas de segurança funcionam automaticamente e tem como objetivo descarregar uma taxa de fluxo de fluido calculada, suficiente para reduzir a pressão de um sistema a um nível seguro, preservando a integridade física dos equipamentos e operadores. Este fato acontece devido ao aumento da pressão de operação acima do limite pré-estabelecido onde os equipamentos são instalados, o alívio de pressão pode estar relacionado a fluidos compressíveis como os gases e o vapor ou incompressíveis como líquidos, através de uma abertura instantânea. Nesse tipo de equipamento a empresa Zanardo Válvulas Industriais é altamente capacitada, pois no desenvolvimento de seus produtos, fornece a qualidade e padronização seguindo as regras e normas estabelecidas pela ISO 9001.

Uma das maneiras de se manter a segurança mais adequada é garantir de forma eficaz que seja efetuado o monitoramento do funcionamento, além da calibração de válvulas de alívio e segurança quando necessário, um fator fundamental para a segurança das pessoas e das instalações de um estabelecimento. Entretanto para realizar a manutenção e calibração desses equipamentos é preciso além de procedimentos normatizados e um especialista qualificado, um equipamento para realizar o mesmo, que passe confiança e precisão, pois estará aferindo um equipamento muito importante.

Tendo em vista estes fatos e o mercado cada vez mais exigente com os serviços prestados a empresa observou a necessidade de realizar a calibração das válvulas não só em seu laboratório instalado em sua fábrica, mas também em campo, garantindo a agilidade para o cliente e a mesma qualidade do serviço prestado internamente. Surgiu então a oportunidade da elaboração de uma bancada móvel de calibração para as válvulas de segurança, que possibilitasse efetuar a calibração de uma válvula de alívio e segurança em campo.

## **Objetivo geral**

O presente trabalho tem por objetivo principal, projetar e fabricar uma bancada de calibração móvel para válvulas de alívio e segurança, a qual será utilizada pelos técnicos da empresa Zanardo Instrumentação Industrial para calibrações em campo.

## **Objetivo específico**

Colocar em prática uma parte significativa de nosso aprendizado ao decorrer do curso, a fim de desenvolver um equipamento que virá a ser de uso empresarial.

O projeto e desenvolvimento devem englobar em seus processos, criação de croqui e posteriormente desenho técnico, cálculos de pressão e resistência de materiais,

elaboração de lista de compra dos materiais, execução e acompanhamento dos processos de manufatura e testes posteriores ao uso a fim de avaliar o funcionamento do equipamento.

A bancada de calibração deve ser projetada enquadrando-a as normas regulamentares NR12 e NR13 para este tipo de projeto.

### **Metodologia**

Para realização do presente trabalho foi utilizado a metodologia de pesquisa bibliográfica, catálogos de produtos, manuais de máquinas e a atual necessidade da operação em campo.

### **Justificativa**

A empresa Zanardo descrita anteriormente, sendo prestadora de serviços de manutenções em válvulas, inclusive válvulas de segurança, detectou a necessidade de possuir uma bancada que realizasse os testes em campo. Com esta bancada, a empresa passa a ter diversos benefícios, tais como:

- Reduzir o volume físico de válvulas dentro da empresa;
- Possibilidade de desenvolver novos clientes cuja a logística era dificultada;
- Maior agilidade no processo;
- Maior agilidade no atendimento.

Pode-se trazer mais benefício ao cliente, que terá mais facilidade em acompanhar o processo de manutenção em suas válvulas.

### **Válvulas de Alívio e Segurança**

As válvulas de alívio e segurança são equipamentos de alta precisão e seu funcionamento é auto operado, possui como finalidade principal a de proteger equipamentos que trabalham com pressões acima da pressão atmosférica, e tem como princípio de funcionamento utilizar a própria energia do fluido que controla para sua operação, associado pela força de sua mola em conjunto com posicionamento do guia e anéis de ajuste do bocal.

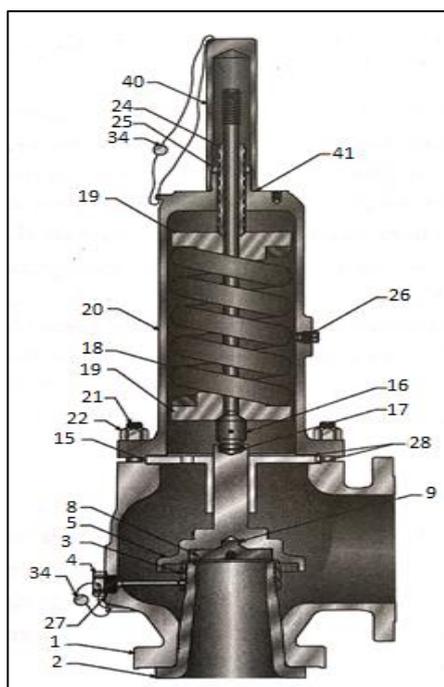
Todo vaso de pressão, que é qualquer equipamento que contenha a capacidade de armazenar em seu interior ou submetido a uma pressão externa, fluido com pressão diferente da atmosférica, exige a instalação de uma válvula de segurança para sua proteção, garantindo segurança para o equipamento em caso de sobre pressão e dos operadores envolvidos no processo operacional. Segundo Mathias, as válvulas de segurança de um modo geral oferecem uma medida de proteção contra os potenciais níveis perigosos de temperaturas elevadas e as forças causadas pelas excessivas pressões

de vapor ou qualquer outro fluido compressível dentro de um sistema. (MATHIAS, 2ªed, pág 193).

Por comparação existem algumas diferenças em relação ao funcionamento das válvulas de segurança e das válvulas de alívio, no caso da válvula de segurança a mesma atua com pressão estática na entrada e é caracterizada pela abertura instantânea normalmente utilizando fluido como vapor ou gás, nas válvulas de alívio a pressão estática também atua na entrada, mas a mesma abre à medida que a pressão fique acima da pressão de ajuste, que ocorre normalmente operando com líquidos.

De acordo com Massafera em uma válvula de alívio (que opera com líquidos), a pressão de ajuste é o ponto no qual a válvula inicia a descarga (fluxo contínuo). Em uma válvula de segurança (vapor/gás), a pressão de ajuste é o ponto de "explosão" (pop), ou seja, abertura espontânea. (MASSAFERA, 2009, pag. 19)

Na figura 1 segue o exemplo em corte onde é demonstrado as partes internas de uma válvula de alívio e segurança.



**Figura 1 - Válvula de alívio de segurança em corte.**  
(Fonte: MATHIAS, 2ª ed., 2014, pg. 232)

#### Legenda:

1	Corpo	20	Castelo
2	Bocal	21	Estojos do castelo
3	Anel inferior	22	Porcas do castelo
4	Parafuso trava do anel inferior	24	Parafuso de ajuste
5	Disco	25	Porca trava do parafuso de ajuste

8	Suporte do disco	26	Plugue do castelo
9	Anel retentor do disco	27	Junta de vedação do parafuso trava
15	Guia do suporte do disco	28	Juntas de vedação do guia
16	Haste	34	Lacre
17	Contra pino da haste	40	Capuz roscado
18	Mola	41	Junta de vedação do capuz
19	Suportes da mola		

As válvulas de segurança atendem algumas funções que são primordiais para que a mesma opere de forma confiável e precisa:

1. Abrir em uma pressão pré-estabelecida
2. Descarregar todo volume calculado em seu dimensionamento
3. Sempre fechar dentro do diferencial de alívio com a mesma vedação inicial.

### **Calibração**

Após a válvula estar devidamente inspecionada e recondicionada a mesma deve passar pelo processo de calibração, onde sua pressão de ajuste de trabalho será devidamente calibrada para atender as necessidades do processo onde será instalada. Este processo de calibração além de ajustar a pressão de trabalho, também verifica a estanqueidade da válvula na pressão de serviço, pois não pode haver vazamentos em campo, o que resultaria em prejuízos para o processo fabril onde estiver instalada. Os ensaios devem ser feitos com ar para válvulas que operam com gases e vapor e com água para as que trabalham com líquidos, muito importante que estes estejam limpos livres que qualquer partícula sólida que possam prejudicar a parte vedante da válvula ou até mesmo travar as partes móveis impedindo que a válvula funcione normalmente.

O equipamento necessário para se efetuar a calibração das válvulas de alívio e segurança é a bancada de calibração. A bancada é devidamente projetada para elevar a pressão na entrada da válvula a um nível de trabalho, a pressão é elevada gradualmente até ser atingida a pressão de ajuste da válvula. O ponto de ajuste é verificado inicialmente pelo início de escape do fluido entre o disco e o bocal, isso indica que a força exercida na entrada da válvula está vencendo a força da mola. É então o ponto onde o técnico que está operando a bancada de teste e calibração verifica o manômetro padrão, se a pressão estiver abaixo ou acima da calibração de trabalho, o ajuste é feito girando o parafuso de regulação, girando no sentido anti-

horário para reduzir a carga na mola ou em sentido horário para aumentar a carga da mola sobre o disco.

Quando se atinge o valor ideal de trabalho, ou seja, a pressão de ajuste é alcançada ouve-se um estampido característico denominado pop. O pop não é recomendado para os internos de válvulas de segurança construídos em bronze, pois pode-se danificar a superfície de vedação. O pop simulado na bancada de calibração muitas vezes diminui ou até elimina o vazamento, pois permite que as peças se alinhem de forma mais perfeita no momento do fechamento e expulsa qualquer corpo estranho que possa ficar preso entre as superfícies de vedação do bocal e do disco.

O manômetro utilizado na bancada deve ser aferido para que não se tenha uma leitura errada e conseqüentemente induzindo o técnico a ajustar a válvula em uma pressão de trabalho irregular para o que foi especificado.

### Análise estrutural do projeto

O modo escolhido para analisar a estrutura do projeto seria utilizando o diagrama de força cortante e momento fletor. Os momentos fletores são expressos como M e as forças cortantes por V. A partir desse diagrama é possível identificar lugares da estrutura que será sobrecarregada e assim reforçar o interior da viga ou dimensionar novamente uma nova estrutura conforme figura 2.

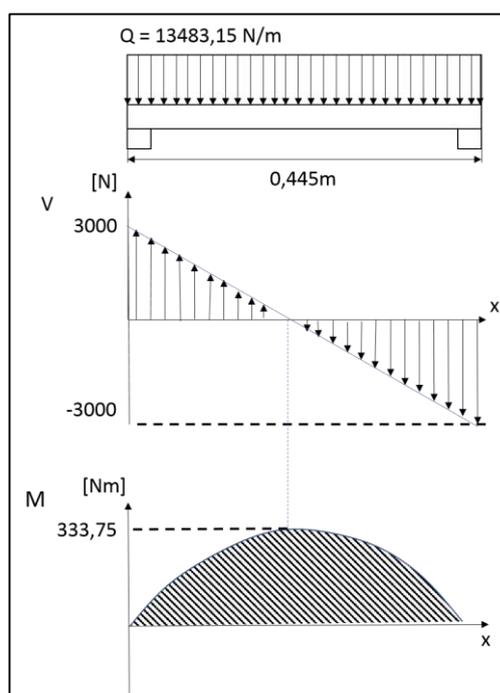


Figura 2 - Análise de triângulos.

Fonte Própria

Existe normas que padronizam o dimensional de tubulações que envolvam pressão, que seria a *American Standard Code for PressurePiping* (ASME B 31) ela abrange tubulações de

energia, componentes de transferência de calor e outros sistemas de instalação que envolva tubulação de pressão, ela se refere, para o cálculo da espessura mínima de tubos sujeitos à pressão interna, as seguintes fórmulas, equivalentes entre si:

$$tm = \frac{P \times D}{2 \times (SE + PY)} + C$$

Dados:

**tm** = espessura mínima da parede (pol)(mm).

**P** = Pressão interna de projeto (Psia)(MPa).

**D** = Diâmetro externo (pol)(mm).

**SE** = coeficiente de estresse (Psi)(MPa).

**S** = tensão admissível para o material,

**E** = coeficiente de eficiência de solda

**Y** = coeficiente de redução de acordo com o material e a temperatura do tubo

**C**: soma das margens para corrosão

### **Fabricação**

A bancada de calibração para seu desenvolvimento foi utilizada alguns processos de fabricação, através de desenhos técnicos de cada componente e elemento estrutural da bancada, foi utilizado análises através de cálculos para dimensionar a espessura das paredes do reservatório, verificar se a espessura da tubulação iria suportar a pressão de trabalho, seleção dos elementos de fixação como parafusos e solda, a escolha do tipo de conexão para vasos de pressão.

Na usinagem dos materiais foram utilizados uma variedade de máquinas na fábrica a disposição, por exemplo, furadeira de bancada, fresadora ferramenteira, comando numérico computadorizado (CNC), torno convencional, rosqueadeira, máquina de solda, lixadeira, cerra fita, e o centro de usinagem. Para a montagem da bancada, seguindo conforme projetado até a execução da máquina conforme a Figura 3 que representa um dos processos de fabricação.



*Figura 3 – Processo de soldagem no reforço da bancada.  
Fonte: Própria*

### **A bancada de calibração**

A bancada foi projetada para um funcionamento simples, onde em sua composição existem diversos componentes que irão proporcionar de forma precisa o direcionamento do fluido através de válvulas agulhas de alta pressão, tubulações de aço inoxidável com espessuras calculadas, manômetros para verificação da pressão interna no sistema e verificação simultânea da calibração na válvula de segurança e alívio. O projeto tem a premissa de desenvolver a bancada que proporcione segurança ao operador, precisão em sua operação e fácil locomoção, tornando-se uma ferramenta de muita utilidade para a empresa nas manutenções em campo.

Os cálculos do dimensionamento para vaso de pressão foram estabelecidos conforme a norma ASME B31 específica para vasos de pressão e em sua estrutura de construção foi utilizado análises de Resistências dos Materiais onde foi utilizado o diagrama de momento fletor e força cortante.

Abaixo na figura 4 segue a representação gráfica do protótipo, este projeto foi desenvolvido por completo no software Autodesk Inventor após efetuados os cálculos de dimensionamento estrutural.



*Figura 4- Representação gráfica da bancada de Calibração.  
Fonte: Própria.*

### **Capacitação do Operador**

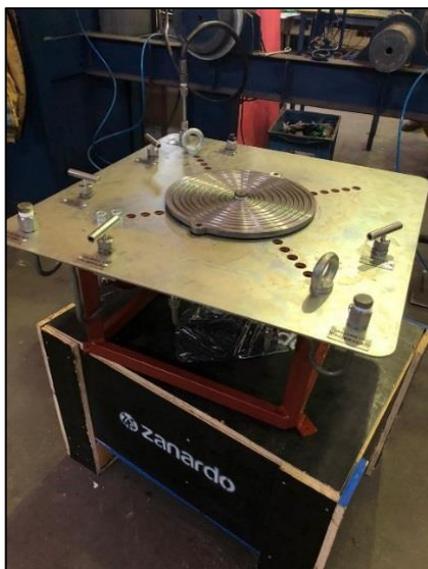
A operação da bancada deve-se ser feita apenas por um Técnico de Válvulas de Segurança, pois o mesmo é quem possui a capacitação teórica e prática para o trabalho seguro.

Esta capacitação deve conter:

- A descrição dos riscos associados a operação do equipamento e a proteção contra os mesmos;
- Funcionamento de tais proteções;
- Manutenção e remoção das proteções, quando e quem deve realizar;
- Princípios de segurança na operação do equipamento;
- Limpeza, manutenção e lubrificação dos componentes;

### **Resultados e Discussões**

Com a estrutura montada, foi possível a realizar o teste hidrostático com a pressão estipulada pelo projeto de 200 bar, para analisar possíveis vazamentos nas conexões das tubulações e validação se a estrutura suportaria tal pressão, foi utilizando o sistema de teste hidrostático de testes de válvulas de controle da empresa Zanardo, na Figura 5 segue a imagem da bancada sendo preparada para o teste.



**Figura 5 - A bancada fora da maleta para a realização do teste de hidrostático.**  
**Fonte: Próprio Autor.**

Para a realizar do teste de pressão, foi utilizado a bomba Haskel 1/3 HP MS 36 que garante uma pressão de trabalho até 4500 psi, a mesma está disponível na empresa na qual já são realizados os testes das válvulas industriais projetadas internamente, proporcionando a pressão de trabalho conforme estipulada no projeto. Na figura 6 é representada a imagem da Bomba utilizada.



**Figura 6 - Bomba Haskel utilizada para a realização do teste de pressão na bancada.**  
**Fonte: Próprio Autor.**

Com o sistema pressurizado, elevando-se a pressão gradativamente próximo a 1500 psi foi observado vazamento em uma das conexões de alta pressão, exatamente a da tubulação que saia do reservatório “pulmão” da bancada.

Na figura 7 é indicada a pressão que iniciou o vazamento no manômetro e figura 8 apresenta o vazamento em uma das conexões.



**Figura 7 – Manômetro indicando a pressão durante o teste na bancada.**  
**Fonte: Própria.**



**Figura 8 - Conexão apresentando vazamento.**  
**Fonte: Próprio Autor.**

Após a apresentar esse problema, foi analisado a possível causa sobre o vazamento, na construção da tubulação entre o pulmão e a válvula de controle do teste, identificou-se que a dobra estava muito próxima da conexão, a anilha interna responsável para manter a estanqueidade do conjunto não estava vedando com eficiência, então foi necessário modificar o formato da tubulação antes da conexão, realizando a dobra mais longe

mantendo um trecho reto maior para garantir a eficiência na vedação. Conforme a Figura 9 a tubulação antiga e na Figura 10 a nova tubulação.



**Figura 9 - A tubulação trocada.**  
**Fonte: Próprio Autor.**



**Figura 10 - Tubulação nova com dobra feita mais longe da conexão.**  
**Fonte: Próprio Autor.**

Após essa troca na tubulação foi realizado novamente o teste até uma pressão de 2900 psi aproximadamente algo em torno aproximado de 200 bar, está pressão foi mantida por exatamente 10 minutos no interior da bancada para garantia de que nenhum vazamento viesse a ocorrer. Obteve-se então o resultado desejado sem vazamento algum no projeto. Conforme figura 11 a pressão aplicada no projeto.



**Figura 11 - Manômetro indicando a pressão do teste após a troca da tubulação.**  
**Fonte: Próprio Autor.**

Após finalizado os testes de pressão necessários, foi realizado a limpeza do fluido de teste que ficou dentro das tubulações. Conforme figura 12.



**Figura 12 - Limpeza dos fluidos internos dentro das tubulações após o teste de pressão.**  
**Fonte: Próprio Autor.**

Com base na pressão máxima de trabalho da bancada tendo em vista que estará limitada ao cilindro de pressão que a alimentara é garantido total segurança operacional sem riscos de acidentes ao operador. Com base nos componentes utilizados na construção da bancada onde sofrerão pressão interna, em escala de menor para maior suportando a pressão interna sem se romper ou apresentar vazamentos estão as válvulas agulhas utilizadas, que

em sua construção são estipulados no máximo 3000 psi ou aproximadamente 206,84 bar de pressão interna.

O cilindro que será utilizado tem como pressão máxima quando totalmente cheio 150 bar, garantindo que o componente de menor pressão construtiva ainda tenha 27% de folga até chegar a sua pressão máxima de trabalho.

Em relação a parte construtiva se comparado com a anterior bancada utilizada na empresa para calibrações em campo houve uma diminuição além de volume também em peso pois a antiga bancada tem uma massa de aproximadamente 300 kg e a bancada móvel construída de apenas 52 kg. Na figura 13 segue a imagem da antiga bancada utilizada pela empresa.



**Figura 13 - Bancada de teste antiga utilizada na empresa.**  
*Fonte: Próprio Autor.*

Nas figuras 14 e 15 seguem as imagens da bancada de teste móvel pronta.



**Figura 14 - Bancada de teste móvel finalizada.**  
*Fonte: Próprio autor.*



*Figura 15 - Bancada de teste finalizada.  
Fonte: Próprio Autor.*

## **Conclusão**

A facilidade de se calibrar as válvulas em campo utilizando a bancada projetada faz com que este procedimento seja mais eficiente comparado ao equipamento antes utilizado, pois possuindo um peso que corresponde a menos de 20% da antiga bancada, um menor volume e com maior praticidade, ergonomia e segurança no transporte, a nova bancada móvel tende a atender os objetivos para qual o projeto foi desenvolvido. Economicamente também é possível concluir a viabilidade do novo equipamento, onde o valor gasto para o planejamento e fabricação foi menor ao comparado com outras bancadas existentes no mercado, não tão similares devido ao fato de não atenderem a variedade de conexões e tamanhos que a deste projeto virá a atender, além de ter um aspecto visual agradável dando mais credibilidade e confiabilidade ao cliente.

Dessa forma, realizando os procedimentos funcionais da bancada, seguindo o manual para operação da mesma, será possível garantir um resultado satisfatório na calibração das válvulas de segurança em campo realizado pelos técnicos da empresa Zanardo..

## Referências Bibliográficas

### Livros:

BUDYNAS, R. G.; NISBETT, J. K.; **Elementos de máquinas de Shingley**, 10<sup>o</sup> ed, AMGH Editora Ltda: São Paulo, 2016;

GENTIL, Vicente, **Corrosao**, 3<sup>a</sup> ed, UFRJ: Rio de Janeiro – 1982;

HIBBELER, R. C., **Resistência dos materiais**, 7<sup>a</sup> ed, Person: São Paulo – 2009;

MATHIAS, Cardoso A., **Válvulas**. 2. ed. São Paulo: Artliber Editora Ltda., 2014;

MASSAFERA, Otávio L., **Dimensionamento de Válvulas de Segurança e/ou Alívio (VSD) com simulação teórica para Manutenção**, Vitória, 2009;

MUNSON, B. R.; YOUNG. F. D; OKIISHI, T. H. Fundamentos da mecânica dos fluidos, 1<sup>o</sup> ed, Edgard Blucher: São Paulo, 2004;

TELLES, Pedro, **Tubulações industriais**, 9<sup>a</sup> ed, LTC: Rio de Janeiro – 1968;

### Material da Internet:

BRAGA, N.C. Instituto NCB. Manômetros. Disponível em:

<<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/almanaque/854-manometro>> Acesso em: 08/03/2019;

Portaria MTE 594/2014. Norma Regulamentadora 13. Caldeiras e vasos de pressão.

Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr13.htm>> Acesso em: 08/03/2019;

Portaria SIT 233/2011. Norma Regulamentadora 12. Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Disponível em:

<<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr12.htm>> Acesso em: 08/03/2019;

SILVEIRA, C.B. Tudo sobre manômetros. Disponível em:

<<https://www.citisystems.com.br/tudo-sobre-manometro/>> Acesso em: 08/03/2019

Poral Metálica - Construção Civil. Parafusos: definição e tipo. Disponível em:

<<http://www.metalica.com.br/artigos-tecnicos/parafusos>> Acesso em 07/04/2019.

Almeida, P.S. Gestão da Manutenção Aplicada às Areas Industrial, Predial e Elétrica. 1<sup>a</sup>Ed. São Paulo: Érica, 2017

The American Society of Mechanical Engenieers. ASME B-16.3. Malleable Iron Malleable Iron Threaded Threaded Fittings Fittings Classes 150 and 300. Disponível em:

<<https://edoc.pub/asme-b163-2016-pdf-free.html>> Acesso em 07/04/2019.

Essel Engenharia. Elementos de Máquinas. Aula 11- Arruelas. Disponível em: <<https://essel.com.br/cursos/material/01/ElementosMaquinas/11elem.pdf>> Acesso em 07/04/2019.

Projetos Mecânicos. Rosca NPT e BSP.

Disponível em: <<https://projetosmecanicos.wordpress.com/2013/05/13/rosca-gas-npt-e-bsp/>> Acesso em 07/04/2019.

GARBIM, Valdenir J; Borrachas tecnologias, característica, compostos e aplicações, 1º ed, Public: Rio de janeiro, 2011;

### **Catálogo utilizados**

Empresa JOOE: conexões a alta pressões.

Disponível em: <<http://www.jooeconexoes.com.br/>> acesso em:06/04/2019;

VEDABRAS; Manual prático de vedação, 5º ed, Retentores Vedabrás: São Paulo, 2012;

FORTES, Cleder, Apostila de eletrodos revestidos, 2005. Disponível em: <

[https://www.esab.com.br/br/pt/education/apostilas/upload/1901097rev1\\_apostilaeletrodosrevestidos\\_ok.pdf](https://www.esab.com.br/br/pt/education/apostilas/upload/1901097rev1_apostilaeletrodosrevestidos_ok.pdf)>. Acesso em: 20/02/2019;

# Projeto e desenvolvimento de sistema de resfriamento evaporativo para aviário de poedeiras: Pad Cooling

*Design and development of laying poultry evaporative Cooling system: Pad Cooling*

**Murilo Henrique Bomfim Doná<sup>1</sup>**  
**Vinicius dos Santos Andrioli<sup>1</sup>**  
**Prof. Norberto Januário Pereira<sup>2</sup>**

## RESUMO

Este artigo foi realizado como parte dos estudos realizados para o trabalho de conclusão de curso de engenharia mecânica e tem como objetivo demonstrar o avanço obtido no setor de climatização para aviários de galinhas poedeiras, demonstrando os fatores que influenciam em um dimensionamento correto do sistema *Padcooling*, que se trata de um sistema de resfriamento evaporativo direto que tem a função de resfriar o ar dentro do aviário a fim de atender as necessidades físicas das aves poedeiras alojadas nele. O levantamento das variáveis foi realizado de acordo com a localização do aviário, para o levantamento da carga térmica de insolação utilizando os materiais de construção do aviário, assim como o levantamento de calor gerado pelas aves que estão alojadas no interior dele. Após levantamento de carga térmica total, o dimensionamento do sistema de ventilação foi estabelecido com o objetivo de retirar todo o calor gerado dentro do aviário pela insolação e aves. No sistema de *Padcooling* se estabeleceu a quantidade de placas evaporativas necessárias para suprir a necessidade de água na umidificação do ar de entrada no aviário, com a quantidade de placas e quantidade de água necessária para o resfriamento evaporativo o sistema hidráulico então foi dimensionado a fim de que se mantenha uma vazão de água para alimentar as placas evaporativas que atenderão as necessidades para retirar o calor contido no aviário por meio de resfriamento evaporativo adiabático.

---

<sup>1</sup>Acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba – SP.

<sup>2</sup>Engenheiro e Docente do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba – SP.

**Palavras-chave: Padcooling; Resfriamento; Poedeira; Bem-estar; Climatização.**

## **ABSTRACT**

This article was conducted as part of the studies carried out for the completion of the mechanical engineering course work and aims to demonstrate the progress achieved in the poultry poultry HVAC climate sector, demonstrating the factors that influence the correct sizing of the Padcooling system, This is a direct evaporative cooling system that has the function of cooling the air inside the house to meet the physical needs of the laying birds housed there. The survey of the variables was performed according to the location of the aviary, for the survey of the insolation thermal load using the building materials of the aviary, as well as the heat generated by the birds that are housed inside it. After lifting the total thermal load, the sizing of the ventilation system was established in order to remove all heat generated inside the house by insolation and birds. In the Padcooling system, the number of evaporative plates needed to supply the water needed for the humidification of the inlet air in the house was established. to maintain a flow of water to feed the evaporative plates that will meet the needs to remove the heat contained in the house through adiabatic evaporative cooling.

**Key words: Padcooling; Cooling; Laying; Wellness, Climatization.**

## **INTRODUÇÃO**

Aves poedeiras, são assim chamadas as aves que são destinadas à produção de ovos de mesa, para consumo humano. As aves são criadas em sítios, fazendas, quintais com área verde e galinheiros comuns, no chão ou em gaiolas coletivas ou individuais, assim nos sistemas mais antigos. Já nos sistemas mais modernos e com maior demanda do consumo de ovos de mesa, as aves são alojadas em aviários automatizados, sendo criadas dentro de gaiolas coletivas com dois ou mais pisos de altura, otimizando a área necessária para a criação (AVICULTURAINDUSTRIAL, 2019).

São considerados duas fases essenciais na vida de uma poedeira, sendo a primeira cria e recria, em que na 20ª semana de idade é necessário maior desempenho e viabilidade do lote de aves, em torno de 95% seja aprovada para seguir para a segunda fase, caso não a ave é descartada. Na próxima fase, postura, as aves iniciam sua vida produtiva lentamente, sendo esperado o pico de produção entre a 27ª e 29ª semana de idade, logo estabilizando até o fim da sua vida de produção (EMBRAPA, 2019).



**Figura 1** – Equipamento automatizado para postura  
Fonte: Kilbra Trading, 2019.

O setor de postura alavancou extremamente na última década, aprimorou os equipamentos com automatizações em esteira coletoras de ovos, esterco e arraçamento de ração, a fim de atender a demanda do mercado e diminuir as perdas produtivas. Dessa forma, a preocupação com o bem-estar e ambiência das aves também cresceu, sendo necessário a inovação nos sistemas climatizados integrados aos aviários, contudo, viabilizando os sistemas com baixos custos e eficazes (EMBRAPA, 2019).

As aves poedeiras necessitam estar em um ambiente em que proporcione o conforto térmico para que elas se desenvolvam e posteriormente possam produzir com qualidade, de acordo com as semanas de vida os valores de temperatura e umidade do ambiente se modificam, e a partir da sétima semana até o final da vida as aves se estabelecem em uma necessidade de o ambiente estar em torno de 20°C e umidade em torno de 65 % (ABREU; ABREU, 2011).

## **METODOLOGIA**

### *Revisão bibliográfica*

O sistema de resfriamento evaporativo tem como funcionalidade a retirada de calor do ambiente e gerar o conforto térmico para as aves alojadas no aviário.

Para o levantamento de um projeto de climatização de um ambiente se tem diversos dimensionamentos a serem feitos, porém o principal é o cálculo da carga térmica. Pois a carga térmica é o cálculo feito dos componentes que emitem calor em um ambiente para que se possa quantificar e posteriormente calcular o tempo de resfriamento e os parâmetros para o projeto (MILLER, 2014).

Diversas fontes de calor são encontradas nos ambientes em que se vai fazer o levantamento térmico e alguns tipos de fontes são costumeiras como:

- Calor por condução pelas paredes do ambiente.
- Calor por radiação pelos materiais transparentes.
- Calor vindo de fora do ambiente pelas portas abertas, janelas.
- Calor cedido pelos produtos quando reduzem a temperatura.
- Calor cedido pelas pessoas que estão no ambiente.
- Calor cedido por equipamentos geradores de calor, como lâmpadas e motores.

O costume de existir essas fontes nos ambientes não implica que em todos os ambientes haverá apenas estas fontes. Por isso é de suma importância o levantamento específico de cada ambiente em que se quer ter a carga térmica (DOSSAT, 2004).

O sistema de resfriamento tem a função de condicionar o ar que está alojado dentro do aviário de modo em que, no caso o ar condicionado tem que controlar a umidade relativa do ar (UR%), a temperatura (T), velocidade (V) e pureza (CREDER, 2004).

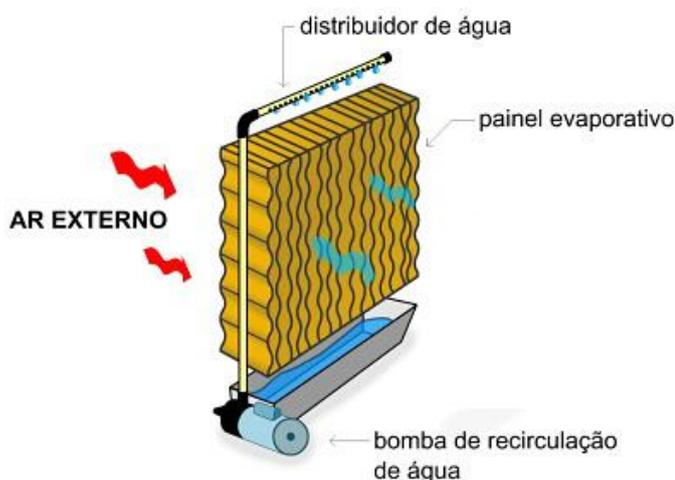
O resfriamento utilizado no sistema é resfriamento evaporativo que ocorre por meio da evaporação da água que está contida no ar em forma de umidade e nesta evaporação o calor é cedido do ambiente para a umidade a fim de efetuar esta evaporação. Pode se encontrar sistemas de resfriamento evaporativo diretos e

indiretos, como para atender as necessidades das aves é necessária que a umidade dentro do aviário de aumente, conseqüentemente o sistema é direto, onde o ar que está sendo condicionado ao resfriamento entra em contato com a água que está alojada nas placas evaporativas que são placas que podem ser encontradas em celulose ou também em fibra de vidro resistente a água, estas placas por terem contato constante com a água recebem tratamento no processo de fabricação para que possam suportar este tipo de ocasião (CAMARGO,2003).

Em ambientes de confinamento de animais o sistema comumente usado é o sistema de *Padcooling*, com a utilização de exaustores para que forme uma pressão negativa dentro do aviário. O Sistema por pressão negativa consiste em exaustores aplicados em instalações de forma que fiquem do lado oposto das entradas de ar, onde ficam alojados os *Padcooling*, fazendo com que induza a renovação de ar, formando um túnel de vento dentro da instalação (MENDES, 2015).

No caso de aves poedeiras conforme já dito, são alojadas em gaiolas e a troca de ar é necessária devido ao esterco das aves ser rico em amônia e todo o esterco das aves fica alojadas em esteiras abaixo das gaiolas, e para que os níveis de concentração de amônia não fiquem altos é necessário que ocorra trocas de ar no ambiente.

O sistema de *Padcooling* basicamente é formado por uma placa evaporativa, um distribuidor de água uma bomba de circulação de água para o sistema e uma calha armazenadora.



**Figura 2** - Sistema Padcooling simplificado.

Fonte: Natu & Brisa, 2019.

Todo o sistema de resfriamento é dimensionado a fim de atender as necessidades físicas das aves a fim de se obter o conforto térmico delas, A grande evolução dos equipamentos e a maior demanda na produção de ovos e frangos para corte nos últimos anos, despertou em muitos profissionais ambientalistas a preocupação com o bem-estar das aves, que vivem praticamente toda a vida confinadas em gaiolas (BROOM, 1991).

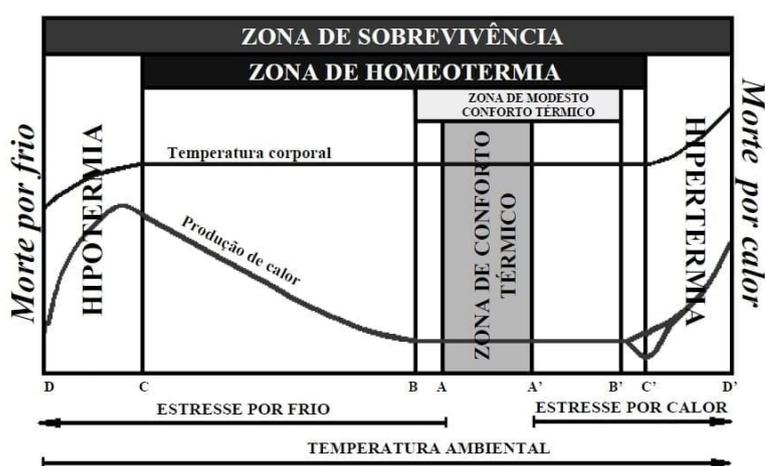
Em vários lugares ao redor do mundo existem leis e normas que regem o bem-estar de aves poedeiras, com a união europeia e estados unidos. No brasil ainda não existe nenhuma lei criada para o bem-estar animal para aves poedeiras, mas se encontram protocolos que devem ser seguidos para o bem-estar das aves poedeiras. Nos Estados Unidos da América o estado com maior produção de ovos é a Califórnia que tem uma lei que aboliu o confinamento de aves poedeiras em gaiolas. Já na União Europeia, países utilizam de um método de criação em ambiente livre a fim de melhorar o bem-estar animal (SOUSA, 2016).

*As aves são animais homeotérmicos capazes de regular a temperatura corporal. Cerca de 80% da energia ingerida é utilizada para manutenção da homeotermia e apenas 20% é utilizada para produção (ABREU; ABREU, 2011).*

Por serem animais homeotérmicos, para que as aves tenham um bom desenvolvimento e consigam produzir ovos de qualidade é necessário manterem dentro da zona de conforto térmico, geralmente ambientes de aviários com temperaturas acima de 40 °C pode ocorrer os primeiros casos de óbito de aves.

O conforto térmico das aves é encontrado quando ela não necessita realizar esforços para que sua temperatura corporal se mantenha e é demonstrada na tabela entre os pontos A e A'. Entre os pontos B e B' indicam a zona em que as aves necessitam realizar pequenos ajustes para que se consiga manter a temperatura corpórea, o que pode começar a causar um estresse na mesma, quando elas estão nesta zona pode se notar que no frio elas comecem a se agrupar a fim de que a temperatura corporal baixe e volte em seu conforto térmico e no calor evitam de ficar agrupadas para que possam se resfriar e também voltar ao conforto térmico. Já entre os pontos C e C' as aves necessitam realizar ajustes fisiológicos e comportamentais para que consigam aumentar ou diminuir sua temperatura

corporal afim de voltar a zona de conforto térmico, com isso gasta maior energia na manutenção da temperatura, prejudicando a produção. Quando as aves chegam a atingir os pontos D e D' elas não conseguem mais fazer ajustes fisiológicos e acabam morrendo ou por Hipertermia, calor, ou por Hipotermia, frio. Como pode ser visto na figura 3 em que aparecem os pontos citados acima.



**Figura 3** - Caracterização das zonas de conforto térmico

Fonte: Abreu; Abreu, 2019.

### *Dimensionamento e construção do protótipo*

Para o dimensionamento do protótipo foi realizado primeiramente o levantamento de carga térmica do aviário. Onde os dados pertinentes ao local do aviário simulado, o local de instalação foi uma simulação de um aviário real, devido a sensibilidade em aplicação em aviário real com aves poedeiras se tratando de um protótipo, quaisquer falhas poderiam acarretar a morte de diversas aves, com isso foi efetuado a simulação em um galpão onde os dados estão contidos na tabela abaixo.

<b>Descrição</b>	<b>Galpão Kilbra</b>
Latitude	21° 17' 06" S
Longitude	50° 21' 47" W
Altitude	455 m
Telha	Fibro-cimento
Inclinação do telhado	14°
Pé direito	3 m

Largura	4 m
Comprimento	24 m
Gaiola	63 x 60 x 66,7 cm
Quantidade de aves	2.100
Densidade das aves	26,4 aves/ m <sup>2</sup>

**Tabela 1** - Dados sobre aviário em que será instalado sistema de resfriamento

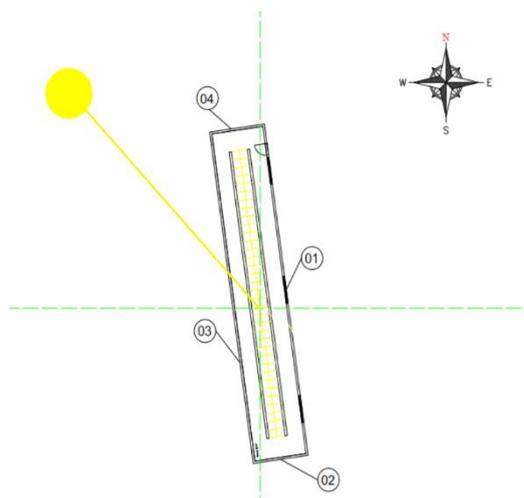
Fonte: Próprios autores, 2019.

O volume interno do galpão é de 288m<sup>3</sup>, com paredes de tijolos de 8 furos circulares, assentados na menor dimensão, com blocos de 10,0x20,0x20,0 cm com argamassa de assentamento de 1,0 cm e argamassa de emboço de 2,5 cm, tendo a parede uma espessura total de 15,0 cm com pintura branca. A orientação do local foi verificada e concluído que suas paredes de maior comprimento, 24 m, estão posicionadas ao leste e oeste e as de menor comprimento, 4m, estão em posição norte e sul.

Algumas variáveis foram levantadas para a carga térmica gerada pela insolação, como altitude solar, azimute solar, latitude, longitude, tempo solar, ângulo horário, azimute solar da parede, intensidade solar, materiais das paredes do viário, materiais do telhado do aviário, materiais das superfícies transparentes do aviário.

Estas variáveis foram necessárias para determinar, a hora de levantamento da carga térmica, após dados, foi determinado o levantamento de carga térmica para as 16:00, este horário foi escolhido devido a intensidade solar ser a mais alta para a região, e em conjunto foi feito uma pesquisa de campo em aviários com sistemas de resfriamento evaporativo da região de Birigui-SP, noroeste do estado de São Paulo, que demonstrou que na prática os horários e maior necessidade de funcionamento deste sistema de resfriamento é entre 15:00 e 16:00, com isso foi determinado o horário.

Com a determinação da hora do levantamento, por meio das variáveis físicas citadas, podemos determinar posição solar, áreas de insolação e carga térmica total de insolação.



**Figura 4** – Posição solar e aviário posição de aviário simulado

Fonte: Próprios autores, 2019.

A verificação da orientação das paredes do local é importante para o cálculo de carga térmica pois, podemos considerar às áreas que receberão maior quantidade de insolação e por meio de condução da parede e telhado transmitirão este calor para o ambiente interno.

A parede oeste conta com duas janelas de vidro incolor de 4mm de dimensões 2,00x1,20 m, a parede leste conta com uma porta ao centro apenas.

No caso deste galpão por terem as paredes de maiores dimensões situadas em orientação Leste-Oeste, farão com que a carga térmica seja maior pois terá um sobreaquecimento pela insolação que sofrerá em sua parede de maior área, nas tardes de verão, devido ao sol nascer no Leste e se pôr ao Oeste.

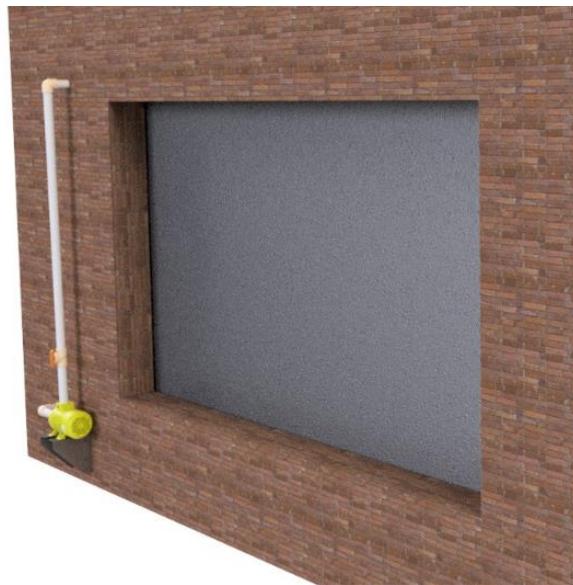
Após dimensionamento da carga térmica de insolação, de acordo com a quantidade de 2.100 aves, simuladas, alojadas dentro do aviário, foi efetuado o levantamento de carga térmica relacionado as aves alojadas.

Com a carga térmica o dimensionamento do sistema de resfriamento evaporativo: *Pad Cooling* teve início pela determinação da vazão do ar de insuflamento, o qual é responsável pela retirada de calor do ambiente do aviário simulado, com a determinação do ar de insuflamento, podemos analisar a quantidade de vazão de ar necessária para a retirada de calor, porém Segundo dados de (ABREU; ABREU, 2000), os valores de velocidade dentro de um viário deve ser de 2,0 a 2,5 m/s. Para o desenvolvimento do projeto iremos adotar que a velocidade desejada dentro do aviário seja de 2,0 m/s.

Com isso os exaustores foram dimensionados para atender as necessidades de velocidade de ar dentro do aviário, e suprem a vazão necessária de ar de insuflamento.

Com a quantidade de calor total do aviário foi possível o dimensionamento da quantidade de vazão de água necessária e posteriormente a quantidade de placas evaporativas, para que a quantidade de água seja atendida.

Após a determinação da vazão de água necessária para atender as necessidades do sistema, o dimensionamento da bomba de água foi feito se baseando na vazão necessária de água para atender as necessidades do sistema para retirar o calor total do aviário.



**Figura 5** –Projeto do interior do aviário com sistema *Pad Cooling* aplicado  
Fonte: Autores, 2019



**Figura 6** –Projeto do exterior do aviário com sistema *Pad Cooling* aplicado  
Fonte: Autores, 2019

O protótipo foi instalado no showroom da empresa Kilbra Trading Equipamentos para Avicultura, Birigui – SP, é direcionado para aplicação em aves acima de 6 semanas, sendo composto por calhas de armazenamento de água, capacidade de armazenamento de água de 16 litros por metro linear, calha distribuidora de água na parte superior do sistema, vedação com chapas laterais, suporte para fixação da calha distribuidora e armazenadora, todas em chapa 0,95mm de espessura de aço inoxidável, sistema hidráulico completo (tubos de 50mm de diâmetro, cotovelos, curvas, boia de controle, junção Te, válvulas do controle e retenção e bomba de água), parafusos 5/16” com arruela de borracha, produto veda calha e por fim o componente principal do sistema, placa evaporativa de celulose com dimensões de 1800 x 600 x 150mm de espessura.



**Figura 7-** Fabricação de componentes  
Fonte: Autores, 2019

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os materiais e dimensões do aviário estabelecidos, e a quantidade de aves alojadas dentro do mesmo, foram possíveis os resultados de quantidade de calor devido a insolação, quantidade de calor devido as aves, vazão de ar de insuflamento, metragem de placas evaporativas e quantidades de exaustores necessários para que o ambiente se encontre de modo desejado.

Com o uso dos dados de localização do aviário, junto com especificações das paredes, telhados e áreas de superfície transparentes podemos calcular a quantidade de calor obtida para o ambiente devido a insolação, com um total de 12.210,6 Kcal/h de calor obtido pela insolação.

Para as aves alojadas dentro do aviário um novo cálculo seguiu-se devido as aves liberaram uma grande quantidade de calor para o ambiente, com isso o total de calor liberado pelas 2.100 aves é de 32.602,47 Kcal/h.

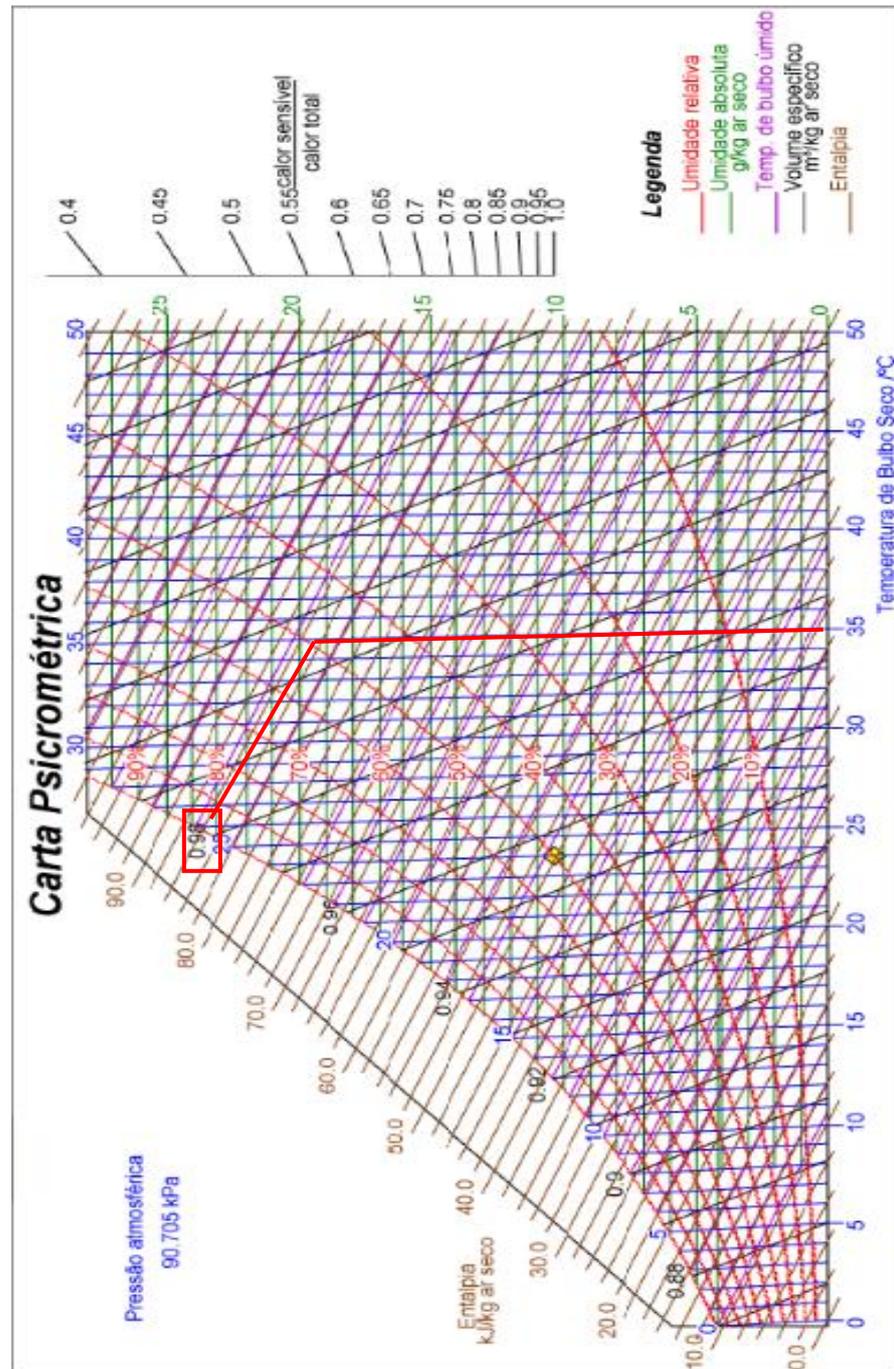
Totalizando para o aviário uma carga térmica de 44.877,63 Kcal/h. Como o local alojará aves que tem uma certa sensibilidade quanto ao calor, um fator de segurança foi utilizado levando em consideração a temperatura ambiente do

cálculo e a temperatura máxima em que as aves suportam, com isso o valor de carga térmica já corrigido com o fator de segurança é de 66.411,49 Kcal/h

A quantidade de calor obtida através de cálculos é essencial para dimensionamento da ventilação do ambiente em que terá exaustores, fazendo com que a pressão dentro do aviário seja negativa e com isso force a passagem de ar pelas placas evaporativas e após a umidificação do ar o mesmo passa por toda a extensão do aviário, retirando o calor por meio de uma transferência de calor adiabática.

Levando em consideração a diferença de entalpia de entrada e de saída, a que será desejada, podemos calcular a vazão mássica do ar de insuflamento, de 6.951,29 Kg/h.

Utilizando a carta psicrométrica podemos obter o valor de volume específico do ar



**Figura 8** –Carta psicrométrica, com volume específico em destaque  
Fonte: PUC-PR,2008.

Conforme demonstrado na carta psicrométrica, podemos utilizar o valor de volume específico e chegamos que a vazão volumétrica de insuflamento que é de  $6.812,26 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Conforme dados podemos dimensionar a quantidade de placas, bomba de água a partir dos números de quantidade de calor e ar de insuflamento.

O sistema foi aplicado conforme já dito em um aviário simulado. Após funcionamento do sistema Pad Cooling, podemos notar a qualidade de distribuição de água nas placas evaporativas, e a vedação de todo o sistema, não apresentando qualquer vazamento de água, e nem excesso de água nas placas a ponto de “respingar” para o interior do galpão, como podemos ver nas próximas imagens que mostram o processo de instalação, componentes e distribuição de água.



**Figura 9** -Instalação de sistema Pad Cooling  
Fonte: Autores, 2019



**Figura 10** -Instalação de sistema Pad Cooling  
Fonte: Autores, 2019



**Figura 11**–distribuição uniforme de água nas placas evaporativas  
Fonte: Autores, 2019



**Figura 12** -Instalação de sistema Pad Cooling, interno.  
Fonte: Autores, 2019



**Figura 13** -Instalação de sistema Pad Cooling, interno.  
Fonte: Autores, 2019

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições encontradas e com base na simulação engendrada no local de estudo foi possível dimensionar o sistema de resfriamento evaporativo com base na carga térmica emitida pelo ambiente e pelas 2.100 aves poedeiras para postura.

Para a simulação foram imaginadas as aves e gaiolas expostas dentro do galpão, considerando os dados reais do local como: temperaturas, cargas térmicas, umidade, entre outros necessários para dimensionamento em qualquer região.

O dimensionamento ideal do sistema abrange além do estudo da ambiência, ventilação, carga térmica e sistemas hidráulicos, um amplo conhecimento do conforto térmico e necessidades fisiológicas das aves, sendo de grande valia no resultado do sistema ideal.

## REFERÊNCIAS

AVICULTURAINDUSTRIAL. **Galinhas poedeiras e seu manejo**. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/galinhas-poedeiras-e-seu-manejo/20060724-084806-2258>; Acesso em: 06 out 2019.

EMBRAPA. **Embrapa utiliza guia de manejo de galinha poedeira 051**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/29816723/embrapa-atualiza-guia-de-manejo-da-galinha-poedeira-051>; Acesso em: 06 out 2019.

EMBRAPA. **Bem-estar na produção de aves poedeiras**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/214299/bem-estar-na-producao-de-aves-poedeiras>; Acesso em: 06 out 2019.

ABREU, Paulo G.; ABREU, Valéria. M. N. **Ventilação na avicultura de corte. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000**. (*Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 63*). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58306/1/doc63.pdf>; Acesso em: 07 out 2019.

ABREU, Paulo G.; ABREU, Valéria M. N. **Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil**. R. Bras. Zootec., Concórdia, v.40, p.1-14, 2011.

PUCP-PR. **Carta Psicrométrica**. Disponível em <http://www2.pucpr.br/educacao/lst/> Acesso em: 03 set 2019.

# Alerta luminoso em aclives e declives

*Luminous alert on slopes and slopes*

**Bruno Oliveira Ferracioli**<sup>1</sup>

**Giovani Azevedo Mardegan**<sup>1</sup>

**Luan Wesley Fernandes de Oliveira**<sup>1</sup>

**Orientador: Thiago Santana Aranha**<sup>2</sup>

**Co-orientador: Daniel Lucas de Oliveira**<sup>3</sup>

**Revisão: Nelson Hitoshi Takiy**<sup>4</sup>

## Resumo

Os acidentes de trânsito, são responsáveis por um grande número de mortes, incapacitações, danos materiais e psicológicos no Brasil e no mundo. A proposta do projeto, é o desenvolvimento de um sistema capaz de identificar oscilações positivas e negativas na velocidade de veículos ao qual o sistema é instalado, identificar oscilações no ângulo de inclinação do veículo devido à inclinação do terreno e pista, processar essas informações e retorná-las em forma de sinal luminoso para alerta de veículos próximos. O sistema tem o foco principal em veículos pesados, devido à grande influência das condições climáticas e do terreno na velocidade e no controle desses veículos, e devido a menor capacidade de manobra dos mesmos. A entrega principal do projeto, é a diminuição no número de acidentes de trânsito envolvendo veículos pesados e consequente diminuição de perdas de vidas e bens materiais.

**Palavras-chave:** Acidentes, Veículos, Clima, Alerta.

## Abstract

Traffic accidents are responsible for a large number of deaths, disabilities, material and psychological damage in Brazil and worldwide. The purpose of the project is to develop a system capable of identifying positive and negative oscillations in the speed of vehicles to which the system is installed, identifying oscillations in the inclination angle of the vehicle due to the slope of the terrain and track, processing this information and feedback in the form of a beacon for warning of nearby vehicles. The system has the main focus on heavy vehicles, due to the great influence of weather and terrain conditions on the speed and control of these vehicles, and due to their lower maneuverability. The main delivery of the project is the decrease in the number of traffic accidents involving heavy vehicles and the consequent decrease in the loss of life and material goods.

**Key words:** Accidents, Vehicles, Weather, Warning.

---

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Engenharia Mecatrônica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba – SP. <sup>2</sup> Docente do Curso de Engenharia Mecatrônica do UniSALESIANO Araçatuba – SP, thiagosantana@unisalesiano.com.br. <sup>3</sup> Docente do Curso de Engenharia Mecatrônica do UniSALESIANO Araçatuba – SP, danielucas@unisalesiano.com.br. <sup>4</sup> Coordenador e Docente do Curso de Engenharia Mecatrônica do UniSALESIANO Araçatuba – SP, nelson@unisalesiano.com.br.

## **Introdução**

Segundo o Detran, os números de acidentes envolvendo ônibus e caminhões entre 2010 e 2014, foram no total de 10.327 mortes no trânsito, 2.547 tiveram envolvimento de pelo menos um caminhão, o que representa 24% das vítimas fatais. Em 60,6% dos casos, a causa foi colisão frontal ou traseira (DELCHIARO, 2015).

Já em 2017, segundo o balanço da Polícia Rodoviária Federal (PRF), apurou-se que a colisão traseira foi o tipo de acidente que mais ocorreu nas rodovias federais, ao todo foram 16.114. Além da colisão frontal, a qual ocasionou 1904 mortes de pessoas durante o mesmo ano (TOPOROWICZ, 2018).

A comunicação visual, é uma das formas mais importantes de comunicação humana. Quando associa-se comunicação visual através de sinalização e tecnologias de locomoção e logística, acredita-se que esse conjunto de aspectos associados, tornam-se muito eficazes na minimização de acidentes de trânsito.

As luzes que compõem os automóveis remontam parte fundamental de sinalização no trânsito. Garante visibilidade para os condutores, atenção aos motoristas, e estruturam uma espécie de comunicação fundamental (HUGO, VICTOR, 2016).

O GPS (Sistema de Posicionamento Global), desenvolvido em 1960 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, é um sistema capaz de informar a localização e o clima, a qualquer hora do dia e em qualquer parte do planeta. Este projeto nomeado NAVSTAR, se tornou totalmente operacional em 1965 (NEGRÃO, 2017).

A partir, destes dados procurou-se tentar amenizar os riscos de acidentes, coletando dados com um GPS e um giroscópio, e informando aos demais veículos da via através de comunicação visual com uso de alerta luminoso.

Para o funcionamento do giroscópio, o dispositivo usa a força da gravidade para dizer ao software qual é a posição e direcionamento do aparelho no espaço. Mesmo que você gire o aparelho em diversas posições, ele sempre apontará para um mesmo lugar, como se fosse uma bússola sempre apontando para o norte (SILVEIRA, 2016).

## Materiais e métodos

O hardware é composto por: um módulo GY-80 com acelerômetro; um módulo GPS Neo-6M da Ublox®; um painel 8x8 de LED vermelho; um Arduino Nano; para auxílio a demonstração um carrinho de controle remoto e pilhas AA, para funcionamento de ambos. Para este protótipo utilizou-se o Arduino devido ao volume do processamento de dados.

### Módulo GY-80

O módulo GY-80, Figura 1, opera com tensão contínua de 3,3 a 5 Volts, e nele está contido: um acelerômetro ADXL345; um giroscópio L3G4200D; um barômetro. Destinado a várias aplicações em protótipos, como controle de robôs, bússola e até um medidor de temperatura ambiente. Neste projeto utilizou-se o giroscópio L3G4200D com 3 eixos, com range de  $\pm 250$ , 500, 2000<sup>o</sup>/s, e protocolo de comunicação I2C.

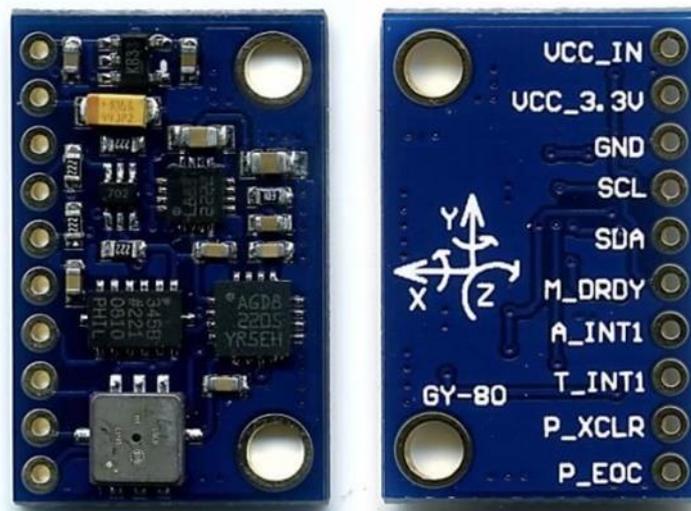


Figura 1 - Módulo GY-80. Fonte: MLSTATIC.

### Módulo GPS Neo-6M

É um módulo com um GPS Neo-6M, e uma antena ativa, modelo GY-GPS6MV2, Figura 2, a qual opera com tensão contínua de 2,7 a 5 Volts, a uma corrente de 45mA. Possui comunicação RS232 com tensão de 3,3 Volts, com leds de indicação de sinal e taxa de transmissão de dados de 9600 bps (bits por segundo).

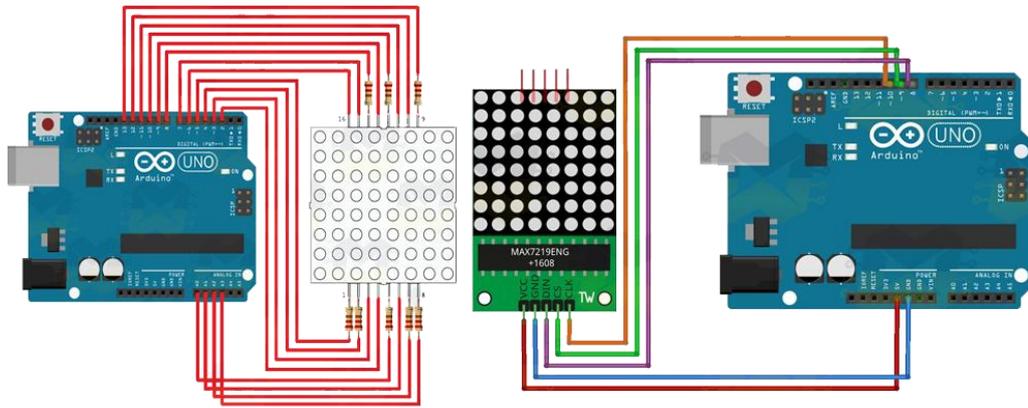


Figura 2 - Módulo GY-GPS6MV2. Fonte: Vida de Silício.

### Painel 8x8 de LED

É um módulo de matriz 8x8 de led vermelho, a qual contém um circuito integrado MAX7219 que gerencia as informações mostradas na matriz. Este módulo é eficaz, pois este circuito integrado transforma as ligações dos leds em cascata em porta serial, economizando portas de saída do microcontrolador. Na figura 3, tem-

se à esquerda uma matriz sem o uso do MAX7219 e à direita o painel de led 8x8 com o circuito integrado.



**Figura 3 - Módulo e matriz de LED com MAX7219. Próprio Autor.**

## Arduino Nano

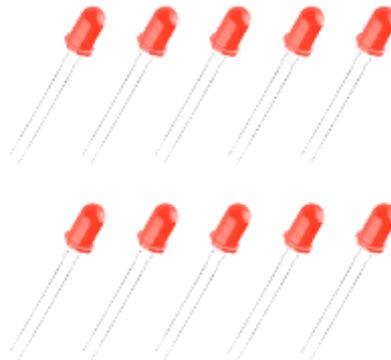
O Arduino Nano, Figura 4, é uma placa menor que um Arduino Uno, utilizada neste protótipo por questões de espaço, porém esta não afeta em seu desempenho ao projeto. Possui um microcontrolador Atmega328, com memória flash de 32 KiloBytes, 22 pinos de entrada e saída, sendo 6 de PWM, e uma velocidade de clock de 16 MegaHertz. Alimentado com tensão entre 7 e 12 Volts pela porta USB Mini-B, e um consumo de 19 miliAmpéres.



**Figura 4 - Arduino Nano. Fonte: Components101.**

### **LED vermelho**

Os LEDs vermelho, Figura 5, utilizados em barra na dianteira do veículo para alerta em declives. Com diâmetro de 5 mm, tensão de alimentação de 5 Volts.



**Figura 5 - LED vermelho 5 mm. Fonte: ELETROJOTA.**

## **Algoritmo**

O microcontrolador utilizado foi o Arduino Nano, devido ao seu alto processamento, e devido ao seu tamanho em relação ao protótipo, além de possuir entradas e saídas pertinentes ao projeto.

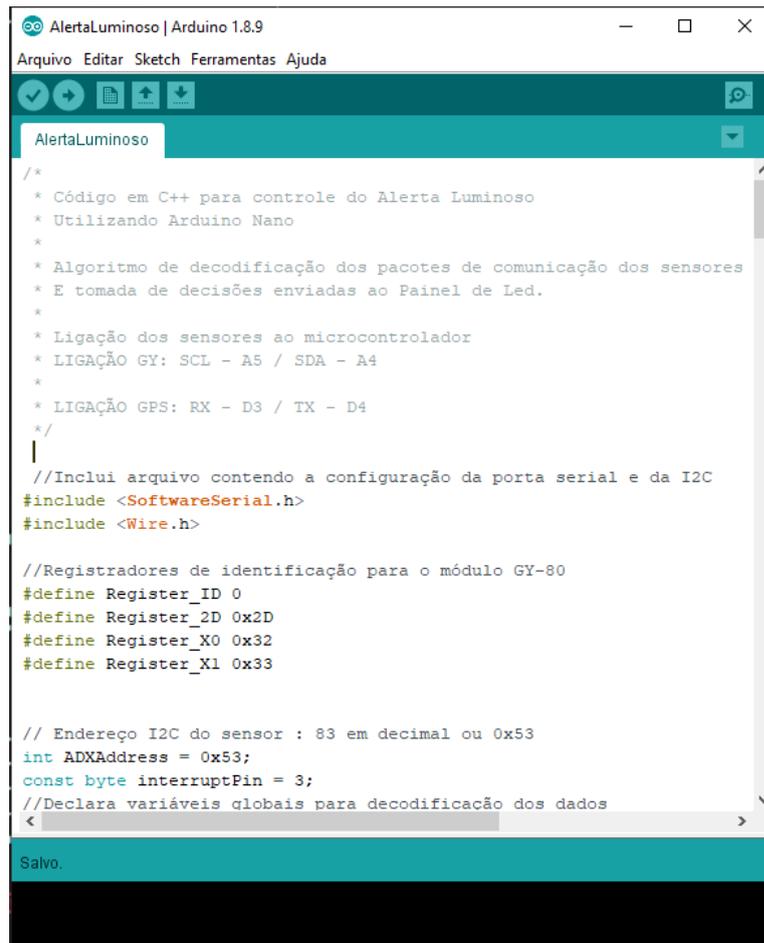
O algoritmo deste código deve ser capaz de decodificar os dados enviados pelo giroscópio e pelo GPS, utilizando comunicação I2C e SerialPort. Para isto, os fabricantes disponibilizam documentos contendo explicações de como os sensores adquirem os dados e repassam a comunicação, além de disponibilizarem códigos exemplos para auxiliar no acesso a esta informação.

## **Algoritmo em linguagem C para a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino Nano**

Segue na Figura 6, o código da linguagem C++ compilado na IDE Arduino V1.8.9.

Neste código contém a condição de análise da porta serial para ativar um painel de LED quando fosse detectado a mudança de nível, além de estar relacionado com a porta analógica que mede a velocidade do sistema.

Cada pacote é analisado separadamente, primeiramente pelo GPS, analisando a velocidade do sistema e informando ao microcontrolador para posteriormente analisar os dados do giroscópio, e decidir qual alerta luminoso será emitido. Por este motivo, foi escolhido utilizar o Arduino Nano.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "AlertaLuminoso | Arduino 1.8.9". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Sketch", "Ferramentas", and "Ajuda". The toolbar contains icons for file operations and a refresh icon. The main editor area displays C++ code for a project named "AlertaLuminoso". The code includes comments in Portuguese, header file inclusions for `SoftwareSerial.h` and `Wire.h`, register definitions for a GY-80 module, and I2C address and pin declarations. The code is as follows:

```
/*
 * Código em C++ para controle do Alerta Luminoso
 * Utilizando Arduino Nano
 *
 * Algoritmo de decodificação dos pacotes de comunicação dos sensores
 * E tomada de decisões enviadas ao Painel de Led.
 *
 * Ligação dos sensores ao microcontrolador
 * LIGAÇÃO GY: SCL - A5 / SDA - A4
 *
 * LIGAÇÃO GPS: RX - D3 / TX - D4
 */
//Inclui arquivo contendo a configuração da porta serial e da I2C
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>

//Registadores de identificação para o módulo GY-80
#define Register_ID 0
#define Register_2D 0x2D
#define Register_X0 0x32
#define Register_X1 0x33

// Endereço I2C do sensor : 83 em decimal ou 0x53
int ADXAddress = 0x53;
const byte interruptPin = 3;
//Declara variáveis globais para decodificação dos dados
```

Figura 6 - Linguagem C++, IDE ARDUINO. Autor Próprio.

## Diagrama do Sistema

O Diagrama 1, mostra simplificada os componentes utilizados e como é a interação entre eles. O GPS informa a velocidade do veículo, o arduino solicita o ângulo medido pelo giroscópio e analisa as informações, verificando se está dentro das conformidades para um alerta, se há confirmação envia ao painel de LED o desenho a ser mostrado para ser visualizado pelo usuário da via que venha atrás do veículo, e para alerta em declives, os LEDs vermelho.

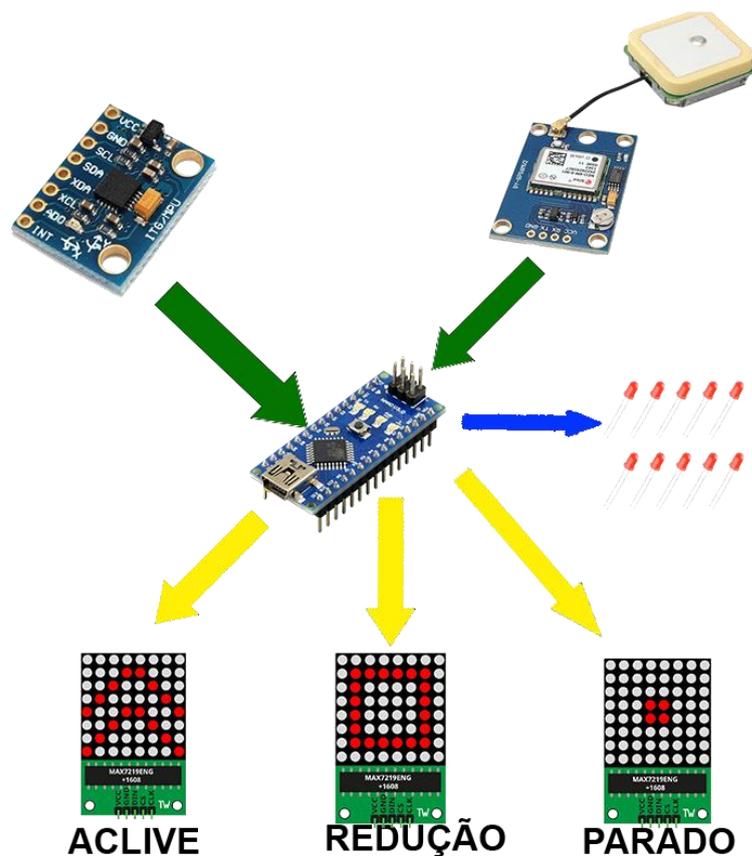


Diagrama 1 - Simplificação do esquema de montagem. Próprio Autor.

## Funcionamento do sistema

O processo inicia-se pelo GPS, o qual medirá a velocidade do veículo utilizando o protocolo NMEA, na qual utilizará a sentença que começa com o identificador “\$GPRMC” para adquirir a velocidade medida. Pode-se observar a seguir um exemplo da sentença recebida pelo GPS, retirada de GPSINFORMATION e a qual será tratada pela biblioteca TinyGPS no algoritmo.

`$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W*6A`

Onde:

- **RMC:** Sentença mínima recomendada;

- **123519:** Correção efetuada às 12:35:19 UTC;
- **A:** Status A = ativo ou V = nulo;
- **4807.038, N:** Latitude 48 graus 07.038' N;
- **01131.000,E:** Longitude 11 graus 31.000' E;
- **022.4:** Velocidade no solo em nós;
- **084.4:** Ângulo da trilha em graus;
- **230394:** Data - 23 de março de 1994;
- **003.1,W:** Variação Magnética;
- **\* 6A:** Os dados da soma de verificação (checksum), sempre começam com \*.

Estas informações são enviadas ao microcontrolador, onde realizará a análise, o tratamento e controle. Após o tratamento dos dados do GPS, o mesmo autoriza a transmissão de informações do giroscópio, o qual informará o ângulo em que este veículo encontra-se.

Logo após a coleta e o armazenamento, ambas as informações passam por um processo de análise, na qual estão listadas abaixo as decisões e seus resultados de acordo com a programação realizada.

**1ª tomada de decisão:** O primeiro “if”, analisa-se se a velocidade é inferior a 40 km/h e maior que 10 km/h, e se o veículo está em ângulo ( $X_g$ ) maior que  $40^\circ$  em relação a origem (superfície plana). Se esta sentença for verdadeira, o microcontrolador chamará a função de acionamento do alerta luminoso para “ACLIVE”, em forma de triângulo na matriz de led, como mostra a Figura 7.

```

if((Xg > 40.0) && (gpsSpeedResult < 40) && (gpsSpeedResult > 10))
{
    triangulo();
    digitalWrite(6, LOW);
    Serial.println("ALERTA CAMINHÃO EM ACLIVE!");
    delay(100);
    lc.clearDisplay(0);
    delay(100);
}

```

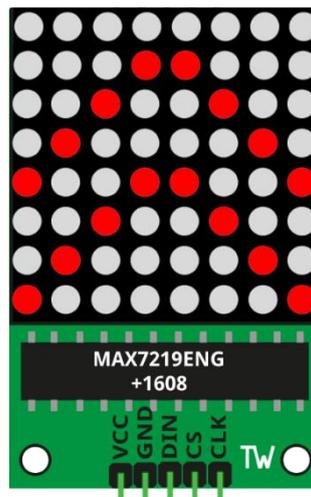


Figura 7 - Alerta de Aclive. Próprio Autor.

**2ª tomada de decisão:** Neste segundo “if”, o microcontrolador analisa se a velocidade está superior a 90 km/h e se o ângulo medido está entre  $-30^\circ$  e  $-257^\circ$ . Sendo esta sentença verdadeira, acionará o alerta luminoso de “DECLIVE” utilizando os leds frontais do veículo.

```

else if((Xg < -30.0) && (Xg > -257.0) && (gpsSpeedResult > 90))
{
    lc.clearDisplay(0);
    digitalWrite(6, HIGH);
    Serial.println("ALERTA CAMINHÃO EM DECLIVE!");
    delay(500);

    digitalWrite(6, LOW);
    //speedStop();
    delay(500);
}

```

**3ª tomada de decisão:** Esta sentença verifica se o veículo encontra-se com velocidade inferior a 3 km/h e superior ou igual a 0 km/h, tendo como consequência alerta luminoso de veículo parado, como mostra a Figura 8.

```
else if((gpsSpeedResult < 3))
{
  stopped();
  delay(500);
  lc.clearDisplay(0);
  Serial.println("Veículo Parado");
  stopZero();
  delay(500);
  lc.clearDisplay(0);
}
```

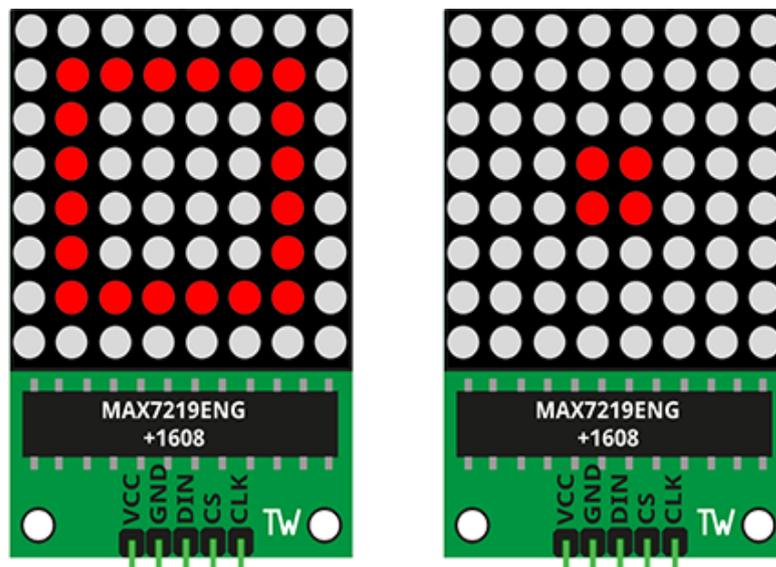


Figura 8 - Alerta de veículo parado. Autor Próprio.

### Tabela de custos do protótipo

Para o desenvolvimento do protótipo do projeto, tem-se os custos demonstrados na Tabela 1:

DESCRIÇÃO	QTD	PREÇO
Módulo Matriz de LED 8x8 com MAX7219	1	R\$ 19,90
Arduino Nano V3.0	1	R\$ 39,90
Módulo GPS NEO-6M V2 com Antena	1	R\$ 89,90
Antena Gps com cabo de 3 metros	1	R\$ 42,90
Módulo 10dof 9 Eixos (GY-80)	1	R\$ 94,90
Led Difuso 5mm Vermelho	4	R\$ 0,60
Jumpers - Femea/Femea - 20 Cm	20	R\$ 7,90
Resistor 220R 1/4W	4	R\$ 0,60
Jumpers - Macho/Femea - 20 Cm	12	R\$ 3,87
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>R\$ 300,47</b>

Tabela 1 - Tabela de custos do protótipo do Projeto. Autor Próprio.

### Croqui de Projeto no veículo pesado

Como representa-se na Figura 9, tem-se o croqui de como instalar-se-ia este alerta para fácil visualização dos demais na via.

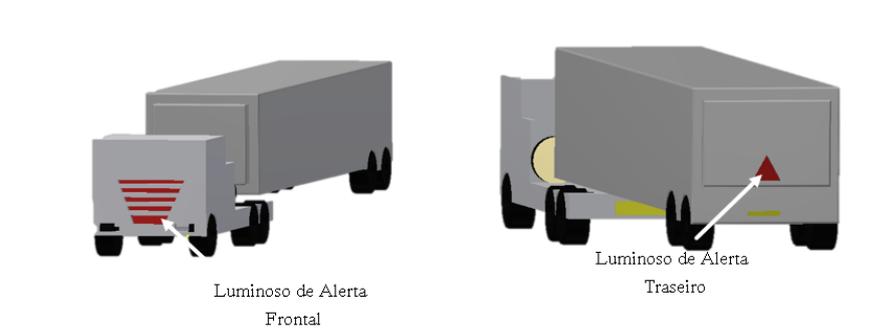


Figura 9 - Escopo do alerta. Autor próprio.

### Resultados e Discussões

As análises e tomadas de decisões se tornaram eficientes para uma medida preventiva de uma colisão, por gerar um alerta luminoso perceptível ao olho humano como sinal de perigo, forçando o ser humano a tomar uma rápida decisão.

Analizou-se também, melhorias a serem realizadas ao se adquirir dados do

giroscópio, acrescentando um filtro em sua programação para eliminar ruídos devido a obstáculos da via, tais como lombadas e valetas.

Em questão de projetos futuros, este protótipo poderá utilizar um sensor ultrassônico na parte traseira do veículo, afim de ajudar o monitoramento do veículo que venha no mesmo sentido e não tenha prestado atenção ao alerta luminoso, por fins de falta de atenção ou sonolência. Neste caso, o sensor servirá para medir a distância de aproximação do outro veículo, e informará ao motorista do veículo pesado pelo seu computador de bordo, para que possa então tomar uma medida preventiva.

### **Considerações finais**

Para a confiabilidade ao protótipo, tem-se que incrementar mais detalhes ao software, dando-lhe mais recursos para que se comprove se o ângulo de inclinação da via há a necessidade do alerta, devido a lentidão do veículo ou o excesso de velocidade do mesmo. Contudo, os resultados são satisfatórios para levar o protótipo a nível de testes em campo, após realizar as modificações necessárias.

### **Referências**

- ARDUINO. **Arduino NANO**. Disponível em: <[store.arduino.cc/usa/arduino-nano](http://store.arduino.cc/usa/arduino-nano)>. Acesso em: 08 ago 2019.
- CANALDAPEÇA. **Frenagem de emergência dos Caminhões Volvo**. Disponível em: <[www.canaldapeca.com.br/blog/frenagem-de-emergencia-dos-caminhoes-volvo](http://www.canaldapeca.com.br/blog/frenagem-de-emergencia-dos-caminhoes-volvo)>. Acesso em: 25 out 2019.
- COMLINK. **Inclinometro Semirreboque**. Disponível em: <[inclinometro.com.br/inclinometro-semirreboque-17](http://inclinometro.com.br/inclinometro-semirreboque-17)>. Acesso em: 03 mai 2019.
- COMPONENTS101. **Arduino Nano**. Disponível em: <[components101.com/microcontrollers/arduino-nano](http://components101.com/microcontrollers/arduino-nano)>. Acesso em: 16 jun 2019.
- CONTRAN, Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução 14/98 do Contran**. Disponível em: <[infraestrutura.gov.br/resolucoes-contran.html](http://infraestrutura.gov.br/resolucoes-contran.html)>. Acesso em: 02 abr 2019.
- DELCHIARO, A.P. **Caminhões estão envolvidos em 24% dos acidentes com morte e acidentes com ônibus também tiveram dados divulgados**. VELTEC, abril 2015. Disponível em: <<https://veltec.com.br/caminhoes-envolvidos-em-acidentes>>. Acesso em: 16 mar 2019.
- DENIT. **Avaliação das Condições de Segurança Viária do km 630 da BR 282**. Disponível

em: <[www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/convenios-com-a-ufsc/convenio-242006-produto-complementar-7.pdf](http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/convenios-com-a-ufsc/convenio-242006-produto-complementar-7.pdf)>. Acesso em: 15 out 2019.

ELETRIJOTA. **Led Vermelho Difuso 5mm.** Disponível em: <[loja.eletrijota.com.br/6365162-COD-100A-Led-Vermelho-Difuso-5mm-Pacote-c-10-pcs](http://loja.eletrijota.com.br/6365162-COD-100A-Led-Vermelho-Difuso-5mm-Pacote-c-10-pcs)>. Acesso em: 12 ago 2019.

GPSINFORMATION. **NMEA data.** Disponível em: <[www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm](http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm)>. Acesso em: 05 out 2019.

IMOBILIS. **Acelerômetros: uso em celulares e detecção de velocidade.** DECOM, jan. 2013. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/immobilis/acelerometros-uso-em-celulares-e-deteccao-de-velocidade-parte-1>>. Acesso em: 18 mar 2019.

OLIVEIRA, Euler. **Como usar com Arduino - Módulo Matriz De LED 8x8 com MAX7219.** Disponível em: <[blogmasterwalkershop.com.br](http://blogmasterwalkershop.com.br)>. Acesso em: 28 mai 2019.

OLIVEIRA, Euler. **Arduino - Utilizando a Matriz de LED 5mm 8X8.** Disponível em: <[blogmasterwalkershop.com.br](http://blogmasterwalkershop.com.br)>. Acesso em: 28 mai 2019.

PHILIFE, Gabriel. **Como funciona o GPS?** Disponível em: <[www.oficinadanet.com.br](http://www.oficinadanet.com.br)>. Acesso em: 15 de Abril de 2019.

RION. **Inclinometer module.** Disponível em: <[en.rion-tech.net/products\\_list/pmcl=32.html](http://en.rion-tech.net/products_list/pmcl=32.html)>. Acesso em: 04 mai 2019.

TOPOROWICZ, R.B. **Colisão traseira foi o acidente mais registrado em 2017.** Blog do Caminhoneiro, jan. 2018. Disponível em: <<https://blogdocaminhoneiro.com/2018/01/colisao-traseira-foi-o-acidente-mais-registrado-em-2017>>. Acesso em: 16 mar 2019.

TRANSPORTES. **Estudo aponta que mais de 50% dos acidentes de trânsito são causados por falhas humanas.** Disponível em: <[transportes.gov.br/ultimas-noticias/7999-estudo-aponta-que-mais-de-50-dos-acidentes-de-tr%C3%A2nsito-s%C3%A3o-causados-por-falhas-humanas.html](http://transportes.gov.br/ultimas-noticias/7999-estudo-aponta-que-mais-de-50-dos-acidentes-de-tr%C3%A2nsito-s%C3%A3o-causados-por-falhas-humanas.html)>. Acesso em: 14 ago 2019.

VIDA DE SILICIO. **Módulo GPS NEO-6M com Antena.** Disponível em: <[www.vidadesilicio.com.br/modulo-gps-neo-6m-com-antena](http://www.vidadesilicio.com.br/modulo-gps-neo-6m-com-antena)>. Acesso em: 24 set 2019.

# Desenvolvimento de uma máquina para teste de força em molas

*Development of a machine for force test on springs*

Liniker Bruno da Silva Barbosa<sup>1</sup>

Lucas Sorato Dionisio<sup>1</sup>

Felipe Cabral<sup>1</sup>

Henrique Pires Capron<sup>1</sup>

Allan Pereira Anacleto<sup>1</sup>

Fernando Gabriel Eguía Pereira Soares<sup>2</sup>

Thiago Santana Aranha<sup>3</sup>

## Resumo

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma máquina para teste de mola. O projeto tem como objetivo colocar em prática os conhecimentos adquiridos na matéria elementos de máquinas para o desenvolvimento de uma máquina para teste de força em molas. Esta máquina será utilizada na empresa Zanardo Válvulas Industriais para testes de algumas molas que contêm um fluxo alto de saída em seus produtos.

**Palavras chaves:** Máquina teste de mola; teste de força em mola; mola de compressão

## Abstract

The present work presents the development of a machine to test spring. The project aims to put into practice the knowledge acquired in the subject machine elements for the development of a machine to test strength in the springs. This machine will be used in the company Zanardo Industrial Valves for testing some springs that contains a high flow output in their products.

**Key words:** Machine testing spring test force in spring; compression spring

---

<sup>1</sup>Acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba-SP

<sup>2</sup>Engenheiro Mecânico, Mestre em educação pela Universidade Católica Dom Bosco, Orientador do trabalho e docente nos cursos de Engenharias do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba-SP.

<sup>3</sup>Engenheiro Mecatrônico pelo Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba-SP, Coorientador do trabalho e docente nos cursos de Engenharias do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba-SP.

## **Introdução**

O propósito de um projeto de máquinas é dimensionar e dar forma às peças e escolher os materiais e os processos de manufatura apropriados, de modo que a máquina resultante possa desempenhar a função desejada sem falhar (NORTON, 2013). Isso requer que o engenheiro seja capaz de calcular e de prever o modo e as condições de falha de cada elemento e, então, projetá-lo para prevenir tal falha.

O objetivo deste trabalho é apresentar o projeto e a construção de uma máquina para testes de força em molas, que será utilizada na empresa Zanardo Válvulas Industriais, utilizando os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Elementos de Máquinas e Resistência dos Materiais.

## **Metodologia**

Para realização desse projeto foi utilizado a metodologia de pesquisa bibliográficas na área mecânica, contatos pessoais, pesquisas na internet.

### *Conceitos mecânicos*

Uma mola é um objeto flexível capaz de armazenar energia mecânica, portanto usado para tal, encontradas com diferentes composições e grande diversidade de formatos. As molas estão presentes desde uma simples caneta, até em mecanismos de grande complexidade. Por definição são objetos que dão impulso ou resistência a outras peças, imprimindo movimentos, amortecendo pancadas, devendo reagir quando solicitadas.

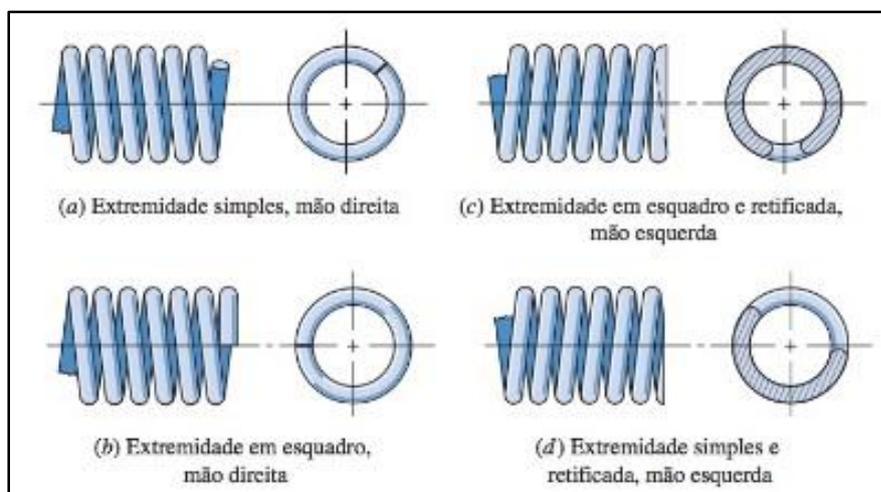
As molas possuem grande potencial elástico e suas características são: flecha (deformação ocasionada por determinada força), rigidez (não deformam permanentemente) e flexibilidade (capazes de serem dobradas, curvadas)

Em geral, as molas são classificadas como molas de fio de arame, molas planas ou molas de formato especial, e há variações dentro dessas divisões. Molas de fio incluem molas helicoidais de fio redondo e de fio quadrado, feitas para resistir e defletir sob cargas de tração, compressão ou torção. Molas planas incluem tipos em balanço e

elípticas, molas de potências enroladas como em motores ou tipo relógio e arruelas planas de mola, usualmente chamadas de molas Belleville.

Quando um projetista deseja rigidez, deflexão desprezível é uma aproximação aceitável, contanto que não comprometa a função. A flexibilidade é algumas vezes necessária e é com freqüência fornecida por corpos metálicos com a geometria controlada engenhosamente. Esses corpos podem exibir flexibilidade no grau que a projetista busca. Tal flexibilidade pode ser linear ou não linear ao relacionar deflexão e carga. (SHIGLEY, 2016, p.502)

Esses dispositivos mecânicos permitem a aplicação controlada da força ou do torque, o armazenamento e a liberação da energia pode ser um outro objetivo. A flexibilidade por exemplo permite distorção temporária para acesso e restauração imediata da função. Pelo custo dos maquinários para os projetistas, as molas ao longo dos anos, vem sendo intensamente estudadas, pelo fato de serem produzidas em grandes quantidades o seu preço é mais baixo acaba se tornando vantajoso e para uma variedade de aplicações desejadas foram encontradas diversas configurações engenhosas.



**Figura 1** –Quatro tipos de extremidades geralmente usados para molas de compressão. Fonte (SHIGLEY, 2016, p.505)

### *Funcionamento do macaco hidráulico*

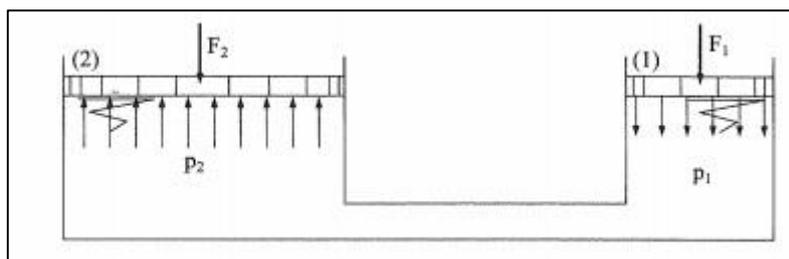
Acionados por alavanca manual, diferem-se dos automotivos por sua robustez e altas capacidades, além de construções especiais que permitem a possibilidade de comando à distância, proporcionando maior segurança na operação, a elevação de

cargas a pouca altura do solo, e válvulas de segurança que impedem ultrapassar a capacidade máxima ou exceder o curso do macaco.

*“A pressão aplicada num ponto de um fluido em repouso transmite-se integralmente a todos os pontos do fluido”*(BRUNETTI, 2008, p.21).

A variação de pressão sofrida por um ponto de um líquido em equilíbrio é transmitida integralmente a todos os pontos do líquido e às paredes do recipiente onde está contido. O elevador hidráulico é um dos aparelhos que funcionam através deste princípio, transmitindo a pressão exercida sobre uma de suas colunas a todos os pontos do elevador e o resultado final aplica-se uma força menor do que realmente necessária para se elevar um objeto.

A figura mostra, esquematicamente, uma prensa hidráulica. Os dois êmbolos têm, respectivamente, as áreas  $A_1=10 \text{ cm}^2$  e  $A_2=100 \text{ cm}^2$ . Se for aplicada uma força de 200 N no êmbolo (1), qual será a força transmitida em (2)



**Figura 2** Representação de uma prensa hidráulica. Fonte: autores.

A prensa transmitida pelo êmbolo (1) será  $p_1 = \frac{F}{A_1}$

Mas pela lei de pascal, essa pressão será transmitida integralmente ao êmbolo (2), portanto  $p_2 = p_1$

Logo:  $p_2 A_2 = p_1 A_1 = F_2$

Como:  $p_1 = \frac{200}{10} = 20 \frac{N}{\text{cm}^2}$ , então  $F_2 = 20 \times 100 = 2000 \text{ N}$

Nota-se que, então, que se pode, por meio desse dispositivo, não só transmitir uma força, mas também ampliá-la.

*“É nesse princípio que, na prática, baseia-se: prensas hidráulicas, servomecanismos, dispositivos de controle, macaco hidráulico, freios, entre outros”*(BRUNETTI, 2008, p.22).

## Normatização

De acordo com a NR-12

Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto as demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis.

De acordo com a NR-26

Segunda a Norma Regulamentadora 26:

*26.1.1 Devem ser adotadas cores para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho, a fim de indicar e advertir acerca dos riscos existentes.(Redação dada pela Portaria SIT n.º 229, de 24 de maio de 2011).*

Atendendo a exigência da Norma, a Máquina para Teste de Molas está devidamente identificada com as cores referentes a cada parte da máquina.

Dentre as cores vigentes, estão as seguintes:

- **Amarelo** alertando “Cuidado!” em regiões fixas da máquina que podem comprometer a segurança do operador. No caso da máquina as grades de proteção.

- **Laranja** indicando uma situação de periculosidade em regiões móveis da máquina, como prensas, áreas cortantes e etc. No caso da máquina as flanges de compressão da mola a ser testada, do volante de regulagem da altura das flanges e manípulos de acionamento e alívio do macaco hidráulico..

Nas demais regiões da máquina foram usadas cores de preferência do solicitante.

A norma afirma que somente as cores não dispensam o emprego de outras formas de prevenção de acidentes.

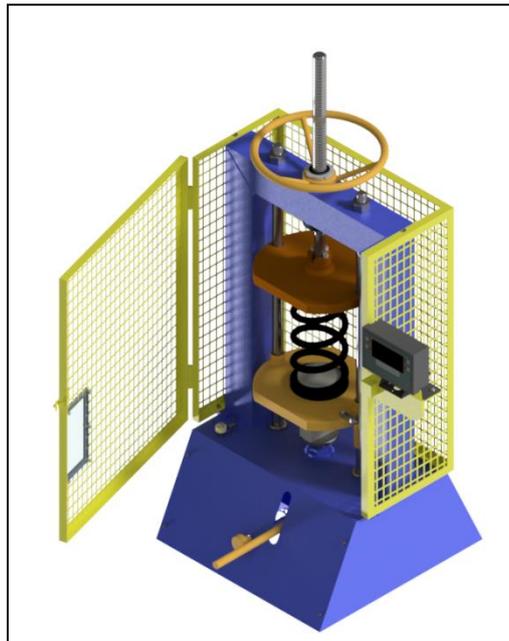
## **Fabricação**

Projetar é formular um plano para atender a uma necessidade específica ou resolver um problema. Se o plano resultar na criação de algo concreto, então o produto deverá ser funcional, seguro, confiável, competitivo, e próprio para ser usado, fabricado e comercializado (SHIGLEY, 2011, p.27).

O processo de fabricação da máquina desenvolveu-se através de etapas como desenho dos elementos estruturais assim como o cálculo para se fosse definidos as espessuras e diâmetros dos materiais a serem utilizados, seleção dos elementos de fixação como parafusos e solda, usinagem dos materiais utilizando uma ampla gama de máquinas a disposição na fábrica, como torno, fresadora ferramenteira, furadeira de bancada, torno convencional, rosqueadeira, máquina de solda, lixadeira, jato de granalha de aço e centro de usinagem, e a montagem passo a passo seguindo o projeto para a execução da máquina.

### *Componentes da Máquina de teste força em molas*

Os componentes da máquina foram desenhados no software Autodesk Inventor 2016, após feito o croqui a mão livre para se ter uma ideia de como seria o protótipo. Abaixo na figura-3 é demonstrado o projeto em três dimensões da máquina.



**Figura 3** - Projeto em três dimensões no Inventor. Fonte: autores.

Os componentes da máquina para testes de força em molas foram usinados em aço carbono. O aço 1010/20 foi utilizado como material principal para fabricação da máquina, pois as propriedades mecânicas se encaixavam perfeitamente em relação a sua resistência mecânica, sem contar que o material tem o custo relativamente inferior aos demais materiais e que as máquinas prontas utilizavam do mesmo material.

## **Conclusão e comentários**

Após a finalização do projeto, concluímos que nossa capacidade de realização vai além do que pensamos.

O desafio proposto nesta disciplina colocou cada integrante à prova e nos mostrou o quanto de conhecimento adquirimos até aqui e o quanto ainda precisamos aprender e aperfeiçoar.

É de grande prazer e orgulho em ver que os frutos de tanto esforço estão sendo colhidos e em ver que um projeto criado por nós será de grande importância para outras pessoas.

Temos a certeza que este projeto nos fez adquirir grande conhecimento e experiência, o que será de grande valor para nosso futuro como engenheiros.

## Referências

HALLIDAY, David, RESNICK, Robert, WALKER, Jearl, **Fundamentos de física 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 11<sup>a</sup>. ed, Rio Janeiro: LTC, 1996;

NORTON, Robert L, **Projeto de máquinas**. 4<sup>a</sup>. ed, Porto Alegre: Bookma, 2013;

MTE (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO). **NR - 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. 2010;

SHIGLEY, J. E; MISCHKE, C. R.; BUDYNAS, R. G. **Projeto de engenharia mecânica**. 7.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006;

FIGUEIREDO, Carlos E, **Processo de soldagem: Conceito, equipamentos e normas**, São Paulo: Saraiva, 2015;

HIBBLER, R.C, **Estática - Mecânica Para Engenharia**, 12<sup>a</sup>. ed, São Paulo: Pearson, 2011

# Lavadora e Secadora Automática de Pincéis de Maquiagem

*Washer and dryer Auto Makeup Brushes*

Jéssica Mendes <sup>1</sup>  
Vânia A. R. Liberator <sup>2</sup>  
Prof. Me. Paulo Sérgio Barbosa dos Santos <sup>3</sup>

## Resumo

Foi desenvolvido uma lavadora e secadora automática de pincéis de maquiagem, neste projeto científico, cujo objetivo de estudo foi apresentar uma máquina eficiente, que faça o processo de lavagem, centrifugação e secagem dos mesmos automaticamente, visando a praticidade, bem como a higienização correta e economia de água, para a lavagem de uma quantidade razoável de pincéis de uma única vez. Para estudo do trabalho científico, a tecnologia adotada para o sistema é a plataforma de desenvolvimento Arduino, que faz todo o processo- ativa relés, liga lâmpadas, ativa motor, utilizando uma linguagem de programação.

**Palavras-chave: Automática, Lavadora, Pincéis, Secadora, Maquiagem.**

## Abstract

It was develop a washer and automatic dryer brushes makeup , this scientific project, whose goal was to present an efficient machine , which makes the process of washing, spinning and drying them automatically as well as practicality, hygiene and water saving for washing in a reasonable amount of brushes at one time . To study the scientific work , the technology adopted for the system is the Arduino development platform, which makes the whole process- active relays, alloy lamps , active engine, using a programming language programming .

**Key words: Auto , Washer, Brush , Dryer , Makeup.**

---

<sup>1</sup> Acadêmico de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba – SP, e-mail, madame\_bella@outlook.com

<sup>2</sup> Acadêmico de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba – SP, e-mail, vania\_liberator@Hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro de Controle e Automação, Mestre em Engenharia Mecânica pela UNESP. Docente do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba – SP, engpaulo.sbs@gmail.com

## **Introdução**

Considerado uma arte pela civilização egípcia, a maquiagem se originou com o Kohl. O Kohl é um pigmento preto ainda hoje usado como sombra. (JOAQUES, s.d.)

Pensando no mundo e no mercado da beleza feminina, estudamos a história da maquiagem, que teve seu início desde o Egito à 3.000 a.c, e com a evolução do homem, surgiram as primeiras pinturas de guerra, onde eram usados carvão para os olhos, hena e outros resíduos naturais. Na época as mulheres usavam miolo de pão e leite de jumenta como máscara de pele, aos poucos foram desenvolvendo como o avanço científico as pinturas. A maquiagem se expandiu no século 20 quando foi utilizado nos cinemas para modificar os personagens, assim então foi liberado para uso geral.

Durante a segunda guerra mundial as fábricas de cosméticos deram uma estacionada, onde toda a produção foi concentrada nas fábricas de armas. Somente no final da guerra nos anos 50 que elas voltaram com tudo, e nos anos 60 atinge a classe mais jovem, com isso elas aprimoram nas embalagens e estojos.

Nos anos 70 surgem novas cores de maquiagem, toda vez que saia uma nova cor de roupa, se fabricava uma nova cor de sombra para dar o contraste. Nos dias atuais o avanço da área da beleza está em alta, e com isso se tem uma maior preocupação com a higiene pessoal, além da fabricação de maquiagem se preocupa com os acessórios para aplicação dos mesmos. Com isso pode-se evitar alguns tipos de doenças transmitidas para a pele.

Segundo (SHAVION,2015), a pele é uma barreira natural do corpo e do rosto, composta por células mortas e por bactérias, que fazem parte de um verdadeiro exercito de defesa. Por isso, é importante prestar atenção no que colocamos em contato com a pele. Doença como acne não são transmitidas se você emprestar sua maquiagem, mas foliculite, herpes e conjuntivite podem passar de uma pessoa para outra.

O Presente trabalho aborda o projeto e fabricação de uma máquina capaz de lavar, centrifugar e secar pincéis de maquiagem.

O projeto abordado visa a construção da máquina, com a finalidade de facilitar, agilizar e proporcionar maior higienização dos pincéis para os profissionais maquiadores.

A máquina irá proporcionar aos profissionais, ganho de tempo e consequentemente dinheiro.

### **Material e Método**

Como o objetivo da máquina é lavagem, centrifugação e secagem dos pincéis, preocupou-se em dimensioná-la de tal forma que a mesma suportasse a maior quantidade possível de pincéis usados a princípio, em uma seção de maquiagem, toda via foram feitos os estudos sobre a resistência dos materiais, cálculos rotacionais, dimensionamento do motor, bombas e linguagem de programação C++.

Segundo (PACIEVITCH, 2014) o C++ é uma linguagem de programação de nível médio, baseada na linguagem C. O desenvolvimento da linguagem começou na década de 80, por Bjarne Stroustrup. O objetivo do desenvolvimento desta linguagem era melhorar uma versão do núcleo Unix. Para desenvolver a linguagem, foram acrescentados elementos de outras linguagens de vários níveis, na tentativa de criar uma linguagem com elementos novos, sem trazer problemas para a programação. No início do desenvolvimento, a linguagem usava um pré-processor, mas Stroustrup criou um compilador próprio, com novas características. O C++ tem uma enorme variedade de códigos, pois além de seus códigos, pode contar com vários da linguagem C. Esta variedade possibilita a programação em alto e baixo níveis. O C++ apresenta grande flexibilidade, embora seja bom, este fato faz com que a programação seja muito mais cuidadosa para não terem erros.

Preocupou-se também com os tipos e materiais dos pincéis existentes, Segundo (RIBEIRO, 2015) os cabos, em geral são de madeira ou também de plástico, este pode variar de tamanho e espessura, dependendo para que fim é designado, muitos cabos fabricados em série são de madeira crua não-tratada; cabos de melhor qualidade obtêm-se com madeira de lei tratada. A madeira é selada e laqueada para dar ao cabo um alto brilho e acabamento à prova d'água.

No cabo temos o grafado, que encontramos o nome da marca as vezes o tamanho do pincel tipo de pelo e a série, mas geralmente os pincéis de maquiagem vem gravado somente a marca, e o número dele.

A virola, que é a parte metálica, que une o cabo aos pelos, ela serve com a pinça para pegar bem os pelos e manter fixa ajustada a parte das cerdas que ficam dentro da virola, geralmente esta parte metálica é de alumínio polido, latão cromado, niquelado, cobre, níquel ou aço niquelado.

Os pelos o elemento mais importante do pincel – os pelos estão no extremo do pincel podem ser naturais — qualquer cabelo macio ou cerda animal— ou sintéticos, geralmente filamentos de nylon . Os pelos naturais mais utilizados: marta Kolinsky (os mais caros e raros), marta vermelha, doninha, marta russa, orelha de porco, texugo, mangusto, quati, esquilo, orelha de boi, camelo, pônei e de cabra.

Os pinceis de boa qualidade são utilizadas cerdas de animais, atualmente os de fibras sintéticas oferecem materiais que se assemelham bastante aos de pelos naturais.

Embora um dos setores mais resistentes à crise perante a economia brasileira, registrou uma queda de 6,7% nas vendas entre janeiro e setembro de 2015, de acordo com os dados da ABIHPEC- Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. É uma oportunidade para alavancar esses números com produtos, acessórios, serviços e equipamentos para driblar a alta do dólar, a crise hídrica, e outros, são oriundos desse cenário que enfraqueceu o mercado da beleza neste último ano.

Segundo (FRANCO,2016) a inovação e criatividade, é fundamental para recuperar o crescimento, e impulsionar o setor novamente. Visto que o Brasil é o terceiro mercado global da área da beleza, que produz, comercializa e consome. Cerca de 2% do orçamento brasileiro, é destinado a compra de higiene pessoal e beleza, movimentando cerca de U\$43,5 bilhões só no ano de 2014, uma receita anual significativa para a economia do país.

Outro fator que contribuiu para a execução do projeto, foi a eficiência da máquina quanto a higienização correta dos pincéis, para que doenças mais graves não se proliferem através dos mesmos, como relata (CRANE,2015) para o jornal Australiano Daily Mail: Jo Gilchrist, 24 anos, teria pego o pincel de uma amiga para cobrir com maquiagem uma espinha, porém a mesma não sabia que o pincel estaria contaminado com uma bactéria chamada Staphylococcus Aureus, cujo é resistente a antibióticos. Dominou completamente sua espinha, e alojou-se na coluna vertebral. Demorou para os antibióticos fazerem efeito, e Jo, perdeu os movimentos da perna,

e não tem controle sobre órgãos como bexiga e intestino. Atualmente, faz fisioterapia para tentar recuperar os movimentos.

### **Fabricação**

Ao escolher um modelo para fabricação do projeto, foi pensado na praticidade de transporte, armazenamento e manuseio da mesma, bem como de construção. A escolha dos componentes foi feita de acordo com a capacidade da máquina, toda via, reduziu-se o tamanho no máximo para que ficasse estaticamente apresentável.

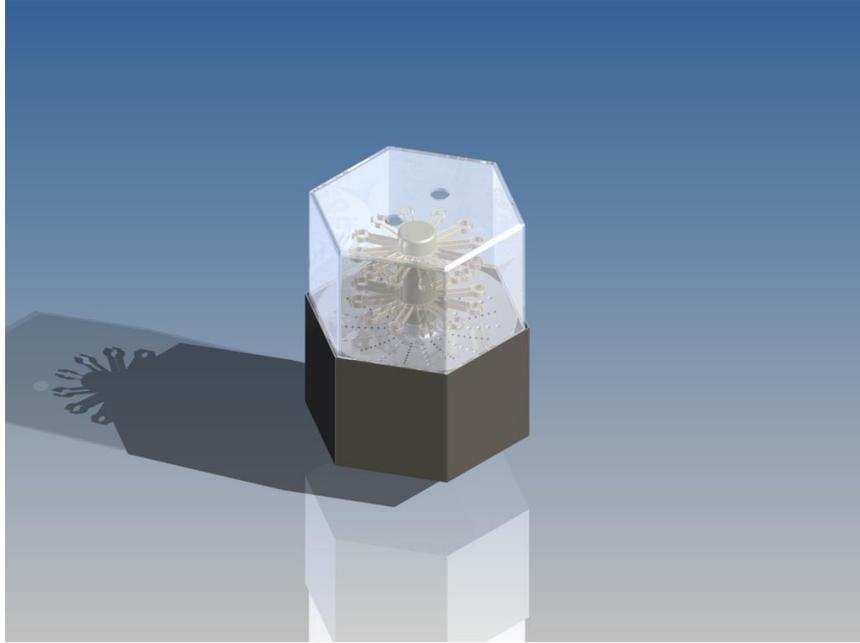
É conhecido um tipo de máquina no mercado de lavagem de pincéis, porém a mesma não faz o processo de secagem.

Segundo (JURUMENHA, 2015) uma maquiadora americana Fierra Cruz, cansada da agonia de usar aquele pincel de corretivo com resquícios de produto preso ali há meses e de sempre ter de lembrar de lavá-los, criou a engenhoca Makeup Brush Cleaning Device. A lavadora de pincéis de maquiagem tem formato oval. Quando aberta, fica na base o compartimento para água, sabão líquido e o espaço para a escova de limpeza – um disco de borracha que ajuda a tirar todo o resquício de sujeira dos pincéis com o atrito. Depois de colocados os produtos de limpeza, basta encaixar o suporte com os pincéis, fechar a tampa e apertar o “start”. Quinze minutos depois, estará tudo limpinho e pronto para usar! A secagem é natural.

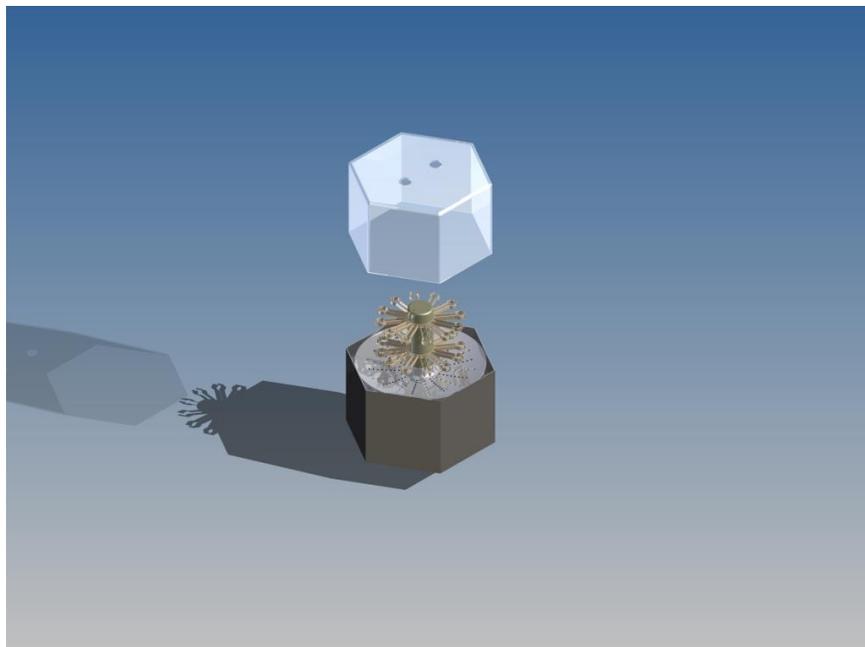
O projeto desenvolvido foi de uma máquina com a capacidade para armazenamento de doze pincéis, presos em presilhas flexíveis aos tamanhos de pincéis existentes.

O processo de lavagem, será feito através do acionamento da bomba de água e de sabão do reservatório para o recipiente de limpeza onde o eixo central gira com movimentos nos sentidos horário e anti-horário, fazendo com que as cerdas criem atrito na base emborrachada do recipiente de limpeza, para que seja removida todas as impurezas com uma maior facilidade. Após esse processo, é acionado a válvula de descarte de água suja, para que seja introduzida novamente água limpa para enxague, o processo se repete duas vezes para que seja removido todo o excesso de sabão no primeiro enxágue e totalmente no segundo. Inicia-se o processo de Centrifugação após o processo de lavagem.

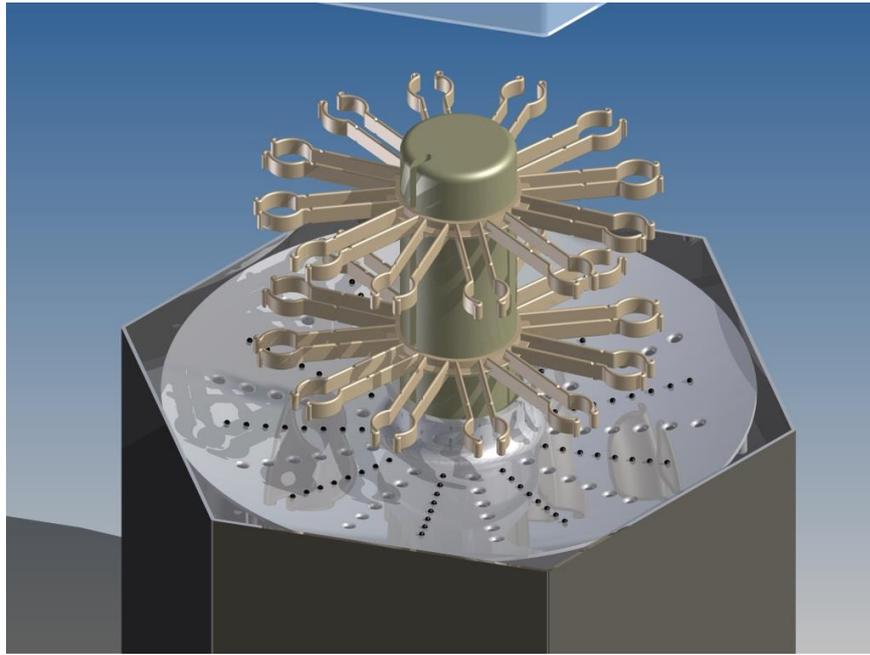
O Projeto da máquina foi desenhado no software Inventor, após vários desenhos à mão livre para determinação do designer e tamanho da mesma, conforme mostra as figuras abaixo.



**Figura 1** – Projeto no Inventor- máquina pronta para uso.  
Fonte: autores



**Figura 2** – Projeto no Inventor- vista expandida.  
Fonte: autores



**Figura 3-** Vista Frontal. Projeto no Inventor.  
Fonte: autores

### Componentes

O Micro Motor DC AK555/390ML12S18200C consiste numa forma simples e barata de se obter movimentação mecânica para dispositivos eletromecânicos. Motores compactos e potentes para qualquer aplicação, com rotação aproximada de 18200 RPM.

A plataforma de desenvolvimento Arduino, segundo o site (<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>, acessado em: 22/05/2016), é uma ferramenta aberta, capaz de controlar motores, ligar e desligar LED, ou outras saídas físicas, e sua linguagem de programação é feita através do software C/C++.

A bomba d'água geralmente tem a função de transportar a água do reservatório para um outro lugar, através de um motor que normalmente fica acoplado na mesma, puxa a água pelo rotor.

O acrílico, é um material ideal para fazer a carcaça de diversos projetos, e é uma ótima opção pelas suas características quanto a estética, a sua resistência quanto a quebra, sem fragmentação, resistência a abrasão, comparado ao alumínio, entre outros.

Sensores de Nível detectam nível de líquidos em reservatórios na altura em que forem instalados, com contato ON/OFF como saída. Aplicados em água, óleo e produtos químicos, com saída em cabo ou conexões DIN e M12. Para montagem na lateral do reservatório, na altura em que desejar detectar nível. Também conhecidos como "chave de nível" ou "boia de nível", funcionam com contato Reed Switch e flutuador magnético.

Shampoo neutro, por possuir em sua composição os seguintes componentes: Água, Cocoamidopropil Betaina, Tridecil Éter Sulfato de Sódio, PEG-80 Laurato de Sorbitano, Lauroanfodiacetato Dissódico, PEG 150 Diestearato, Dimeticone Copoliol, Glicerina, Poliquatérnio 44, EDTA Tetrassódico, Quatérnio 15, Fragrancia, FD&C Vermelho nº 40 (CI 16035), D&C Amarelo nº 10 (CI 47005) e Ácido Cítrico. Limpa suavemente, sem agredir, sem deixar cheiro e não deixa oleosidade.

### **Discussão**

Foi feita uma pesquisa, e teste, para saber o tempo gasto para a lavagem de um pincel, incluindo sua secagem.

As figuras 1,2,3 e 4 representam respectivamente a ordem de lavagem no processo manual.



**Figura 1** – Pincel de cerdas naturais sujo com maquiagem e sabão neutro Fonte: Autores.



**Figura 2** – Pincel sendo limpo com sabão neutro e água fria Fonte: Autores.



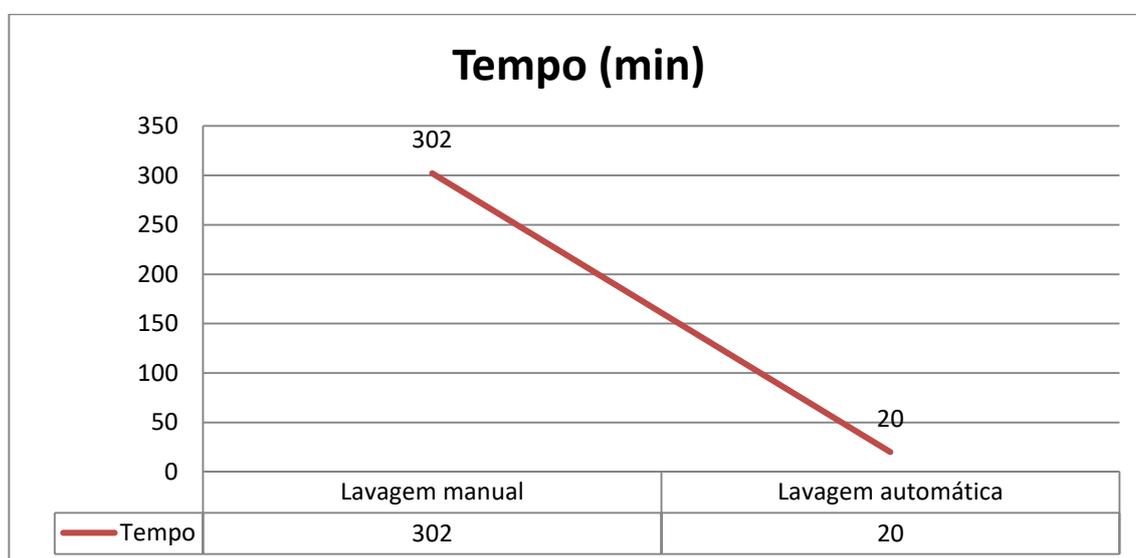
**Figura 3** – Pincel limpo sendo retirado excesso de água. Fonte: Autores.



**Figura 4** – Pincel limpo secando naturalmente. Fonte: Autores.

Foi feito testes para comprovar o tempo para lavar os pincéis manualmente. A figura 1 representa o pincel sujo a ser lavado, com o sabão neutro, de pH balanceado para não danificar as cerdas e não perder a maciez, feito isso, umedeceu-o em água corrente, e aplicou uma certa quantidade de sabão e friccionou contra a palma da mão, como ilustra a figura 2. Feito isso, enxaguou-se- o processo durou 2 minutos até sua lavagem. Após seu enxague, em uma toalha felpuda, retirou o excesso de água e deixou descansar por 5 horas, até que ficasse totalmente seco, conforme figuras 3 e 4.

O gráfico 1, apresenta os resultados obtidos do tempo de lavagem manual e com a máquina.



**Gráfico 1** – Resultados obtidos na lavagem dos pincéis. Fonte: Autores.

Após pesquisar com os profissionais da área e fazer teste, chegou-se aos resultados de que apenas um pincel levaria trezentos e dois minutos no processo manual. Doze pincéis, levaria trezentos e vinte e quatro minutos, enquanto a lavadora apenas quinze. A lavadora é muito prática, tem-se uma economia de tempo e água, visto que de uma única vez é possível aproveitar para a água que lavaria apenas um, lavando todos, como no processo de uma lavadora de roupas. O processo manual, nem sempre é totalmente eficaz, visto que se deixar resquícios de sabão, ou não tirar totalmente o produto das cerdas, vai acumulando e proliferando bactérias, toda via danificando as cerdas com o passar do tempo, fazendo com que além de ter

uma durabilidade muito menor do mesmo, possa passar doenças de pele como já citadas no começo deste artigo.

O levantamento do custo de fabricação da máquina é de R\$328,90, que mediante a cotações e pesquisa, entre peças, mão-de-obra e equipamentos, foi o valor mais baixo que se encontrou. Visto a eficiência da máquina e a importância para os profissionais da área da beleza, o valor de produção é significativamente baixo, quando comparado a necessidade dos mesmos.

### **Considerações Finais**

Para comprovar todo o assunto abordado, realizou-se cálculos, experimentos e testes, uso de software que comprovam que a máquina foi bem dimensionada para o uso, sem que haja danificações nas cerdas dos pincéis, e os mesmos saiam devidamente limpos e prontos para uso novamente.

O grande diferencial da máquina é, sem dúvida o processo de secagem, que contribui com tempo expressivamente grande, como apresentado no gráfico 1.

Outro ponto bem visto e observado é a lavagem correta e adequada para doenças de pele não serem transmitidas de uma pessoa para outra, através do uso dos pincéis sujos.

Mediante apresentação do presente projeto, os autores foram incentivados a pesquisas científicas, através dos estudos em sala de aulas, estudos de caso. Sendo assim, uma gama vasta de conhecimentos foi aplicada para a elaboração do projeto, visando a facilidade dos profissionais da área.

### **Referências**

CRANE, Emily. **A dor era pior do que o parto": O mundo novo deixado em uma cadeira de rodas para a vida depois de pegar a infecção de pincel de maquiagem de um amigo que ela pegou emprestado para cobrir uma espinha.** Disponível em: <<http://www.dailymail.co.uk/femail/article-3026896/Young-mum-left-wheelchair-life-catching-infection-friend-s-makeup-brush-borrowed-cover-PIMPLE.html>>. Acesso em: 09 de maio 2016.

FRANCO, Ana Paula. **Ano ruim desafia mercado de beleza em 2016.** Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/ano-ruim-desafia-mercado-de-beleza-em-2016-co75gmjqo3pm826927eho66za>>. Acesso em: 28 de abril 2016.

JOAQUES, Inês. **Como surgiu a maquiagem?** Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-surgiu-a-maquiagem>> Acesso em: 05 de abril de 2016

JURUMUNHA, Clarissa. **Sujou o pincel de maquiagem? Lavadora automática promete dar um jeito nisso.** Disponível em: <<http://www.metropoles.com/vida-e-estilo/beleza/sujou-o-pincel-de-maquiagem-lavadora-automatica-promete-dar-um-jeito-nisso>>. Acesso em: 19 de maio 2016

PACIEVITCH, Yuri. **C++.** Disponível em:

<<http://www.infoescola.com/informatica/cpp/>>. Acesso em: 12 de maio 2016

RIBEIRO, Pit. **Pincéis de maquiagem, como eles são feitos.** Disponível em: <<https://pitolosa.com/2013/09/08/pinceis-de-maquiagemcomo-eles-sao-feitos/>>. Acesso em: 22 de maio 2016

SHAVION, Paula Shavier. **Higiene dos pincéis de maquiagem é essencial para a saúde.** Disponível em:

<<http://www.paranaonline.com.br/canal/mulher/news/792153/?noticia=HIGIENE+DOS+PINCEIS+DE+MAQUIAGEM+E+ESSENCIAL+PARA+A+SAUDE>>. Acesso em: 28 de fevereiro 2016

# Simulação da Máquina Ferramenta CNC no Software CNC Simulator

*Simulation Machine CNC Tool in CNC Software Simulator*

**Carlos Alberto Sato de Paula<sup>1</sup>**  
**Ronaldo Almeida da Silva<sup>2</sup>**  
**Prof. Me. Paulo Sérgio Barbosa dos Santos<sup>3</sup>**

## Resumo

Quando se pensa no processo de fabricação de peças utilizando máquinas, lembra-se imediatamente do torno mecânico, máquina extremamente versátil e robusta que, embora antiga, continua muito utilizada na confecção ou no acabamento de peças dos mais diversos tipos e formas. Porém, com a modernização do parque tecnológico e com a evolução da automação, em grande número de aplicações industriais são também muito utilizadas as conhecidas máquinas CNC (Comando Numérico Computadorizado). As máquinas CNC são equipamentos programáveis que apresentam a capacidade de controlar, por programação, a velocidade, aceleração e posicionamento de eixos ou ferramentas.

**Palavras-chave:** Máquina-ferramenta, CNC, Programação, Usinagem, Simulação.

## Abstract

When you think of the parts manufacturing process using machines, remember immediately lathe, extremely versatile and robust machine that, although old, still widely used in the manufacture or finishing parts of all kinds and shapes. However, with the modernization of the technology park and the evolution of automation in many industrial applications are also widely used known CNC (Computerized Numerical Control). CNC machines are programmable devices that have the ability to control, for programming, speed, acceleration and position of axles or tools.

**Key words:** Machine-tool, CNC programming, machining, Simulation.

## Introdução

Desde o surgimento do Comando Numérico (CN), em meados do século XX, diversas indústrias, em especial a aeronáutica e a automotiva, vêm auferindo ganhos significativos com a utilização dessa tecnologia. Sua aplicação no controle de

---

<sup>1</sup> Acadêmico de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba – SP, sato.engenharia@hotmail.com

<sup>2</sup> Acadêmico de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba – SP, Ronaldo.engmecras@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro de Controle e Automação, Mestre em Engenharia Mecânica pela UNESP. Docente do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba – SP, engpaulo.sbs@gmail.com

máquinas-ferramenta permite a realização de tarefas repetitivas e de grande complexidade cinemática. Isto possibilita a reprodutibilidade de produtos de variadas formas geométricas. Além disso, empresas que produzem com alta diversificação e em pequenos lotes usufruem muito da flexibilidade inerente a esses equipamentos.

Pode-se dizer que o Comando Numérico é um equipamento eletrônico capaz de receber informações através de entrada própria de dados, compilar estas informações e transmiti-las em forma de comando à máquina ferramenta de modo que esta sem a intervenção do operador, realize as operações na sequência programada.

A tecnologia CN, associada à modelagem digital encontrada em sistemas CAD (Computer-Aided Design) e CAM (Computer-Aided Manufacturing), suporta em grande parte a transferência do modelo de um produto para a máquina com pouca intervenção humana, além de propiciar a substituição do meio de transmissão, papel ou verbal, para o eletrônico.

### **Material e Método**

Para entendermos o princípio básico de funcionamento de uma máquina-ferramenta a Comando Numérico, devemos dividi-la, genericamente, em duas partes:

#### **Comando numérico**

O C.N. é composto de uma unidade de assimilação de informações, recebidas através da leitora de fitas, entrada manual de dados, micro e outros menos usuais.

Uma unidade calculadora – onde as informações recebidas são processadas e retransmitidas às unidades motoras da máquina-ferramenta.

O circuito que integra a máquina-ferramenta as C.N. é denominado de interface, o qual será programado de acordo com as características mecânicas da máquina.

#### **Máquina-Ferramenta**

O projeto da máquina-ferramenta deverá objetivar os recursos operacionais oferecidos pelo C.N. Quanto mais recursos oferecer, maior a versatilidade.

Os componentes comandados de uma máquina-ferramenta estão classificados da seguinte forma:

- Eixos de avanço e eixos giratórios;
- Acionamento do avanço;
- Dispositivo de medição;
- Árvore principal;
- Meio de fixação da peça;
- Dispositivo de troca de ferramenta.

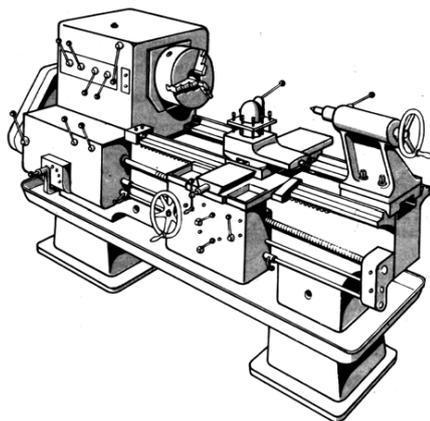
### **Eixos de avanço e eixos giratórios**

A palavra eixo serve para designar os sentidos de movimento dos componentes comandados da máquina.

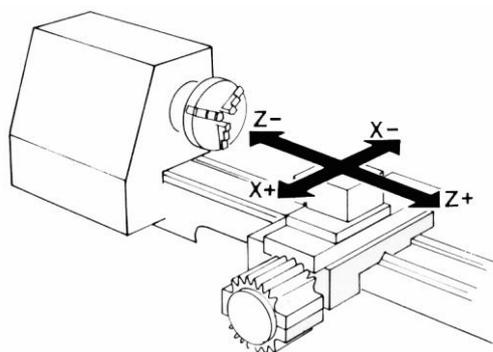
As designações exatas dos eixos para máquinas-ferramenta a C.N.C. estão definidas na norma DIN 66.217 (eixos coordenados sentidos de movimento para máquinas CN).

### **Eixos de avanço**

Nos tornos normalmente encontramos dois eixos “X” e “Y” que compõem o carro em cruz, no qual está montado o suporte ferramentas. A figura 1 representa um torno e a figura 2 representa a direção dos eixos.



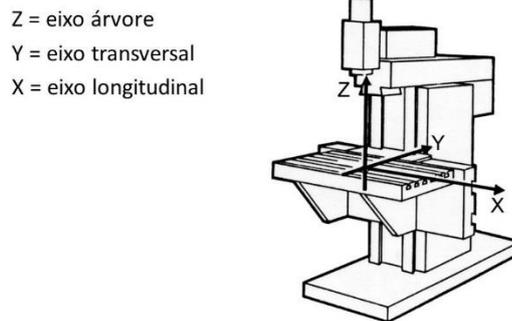
**Figura 1** – Torno mecânico



**Figura 2** – direção dos eixos

Fonte: Mecânico de usinagem Centro de Treinamento SENAI “Luiz Massa” (2010)

Nas fresadoras normalmente encontramos três eixos de avanço, ou seja, “X”, “Y” e “Z” correspondendo em geral a dois eixos que compõem a árvore principal. Nas fresadoras cuja mesa é fixa, a árvore se movimenta nos três eixos. A figura 3 representa uma fresadora e a direção de seus eixos.



**Figura 3** - Fresadora CNC

Fonte: Mecânico de usinagem Centro de Treinamento SENAI “Luiz Massa” (2010)

Várias máquinas CNC possuem mais de três eixos de avanço, pois o tipo especial da peça assim o exigem. Eixos de “X”, “Y” e “Z”, são uma forma geral designados pelas letras **U**, **V** e **W**.

### **Eixos giratórios ou rotativos**

Existem máquinas CNC que são construídas com a possibilidade de permitir movimento rotativo da mesa de trabalho e/ou do cabeçote da árvore principal. Neste caso, é possível usinar-se diversos lados da peça com diferentes ângulos de posicionamento.

Os ciclos rotativos, que permitem tanto à mesa, quanto ao cabeçote girarem, possuem comandos próprios e independentes dos eixos direcionais básicos dos carros. Estes eixos são designados pela norma DIN com letras **A**, **B** e **C**.

Todavia, fala-se de um eixo árvore comandado, quando existe a possibilidade de este ser colocado em qualquer posição.

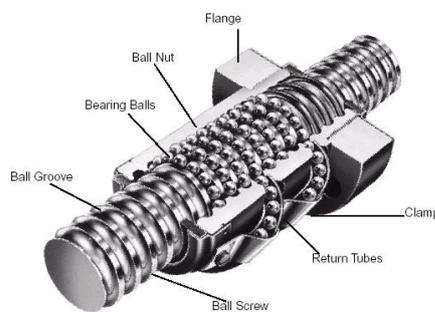
### Acionamento do avanço dos eixos

Através do acionamento do avanço dos eixos são realizados os movimentos dos carros.

Em geral são utilizados motores de corrente contínua para o acionamento do avanço, que são regulados por um circuito de potência e que podem acionar ou frear em ambas as direções de movimento, permitindo uma variação contínua da velocidade.

Quando se tem altas velocidades de usinagem há necessidade de um torque elevado na partida e na frenagem, não sendo possível manter-se com segurança a número exato de passos. Assim, a sua aplicação fica limitada a pequenos torques.

Outro componente importante para a transmissão de movimento a máquina são os fusos de esferas recirculantes. A porca de esferas contém um sistema de esferas, sendo garantida uma transferência de força, isenta de atrito, do eixo aos carros. Ambas as metades da porca são pré-tensionadas uma contra a outra, podendo-se atingir uma falta e repetitiva precisão nos movimentos dos carros, principalmente devido a pequena folga nos eixos. A figura 4 representa um fuso de esferas.



**Figura 4 - Fuso de esferas**

Fonte: Mecânico de usinagem Centro de Treinamento SENAI "Luiz Massa" (2010)

### Sistemas de medição

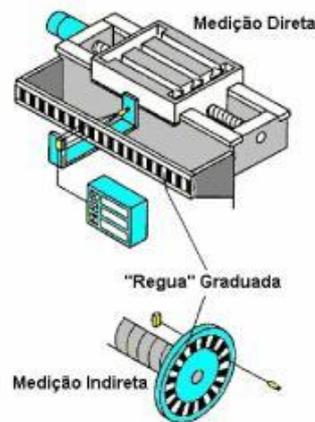
Os acionamentos estão ligados a um dispositivo de medição, para proceder às medições precisas de posição nos eixos do avanço. Isto consiste, em princípio, de uma escala e de um sistema de medição que lê a escala.

## Tipos de escala

Em função do tipo de escala diferencia-se a medição de posicionamento em:

- **Medição de posição absoluta**

Na medição absoluta, é utilizado uma escala de medição codificada, que a cada momento mostra a exata posição do carro com referência ao Zero máquina (o ponto zero máquina é um ponto de referência fixo na mesma, que define a origem de seu sistema de coordenadas). Importante é que o campo de leitura da escala de medição estende-se pelo campo total de trabalho. A figura 5 representa a Medição de posição absoluta.



**Figura 5** - Medição de posição absoluta

Fonte: Mecânico de usinagem Centro de Treinamento SENAI “Luiz Massa” (2010)

## Medição de posição incremental

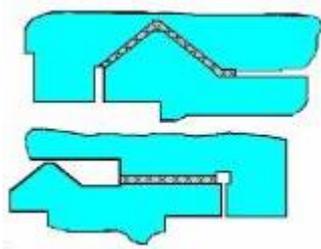
Na medição de posição incremental é utilizada uma escala de medição com uma simples régua graduada. Esta régua é composta de campos claros-escuros, cuja leitura é efetuada pelo sistema de medição através do movimento de avanço do carro.

O sistema de medição conta cada número de campos claros-escuros, calculando assim a posição atual do carro pela diferença em relação à sua posição anterior. Para este procedimento de medição funcionar, após se ligar o comando, o carro deve ser conduzido à uma posição cuja distância do ponto zero da máquina, seja conhecido, o que ocorre no referenciamento da máquina. Após este procedimento, o sistema de medição pode utilizar a escala da régua graduada para realizar as medições de posicionamento. A palavra “absoluto” em correspondência

à medição de posicionamento, significa que os dados da posição são sempre mensuráveis independente da condição da máquina e do comando, pois eles sempre se baseiam em um ponto-zero fixo. A palavra “Incremental” (incremento= a comprimentos iguais, pequenos percursos) significa, na medição de posicionamento, que são mensuráveis os aumentos e diminuições dos comprimentos dos cursos de movimento.

### Guias e Barramentos

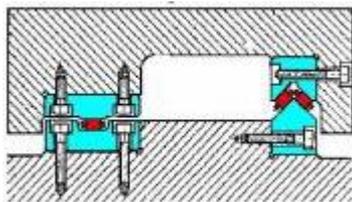
São elementos de vital importância em uma máquina operatriz, pois determinam toda a precisão geométrica da máquina. Cabe a eles a responsabilidade de deslocar os carros porta-ferramentas de forma precisa. As figuras 6, 7 e 8 representam os tipos de guias e barramentos.



Guias de plástico, ou aditivo no óleo podem ajudar na solução do problema.

**Figura 6** - Guias de plástico, ou aditivos no óleo

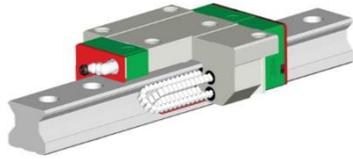
Fonte: Mecânico de usinagem Centro de Treinamento SENAI “Luiz Massa” (2010)



Guias de baixo atrito e reduzido desgaste, é as guias de rolamentos e guias hidrostáticas.

**Figura 7** - Guias de rolamentos

Fonte: Mecânico de usinagem Centro de Treinamento SENAI “Luiz Massa” (2010)



Guias Lineares, proporciona maior velocidade de avanço, maior rigidez e menor ruído.

**Figura 8** - Guias lineares

Fonte: Mecânico de usinagem Centro de Treinamento SENAI “Luiz Massa” (2010)

### **Vantagens do comando numérico**

O comando numérico pode ser utilizado em qualquer tipo de máquina-ferramenta. Sua aplicação tem sido maior nas máquinas de diferentes operações de usinagem, como Tornos, fresadoras, furadeiras, mandriladoras e centros de usinagem.

Basicamente, sua aplicação deve ser efetuada em empresas que utilizem as máquinas na usinagem de séries médias e repetitivas ou em ferramentarias, que usinam peças complexas em lotes pequenos ou unitários.

A compra de uma máquina-ferramenta não poderá basear-se somente na demonstração de economia comparado com o sistema convencional, pois, o seu custo inicial ficará em segundo plano, quando analisarmos os seguintes critérios na aplicação de máquinas a C.N.

#### **As principais vantagens são:**

1. Maior versatilidade do processo;
2. Interpolações lineares e circulares;
3. Corte de roscas;
4. Sistema de posicionamento, controlado de grande precisão;
5. Compactação do ciclo de usinagem;
6. Menor tempo de espera;
7. Menor movimento da peça;
8. Menor tempo de preparação da máquina;
9. Simplificação dos dispositivos;
10. Aumento da qualidade do serviço;
11. Facilidade na confecção de perfis simples e complexos;
12. Repetibilidade dentro dos limites próprios da máquina;
13. Maior controle sobre desgaste das ferramentas;

14. Profundidade de corte perfeitamente controlável;
15. Redução do refugo;
16. Maior segurança do operador.

### Planos de trabalho

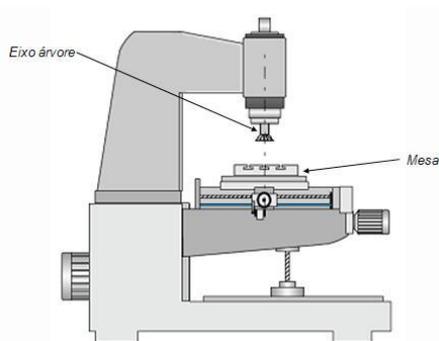
Nas máquinas ferramenta, o sistema de coordenadas determinado pela regra da mão direita, pode variar de posição em função do tipo de máquina, mas sempre seguirá a regra onde os dedos apontam o sentido positivo dos eixos imaginários; e o eixo “Z” será coincidente ou paralelo ao eixo árvore principal.

Muitas máquinas CNC, permitem o movimento rotativo da mesa de trabalho e do cabeçote da árvore, dando maior flexibilidade à máquina que pode através disso usinar diversos lados da peça com diferentes ângulos de posicionamento.

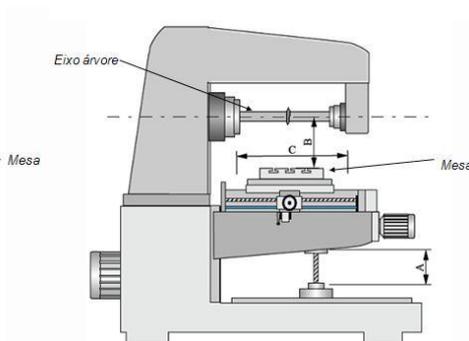
Esses eixos rotativos da mesa e do cabeçote possuem comandos próprios e independentes dos eixos direcionais básicos dos carros.

Os eixos rotativos são designados conforme a norma DIN, com letras **A**, **B**, e **C**, primeiras letras do alfabeto, e os eixos principais de avanço com as letras **X**, **Y**, e **Z**, últimas letras do alfabeto.

Para peças especiais são usadas máquinas com mais eixos além dos três básicos principais. Os centros de usinagem são um exemplo disso, pois além dos eixos básicos principais de avanço, eixos rotativos da mesa e cabeçote frequentemente possuem um eixo de avanço adicional.

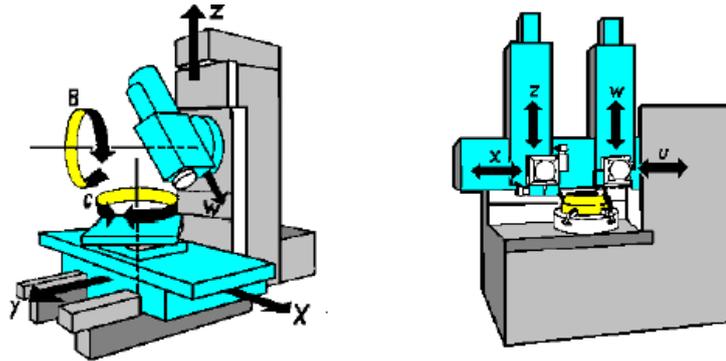


**Figura 9** - eixo árvore vertical



**Figura 10** - eixo árvore horizontal

Fonte: Mecânico de usinagem Centro de Treinamento SENAI “Luiz Massa” (2010)

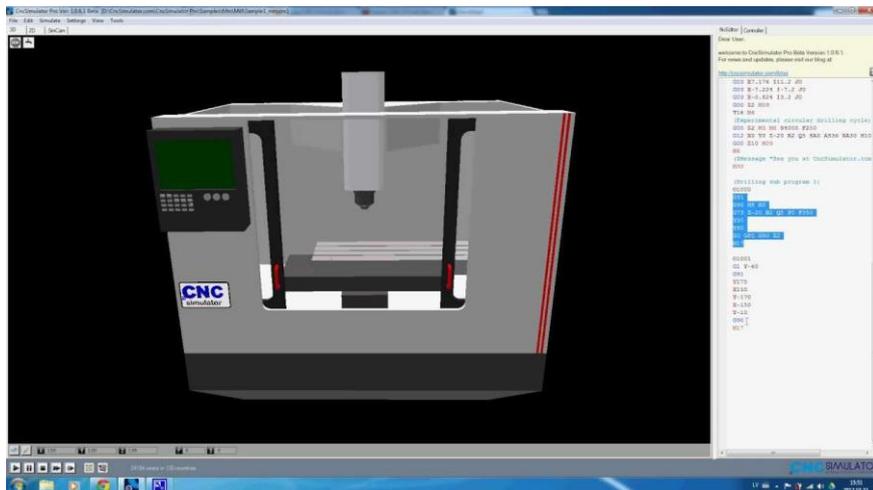


**Figura 11** - fresadoras com eixos adicionais

Fonte: Mecânico de usinagem Centro de Treinamento SENAI “Luiz Massa” (2010)

## Discussão

Através da simulação se tornou possível analisar os movimentos realizados pelo CNC Simulator Pro através da interface criada pela simulação e ilustrada a seguir na figura 12:

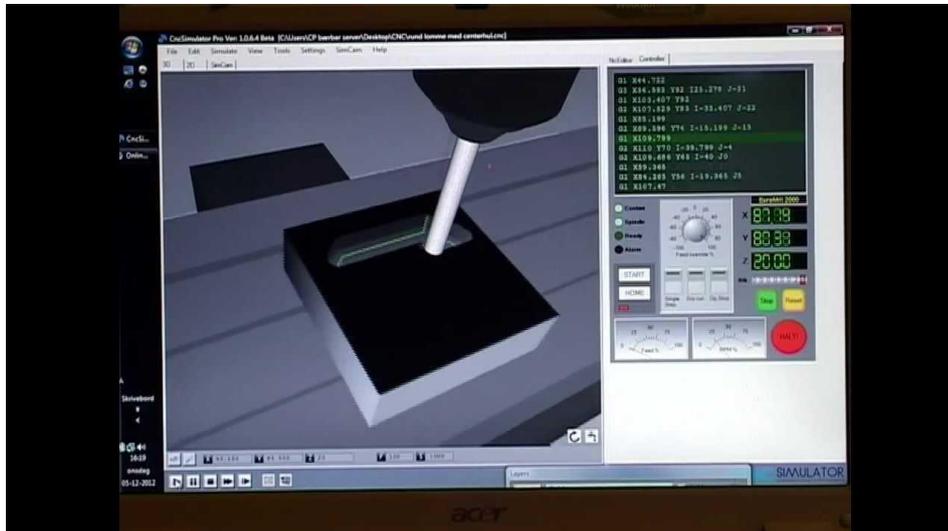


**Figura 12** - Simulação CNC Simulator Pro

Fonte: CNC Simulator Pro

Juntamente com a interface de simulação o painel de comando é indispensável para realização da simulação, pois através do mesmo se torna possível realizar a movimentação da máquina-ferramenta.

O Painel possui funções como, por exemplo, os botões de demonstração, movimento aleatório, home e apagar caminho, além dos comandos instantâneos e entradas diretas de ângulos. A figura 13 representa uma simulação criada no Software CNC Simulator Pro.



**Figura 13** - Simulação criada do CNC Simulator

Fonte: CNC Simulator Pro

## Considerações Finais

A próxima geração da evolução de máquinas CNC está a caminho. Equipamentos totalmente novos que estão no mercado acabaram com a distinção entre cortar e retificar, tornear e fresar; eles são centros de usinagem completos, sem parada. Essa tendência continuará, uma vez que ela reduz o custo de manufatura. Isso significa que ser capaz de identificar os eixos da máquina nesses novos maquinários será muito mais complexo e necessário.

Essas máquinas de multitarefa apresentam várias guias e movimentos de rotação. A todos devem ser atribuídos nomes de eixo e direções. Certamente excederemos os nove padrões EIA que estudamos.

Embora os desenhos complexos que já existem, tais como representações em estrutura de arame ou padrões planos 2D, nunca sejam convertidos, hoje a maioria dos novos desenhos CAD é fornecida como objetos sólidos com superfície. Dado um modelo sólido, programas CAM tornam-se mais automáticos. Com o objeto 3D definido e a liga e o tamanho do tarugo bruto conhecidos, o *software* seleciona a

maioria das sequências da operação, número de cortes, velocidades e avanços e a ferramenta correta a ser usada. Uma vez que comandos CNC baseados em computadores são capazes de suportar e aplicar o *software* de programação do CAM, muitas tarefas que utilizam o modelo sólido dos desenhos podem ir diretamente do desenho à máquina CNC, na qual o comando escreve o programa! Estamos falando na redução de muitas horas de trabalho.

### **Referências**

MECÂNICO DE USINAGEM. Escola SENAI “Luiz Massa” – SENAI-SP, 2010.

FITZPRATICK, M. Introdução aos processos de usinagem. Porto Alegre, 2013.

Manual de Programação e Operação CNC SIEMENS 810 D –

Indústrias ROMI S.A.

Manual de Programação e Operação CNC FANUC 21i – T

# Painel didático - Automação industrial e domótica

*Didactic panel - Industrial automation and home automation*

Danielly da Silva Britto<sup>1</sup>  
Edson dos Santos Farinasso<sup>1</sup>  
Vinícios Wendel M. B. Pedro<sup>1</sup>  
Vitor Augusto Ferreira<sup>1</sup>  
Edval Rodrigues de Viveiros<sup>2</sup>

## RESUMO

No contexto industrial, há algumas décadas, os problemas de automação são cada vez mais importantes. A sociedade depara-se com o avanço da tecnologia e com os seus desafios, que não são poucos. No entanto, observa-se que algumas perguntas precisam ser respondidas para melhor encaminhar esta importante área do conhecimento: como as instituições podem formar profissionais capazes de ter uma capacitação técnica suficiente para contornar suas próprias dificuldades. O objetivo principal foi desenvolver uma bancada didática para ensino de tecnologias de automação industrial e domótica, de tal maneira que possibilite a acadêmicos de engenharias elétrica, mecatrônica, mecânica e civil conhecer, manusear, ensaiar e projetar sistemas e processos envolvendo tais temas.

**Palavras-Chave:** Automação, Controlador lógico programável, Painel didático, Domótica.

## ABSTRACT

In the industrial context, a few decades ago, automation problems are increasingly important. Society is faced with the advancement of technology and its challenges, which are not few. However, it should be noted that some questions need to be answered in order to better convey this important area of knowledge: how institutions can train professionals capable of having sufficient technical skills to overcome their own difficulties. The main objective was to develop a didactic bench to teach industrial automation and home automation technologies in such a way as to enable students of Electrical, Mechatronics, Mechanics and Civil engineering to know, handle, rehearse and design systems and processes involving such topics.

**Key-words:** Automation, Programmable logic controller, Control panel, Domotics.

## Introdução

---

1\_ Acadêmicos em Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

2- Físico, Professor Doutor do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

Desde a revolução industrial até os nossos dias a sociedade moderna busca maneiras de reduzir tempo e custos a fim de obter melhorias nos processos produtivos, aumentando a qualidade do seu produto e maximizando os lucros. Novas tecnologias vêm surgindo na automação industrial e temos presenciado a superação constante dos desafios a que o homem moderno se impôs a solucionar.

Segundo o conceito de tecnologia, como o conjunto de conhecimentos que permitem conceber, produzir e distribuir bens e serviços segundo Deitos (2006), encontram-se fatores muito relevantes no que diz respeito à formação técnica de profissionais e educação da sociedade quanto à evolução tecnológica proporcionada pela automação.

O problema educacional atingiu um nível de importância tão grande nos últimos anos, que passa a ser uma prioridade em relação aos outros desafios que qualquer país tem de enfrentar. Esse problema é devido particularmente a dois aspectos: social e qualitativo.

A escola não deve se limitar a um ensino essencialmente teórico para cumprir seu papel social, que deve ser principalmente didático. A formação profissional deve ser polivalente e completa, não se limitando apenas à técnica. Já o aspecto qualitativo, deve considerar que o aluno ao final do curso esteja apto para tal, considerando a formação profissional à que se dedicou por vários anos de estudo e, deste modo, não tendo a necessidade de realizar novos cursos para completar a sua qualificação.

Porém, se o ensino fosse voltado para o desenvolvimento de competências, haveria espaço para incorporar ao currículo escolar as chamadas capacidades sócio emocionais, ligadas a fatores como comportamento e relacionamento interpessoal (GASPARINI, 2017, pg. 02).

Já Masetto (2007), argumentou que o uso de técnicas diferenciadas num curso de engenharia poderiam colaborar efetivamente para o desenvolvimento da aprendizagem dos acadêmicos. Dessa forma, conhecendo as dificuldades das instituições de Ensino Superior, e ainda para contribuirmos com a minimização dos problemas didáticos de ensino-aprendizagem, o presente estudo buscou construir uma bancada didática de automação industrial e domótica, de tal maneira que possibilite a acadêmicos de Engenharias Elétrica, Mecatrônica, Mecânica, Computação, Bioprocessos e Civil conhecer, manusear, ensaiar e projetar sistemas e processos envolvendo tais temas. Espera-se que o desenvolvimento deste trabalho traga importantes possibilidades sobre a aplicação de uma ferramenta prática que auxilie os alunos nos estudos da automação industrial.

Neste sentido, o trabalho também objetiva descrever de forma clara e sucinta componentes eletrônicos cruciais na automação, como o Controlador Lógico Programável (CLP), o microcontrolador PIC, a plataforma comercial Arduino e relês. Nisto estará incluído demonstrar algumas situações didáticas para utilização da automação industrial nos contextos profissionais de engenharia. Isto será realizado demonstrando-se a aplicação dos respectivos módulos didáticos da bancada, acompanhado de uma amostra de manual com exemplos de aulas abordando o uso do painel.

### **Problematização**

Os problemas de automação industrial são cada vez mais importantes no contexto industrial das empresas. O avanço da tecnologia e os desafios para solucionar os problemas não são poucos. No entanto algumas perguntas precisam ser respondidas para termos condições de contribuir para minimizar os problemas dessa área de conhecimento:

- Como as instituições de ensino tem condições de formar profissionais capazes de lidar com os problemas de automação encontrados na indústria?
- Os recém formados possuem conhecimento técnico suficiente para contornar tais dificuldades?

- A formação universitária garante respostas de ordem técnica suficiente para atender a demanda a sociedade?

## **Conceitualização teórica**

### **Parte 1 – Automação**

#### *Automação, contexto educacional e contexto industrial*

Com a crescente demanda de tecnologia devido à necessidade de informação em todas as áreas da indústria, sistemas modernos de automação industrial vêm surgindo de acordo com a necessidade de automação de processos e equipamentos para a automação dos negócios, sendo necessário lidar com uma grande quantidade de informações relevantes.

Os dispositivos automáticos foram inventados em função da necessidade do aumento da produção. A partir daí, uma série de descobertas e inovações tecnológicas melhoraram o sistema produtivo, proporcionando às empresas maior capacidade produtiva, precisão e velocidade de produção em relação ao sistema já existente (SELEME, 2011, pg. 107).

De acordo com Rosário (2009), o assunto é diversificado, pois abrange desde tópicos relativos à arquitetura de hardware e software, programação de controladores lógicos programáveis, controle de malhas contínuas até o gerenciamento estratégico de uma empresa, passando pela supervisão dos processos industriais e pela logística da produção.

Para lidar com esses problemas é exigido pessoal técnico com formação adequada para sua aplicação, não se limitando apenas às técnicas desenvolvidas para lidar com o tratamento desses problemas, sem atingir hoje um relativo grau de sofisticação tecnológica.

Os cursos superiores de engenharias cada vez mais estão procurando sempre que possível, munir seus estudantes de ferramentas que auxiliem e possibilitem num menor tempo possível, adequar-se e adaptar-se ao cotidiano técnico da indústria, procurando rapidamente estarem preparados tecnicamente.

Entretanto, um dos conflitos nesta relação universidade-formação-empresa, é a questão que de fato se impõe em relação as limitações de tempo entre a teoria e a consequente prática num curso de engenharia. Isto faz com que a universidade ou os acadêmicos sejam obrigadas à aprofundar certos tópicos das disciplinas curriculares, deixando o aluno sem uma visão do conjunto. Ou também, por vezes, privilegia-se uma formação na qual se dê ênfase mais generalista dentro de uma determinada disciplina (por exemplo, automação industrial).

Sendo assim, a formação do estudante fica com lacunas, que posteriormente tornarão mais lento o acompanhamento e consequente resolução de problemas no seu dia-a-dia profissional, já na condição de engenheiro. Diante disso, a formação de engenheiros qualificados para o futuro precisa equilibrar estas capacidades de resolver problemas de forma profunda e, ao mesmo tempo, abrangente. Neste sentido, uma das estratégias é a realização de modelagem e ensaios em bancadas didáticas, por exemplo, com a finalidade de desenvolver um protótipo, que é um modelo pré-acabado de um equipamento ou sistema que futuramente poderá ser industrializado para fins comerciais.

Um protótipo construído numa Instituição de Ensino Superior, pelos seus alunos e professores, resulta num equipamento de manutenção facilitado, personalizado para uma dada finalidade e proporciona ao mesmo tempo um processo de independência tecnológica bem como contato com as tecnologias atuais, além de ser uma oportunidade singular para seus construtores sedimentarem grande parte do conhecimento teórico adquirido na sala de aula (CARMO, 2006, pg. 02).

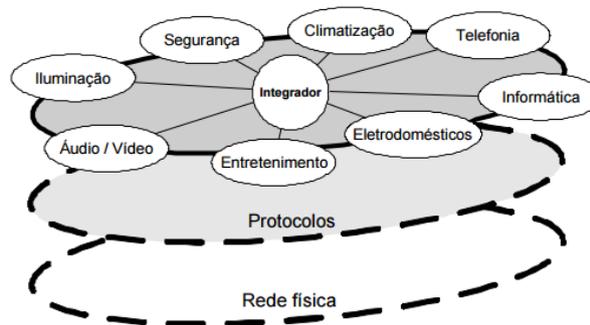
### *Sistemas de Automação Residencial (Domótica)*

Dentro do conceito geral de automação, define-se atualmente a 'domótica', que é utilizada exclusivamente para finalidades residenciais. A evolução da automação residencial passa atualmente por um período de migração de toda a tecnologia desenvolvida ao longo das décadas em automação predial e industrial, adequando-se à infra-estrutura de uma residência.

Dentre as funcionalidades a serem desenvolvidas e implementadas pelos sistemas de automação residencial pode-se destacar: o gerenciamento, o monitoramento e a otimização do consumo de energia; o conforto térmico através do controle HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*); o controle de iluminação; o controle de acesso, monitoramento e segurança física de dispositivos; e, ainda, os dispositivos de manutenção inteligente, entre outros (ARAUJO, 2003).

Uma residência inteligente contém vários subsistemas que gerenciam todos os aspectos físicos pertinentes, permitindo um maior conforto com menor gasto de energia. Os modernos sistemas de segurança, HVAC (*Heating, Ventilation & Air Conditioning* – aquecimento, ventilação e ar-condicionado) e entretenimento são mais facilmente implementáveis nas novas construções, mas os projetos de reforma também podem contemplar estas novas tecnologias (BOLZANI, 2004, pg. 58).

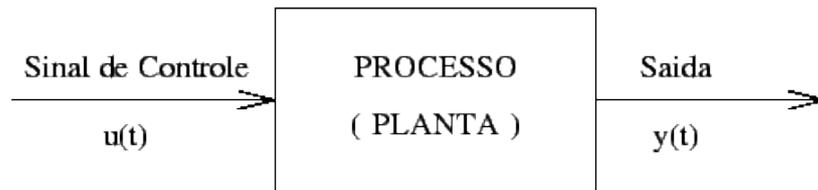
Podemos observar na Figura 1 uma rede doméstica trabalhando conjuntamente em camadas. No centro, o integrador de sistemas domótico é o responsável por gerenciar e interagir com todo o conjunto.



**Figura 1** - Conceito de automação industrial. Fonte: Bolzani, 2004, pg. 55.

### *Controle por malha aberta*

Segundo Silva (2000), o controle em malha aberta consiste em aplicar um sinal de controle pré-determinado, esperando-se que ao final de um determinado tempo a variável controlada atinja um determinado valor ou apresente um determinado comportamento (Figura 2). Neste tipo de sistema de controle não são utilizadas informações sobre evolução do processo para determinar o sinal de controle a ser aplicado em um determinado instante. Mais especificamente, o sinal de controle não é calculado a partir de uma medição do sinal de saída.

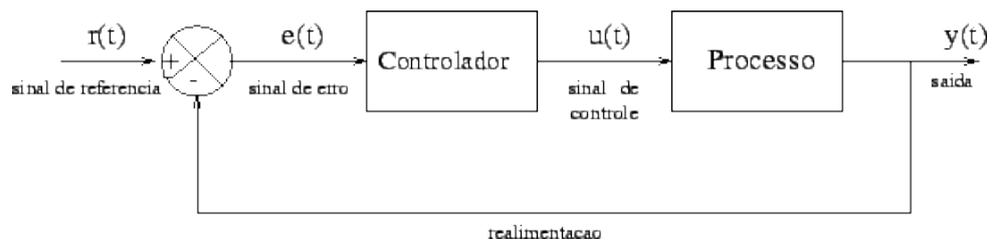


**Figura 2** - Controle em malha aberta. Fonte: Silva, 2000.

### *Controle por malha fechada*

No controle em malha fechada, informações sobre como a saída de controle está evoluindo são utilizadas para determinar o sinal de controle que deve ser aplicado ao processo em um instante específico. Isto é feito a partir de uma realimentação da saída para a entrada. Em geral, a fim de tornar o sistema mais preciso e de fazer com que ele reaja a perturbações externas, o sinal de saída é comparado com um sinal de referência (chamado no jargão industrial de “*set-point*”) e o desvio (erro) entre estes dois sinais é utilizado para determinar o sinal de controle que deve efetivamente ser aplicado ao processo (SILVA, 2000).

Assim, o sinal de controle é determinado de forma a corrigir este desvio entre a saída e o sinal de referência. O dispositivo que utiliza o sinal de erro para determinar ou calcular o sinal de controle a ser aplicado à planta é chamado de controlador ou compensador.



**Figura 3** - Controle em malha fechada por retroalimentação. Fonte: Silva, 2000.

Na Figura3,mostra-se um sistema em que eventuais sensores posicionados antes do Controlador, ou até entre este o Processo,detectam sinais determinados, o Controlador verifica o estado atual do dispositivo a ser controlado e esta medida é comparada com um valor predefinido. Desta comparação resultará num erro, ao qual o sistema de controle fará os ajustes necessários para que o erro seja reduzido à zero. Um sistema de realimentação faz com que o processamento feche a malha, retornando ao sinal de referencia.

### *Feed-back ou retroalimentação*

Em relação aos tipos de malhas existentes, o grande avanço técnico obtido em sistemas de automação, é a malha fechada por retroalimentação, também chamada de **“feed-back”**. Com esta estratégia, no regime com retroalimentaçãoconsegue-se o seguinte: aumentar a precisão do sistema, rejeitar o efeito de perturbações externas, melhorar a dinâmica do sistema e, eventualmente, estabilizar um sistema naturalmente instável em malha aberta, diminuir a sensibilidade do sistema a variações dos parâmetros do processo, ou seja, tornar o sistema robusto.

## **Parte 2 – Alguns elementos de automação**

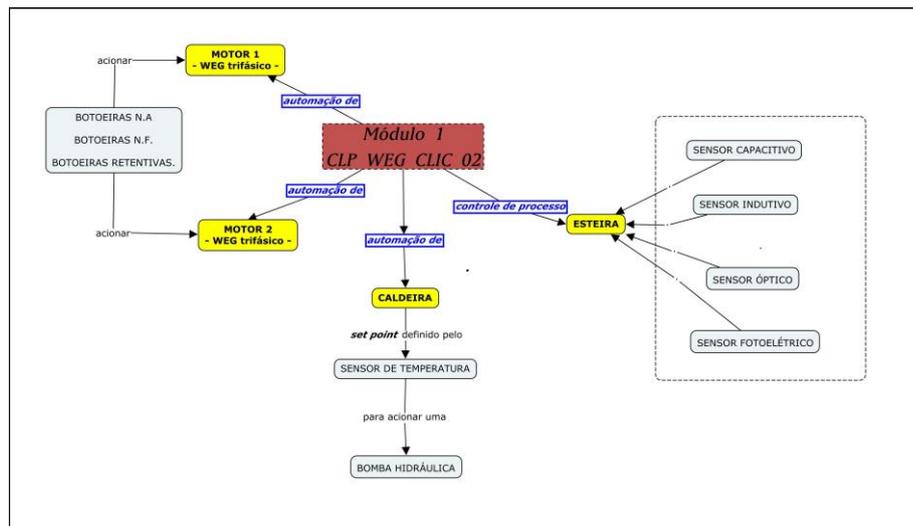
### *Controlador Lógico Programável (CLP)*

O controlador lógico programável (CLP) é o coração da automação industrial. Trata-se de um equipamento eletrônico, digital, micro processado, que pode controlar um processo ou uma máquina e ser programado ou reprogramado rapidamente. O programa é inserido no controlador através de microcomputador, teclado numérico portátil ou programador dedicado.

CLP é definido pelo International Electrotechnical Commission (IEC) como um “sistema eletrônico operando digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para a armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário para implementar funções específicas, tais como lógica, sequencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos. O controlador programável e seus periféricos associados são projetados para serem facilmente integráveis em um sistema de controle industrial e facilmente usados em todas suas funções previstas” (RIBEIRO, 1999, pg. 06).

Segundo Georgini (2013), o CLP é um dispositivo de estado sólido, um computador industrial, capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle (sequência lógica, temporização e contagem, por exemplo), além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação de redes, sendo utilizado no controle de sistemas automatizados.

Na Figura 4 mostra-se um esquema de uma planta simplificada com um CLP, interligado com dispositivos sensores e atuadores. Assim sendo, destaca-se que tal dispositivo, por apresentar características técnicas específicas para aplicação industrial, é capaz de controlar de maneira robusta dispositivos como motores de corrente alternada que opera em grandes faixas de tensão e corrente, bombas hidráulicas, dispositivos pneumáticos (se fosse o caso), assim como sensores industriais, todos estes elementos trabalhando em regimes contínuos (24 horas por dia, 365 dias por ano).



**Figura 4** – Diagrama esquemático ilustrativo de um CLP controlando dispositivos numa planta de automação industrial. Fonte: autores.

Em comparação com outros dispositivos de controle industrial, os CLPs têm as seguintes vantagens de acordo com Oliveira (2004): “menor espaço ocupado, menor potência elétrica requerida, reutilização, ser programável, maior confiabilidade, fácil manutenção, maior flexibilidade, permitir interface por meio de rede de comunicação com outros CLPs e microcomputadores e projeto mais rápido”.

#### *Microcontrolador PIC*

Segundo Souza (2011), os microcontroladores são chips inteligentes, que tem um processador, pinos de entradas/saídas e memória. O microcontrolador facilita a montagem de hardwares experimentais, com até 16 portas configuráveis com entradas ou saídas e dois osciladores internos. Possui ainda memória de programação *flash* com 2048 *words*, que permite a gravação do programa diversas vezes no mesmo *chip*.

#### *Arduino*

Para McRoberts (2011), Arduino é um pequeno computador que pode ser programado para processar elementos de entradas e saídas, dispostos entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele, também pode ser chamado de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software.

#### *Comparativo entre as plataformas Arduino e PIC*

Atualmente os microcontroladores PIC e o Arduino tem despertado muito interesse no meio acadêmico, o Arduino é uma plataforma livre de Hardware e Software que vem sendo muito utilizada em diversas áreas, entre elas podemos citar a robótica, automação residencial e até industrial. Os microcontroladores da família PIC chamam atenção pelo custo reduzido e pela grande utilização em diversos seguimentos.

Para a utilização dessas plataformas de desenvolvimento deve se destacar que o desenvolvedor deve conhecer muito bem o projeto que será feito, pois cada plataforma deve ser cuidadosamente escolhida levando em conta a amplitude do projeto, pois, o foco é manter uma aplicação microcontrolada de baixo custo, não se deve utilizar um Arduino para construir um projeto que facilmente um PIC supriria a necessidade.

### **Parte 3 – Ensino de Automação na perspectiva das Metodologias Ativas**

O que se observa hoje é que, em qualquer área, houve um grande avanço científico, tecnológico e social, que tem exigido um outro tipo de cidadão, mais crítico, mais reflexivo, que saiba tomar decisões e trabalhar em equipe.

A Educação não pode mais desenvolver o processo de ensino-aprendizagem da maneira como é tradicionalmente realizado para atender essa exigência, no qual os alunos são receptores de conteúdos e o ensino é priorizado em detrimento da aprendizagem e da ação do aluno, tornando o ser passivo deste processo.

Assim faz-se necessário um desenvolvimento global de todo o sistema educacional, no sentido de repensá-lo, para que mudanças ocorram de forma planejada e fundamentada. Além disso, a formação continuada de profissionais, principalmente o da educação, requer uma atuação pautada na experiência, conciliado ao conhecimento que deve ser sistematizado a partir da vivência na prática (PINHO, 2008, pg. 203).

Deste modo, a aprendizagem necessita ser pensada a partir da vivência e da realidade do aluno, valendo-se de estratégias desafiadoras, como permitir que vivenciem situações que permita-lhe resolver problemas. Essa forma de conceber a aprendizagem supõe flexibilidade curricular e ampliação dos ambientes de aprendizagem. Enfim, a escola (inclui-se neste conceito a universidade) deve ser um local onde o indivíduo desenvolva, por meio de suas relações, seu lado afetivo e cognitivo, suas habilidades e competências, seus valores e seu lado político-social, como um ser que busca a sua totalidade.

Essa nova forma de ensinar deve dar ao professor a oportunidade de buscar a sua própria transformação para atuar como facilitador ou mediador da aprendizagem, permitindo que dê movimento ao ambiente. Deve contribuir para que, na relação com o aluno e mediado pelos objetos de informação, por exemplo, o computador, conseguir tornar a aprendizagem algo estimulante e significativo, possibilitando aflorar a criatividade do aluno (PINHO, 2008). Do contrário, a tecnologia será usada apenas para instrumentar a informação (ensino puramente conteudista), o que é prática no ensino vigente na maioria das escolas, ou seja, ocorrerá somente uma pseudomodernização do processo educacional.

Neste sentido, é que o uso de recursos interativos como bancadas e painéis didáticos, simuladores, ferramentas de modelagem, concretas ou virtuais mas, acima de tudo, preferencialmente, multissensoriais, são estratégias comprovadamente indicadas para incrementar o processo ensino-aprendizagem, inclusive e principalmente quando, em tais contextos educacionais, tenhamos (ou não) alunos com algum tipo de necessidade especial, como a deficiência física, a visual, a auditiva e, inclusive, a intelectual (VIVEIROS e CAMARGO, 2015).

Entretanto, apenas a presença de tais recursos não são suficientes para se atingir os objetivos pedagógicos educacionais necessários se não houver uma sustentação metodológica adequada.

Em relação a isto, no Brasil, iniciativas como o Consórcio STHEM – sigla das áreas de “Science”, “Technology”, “Human”, “Engineering”, “Mathematics”, que é originário do sistema “STHEM Laspau Harvard”, administrado pela Universidade de Harvard, Estados Unidos, leva a termo as chamadas “Metodologias Ativas”, algumas das quais são: ProblemBased Learning (PBL), TeamvBased Learning (TBL), Design Thinking, Flipped Classroom, Peer Instruction etc.

Desde o ano de 2014 o Unisalesiano vem utilizando progressivamente tais metodologias, principalmente com grande ênfase no ensino-aprendizagem de todos os cursos de Engenharia (BARBOSA, MOURA, 2013). Segundo informações oferecidas pela instituição, a vantagem das Metodologias Ativas tem sido: aumento do interesse e participação dos alunos pelas aulas e, conseqüentemente, nas disciplinas cursadas; aumento das notas médias; diminuição na retenção; grande incremento na qualidade dos trabalhos acadêmicos durante as disciplinas e, sobretudo, nos trabalhos de conclusão de cursos.

## **Metodologia – Materiais e Métodos**

O projeto da bancada proposto pressupõe o uso de diversas metodologias, que foram integradas com o objetivo comum de se produzir um produto final de baixo custo, alta eficiência e com previsão de sistema de falhas. Para isto, foram utilizadas as seguintes metodologias de projeto em engenharia: a) Análise funcional; b) Critérios de Seleção; c) Matriz Morfológica; d) F.M.E.A. (Failure Mode and Effects Analysis) – Análise dos Modos de Falha e Efeito (PAZMINO, 2015; BAXTER, 2000).

### *Painel Didático*

No setor produtivo de uma indústria, a concorrência cada vez maior, o mercado consumidor exigindo cada vez mais, e busca sempre do aumento do lucro, faz com que a redução dos custos seja maior. Quando falamos em produção, acontecem coisas que não esperamos como por exemplo, queda de energia, paradas de máquinas devido à quebra, gerando prejuízos.

Na busca pela aplicação de conceitos, validação de modelos teóricos e refinamento de projetos, a utilização de bancadas experimentais que simulam sistemas reais, revela se uma alternativa bastante difundida em universidades e também em centros de pesquisa de todo o mundo. Sendo perfeitamente possível a aplicação desse conceito para a análise de vibrações (JESUS, 2011, pg.14).

Os painéis oferecem um papel importante dentro das universidades. A utilização de ferramentas didáticas fornece ao estudante, a oportunidade de verificar determinados efeitos apresentados pela teoria, e fazer a aplicação desses conceitos em atividades práticas de forma correlacionada. Devido o fato de estar em um ambiente controlado, como o laboratório, é possível analisar resultados com possíveis variações de parâmetros, e dados de entrada, o que permite ao aluno tirar conclusões mais elaboradas em relação ao conteúdo que está sendo ministrado.



**Figura 5** - Modelo de bancada industrial. Fonte: Catálogo Festo Didatic, 2012.

Segundo Amorim (2006), bancadas didáticas experimentais são equipamentos indispensáveis em atividades de ensino de todas as engenharias. Acrescentando profundidade e qualidade na formação acadêmica, e preparando o estudante para situações que serão expostas ao longo de sua carreira.

#### *Características da Bancada*

A alimentação da bancada pode ser feita por régua com conector tipo SAK (identificados devidamente), tomada industrial de 5 polos (3P+1N+1T), acompanha extensão com plugue industrial de 5 pinos;

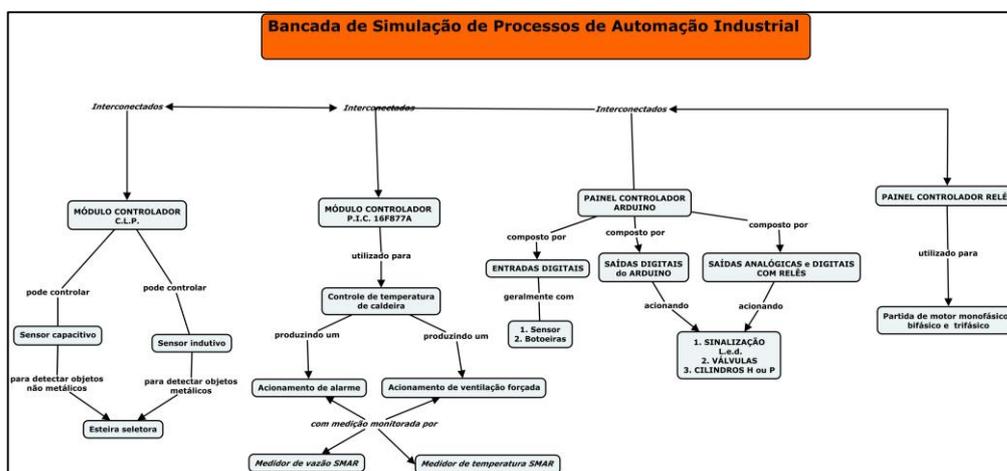
A estrutura metálica foi feita com pintura epóxi-pó, com rodízios giratórios com freio que facilita o transporte e proporciona melhor segurança.

Os módulos foram montados e divididos (Figura 6), na bancada em painéis frontais, produzidos em chapas acrílicas, fixados com parafusos recartilhados, dispensando a utilização de ferramentas. Todos os componentes bem como os módulos foram identificados com simbologias dos componentes e bornes de acesso para configuração dos circuitos e visualização dos sinais, facilitando o acompanhamento pelo manual.

Os manuais didáticos teóricos e práticos com os experimentos propostos auxiliarão o professor e os alunos na utilização de cada módulo do painel.

Poderá ser instalada uma proteção contra corrente de fuga e sobre corrente, através do interruptor DR (diferencial residual) e disjuntor termomagnético, acompanhado de chave seccionadora, botão para parada de emergência e sinaleiro de funcionamento e pausa.

Os módulos bem como a ligação dos componentes foi feita por conjuntos de cabos para ligação sem derivação tipo banana, podendo ser com entrada especial para superposição ou medição de sinais.



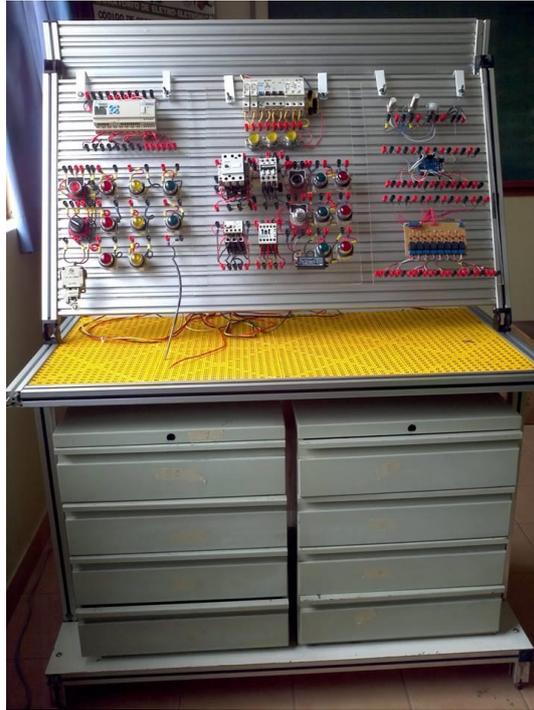
**Figura 6** - Diagrama de blocos bancada de automação industrial. Fonte: autores.

### *Manutenibilidade em Sistemas de Automação*

O conceito de manutenibilidade foi desenvolvido logo no início da Revolução Industrial, quando já havia preocupação de manter o bom uso do maquinário. Segundo Seleme(2011), a manutenibilidade diz respeito à investigação das atividades de trabalho, ou seja, à realização eficiente do trabalho de manutenção do equipamento no esforço para consertar imediatamente a avaria.

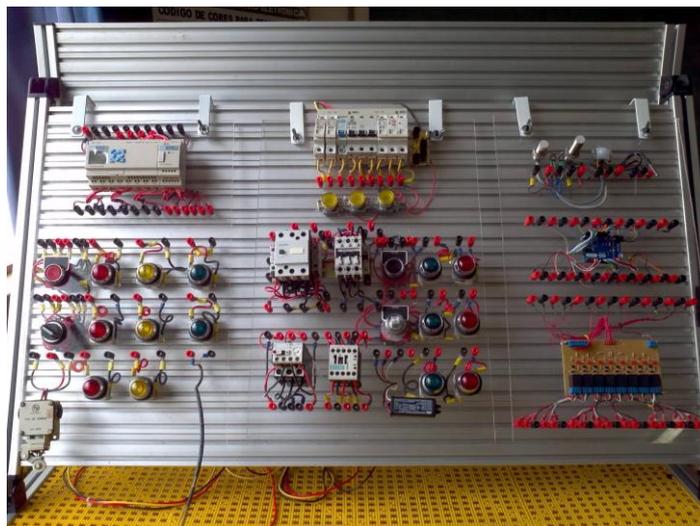
## **Resultados**

Nas Figuras 7, 8 e 9 são mostrados detalhes dos módulos CLP, Arduino e microcontrolador PIC, respectivamente.



**Figura 7** – Vista Geral da Bancada. Fonte: autores.

Na figura 8, temos o detalhe da bancada, mostrando separadamente cada um dos 3 módulos: à esquerda, Módulo CLP WEG Clic02, ao centro, Módulo Partida de Motores, do lado esquerdo, Módulo CLP Didático com Arduino.

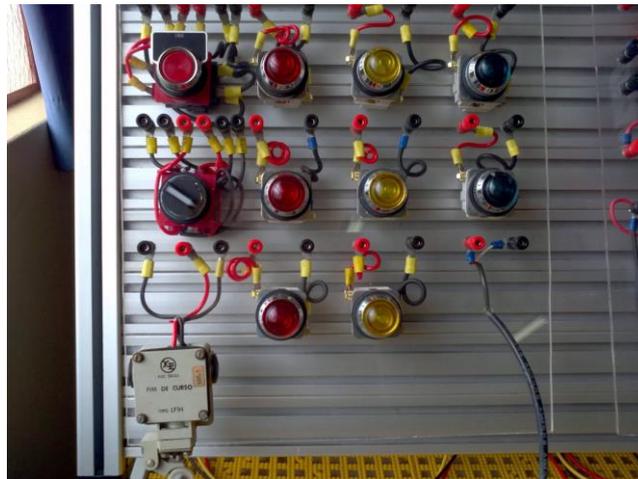


**Figura 8** – Detalhe da bancada, mostrando separadamente cada um dos 3 módulos. Fonte: autores.

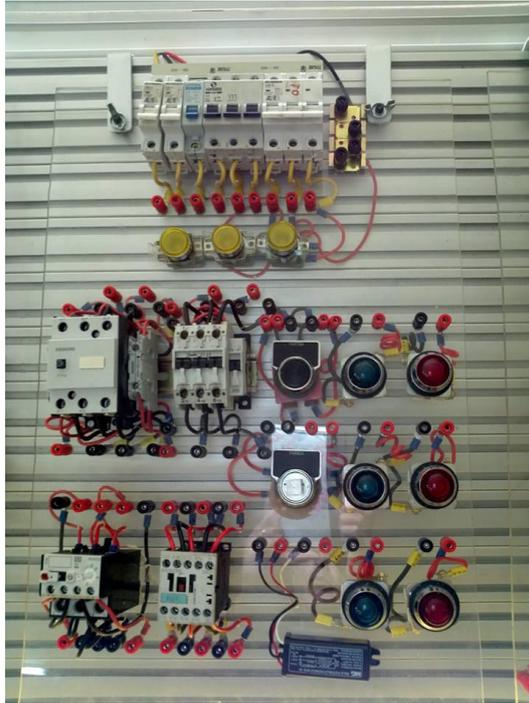


**Figura 9** – Módulo 01 - módulo de CLP WEG Clic 02. Fonte: autores.

Na figura 10, temos o detalhe do Módulo CLP WEG Clic02, mostrando botoeiras e lâmpadas sinalizadoras, e abaixo, do lado esquerdo, sensor de fim de curso.



**Figura 10** – Módulo 01 - módulo de CLP WEG Clic 02. Fonte: autores.

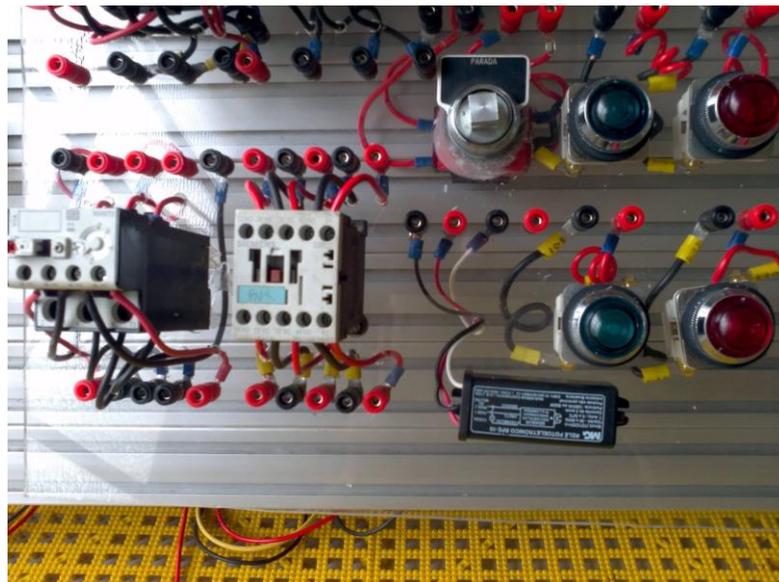


**Figura 11** – Módulo 02 - Acionamento ou Partida de Motores.

Fonte: autores.

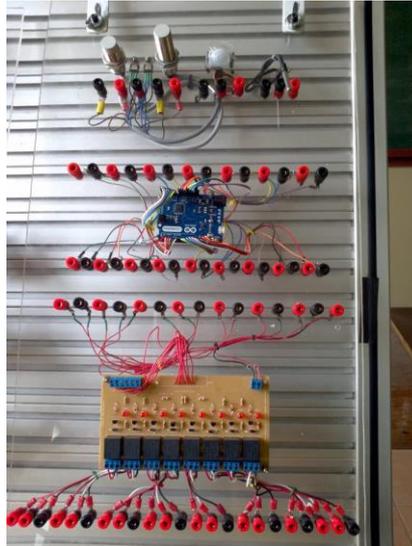
Na Figura 11, temos o módulo partida de motores - detalhe de chaves, botoeiras e lâmpadas sinalizadoras, com contadoras e relê térmico.

Na Figura 12, mostra-se em detalhe chave, lâmpadas sinalizadoras, relê térmico e sensor fotoelétrico (à direita, na parte inferior).



**Figura 12** – Módulo 02 - Acionamento ou Partida de Motores.

Fonte: autores.



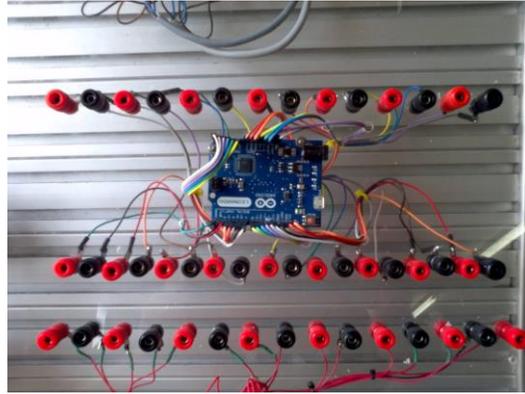
**Figura 13** – Módulo 03 - CLP Didático e Arduino. Fonte: autores.

Na figura 13 temos a imagem do Módulo 03 - CLP Didático e Arduino. No detalhe (Figura 14) sensores, capacitivo, indutivo, presença (infravermelho) e sensor de temperatura.



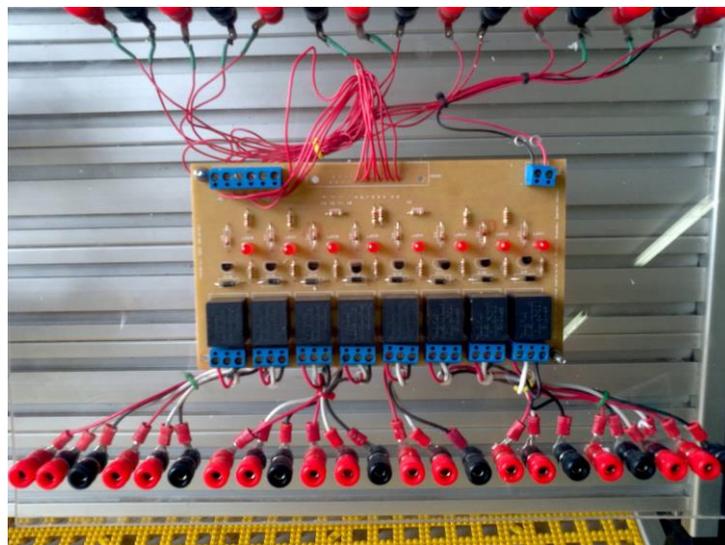
**Figura 14** – Módulo 03 - CLP Didático e Arduino. Fonte: autores.

Já na Figura 15 é mostrado no detalhe o Arduino que, neste caso, está funcionando como uma unidade de controle, em conjunto com o dispositivo CLP didático, cujo conjunto possui os 8 relés complementares.



**Figura 15** – Módulo 03 - CLP Didático e Arduino. Fonte: autores.

Na figura 16 temos o módulo CLP Didático e Arduino. No detalhe, placa de CLP Didático, com saída para 8 relês.



**Figura 16** – Módulo 03 - CLP Didático e Arduino. Fonte: autores.

O módulo Arduino, conforme mostrado na Figura 8 é, na verdade, também um CLP didático. Na imagem do lado direito vemos este módulo, que foi desenvolvido por Zanon Neto (2012), possibilita uma o acoplamento de uma quantidade maior de elementos externos como sensores e atuadores categoria industrial que, invariavelmente, operam em regime de tensão e corrente mais elevadas.

## **Conclusão**

Apresentou-se uma proposta de construção de módulos didáticos para compor uma bancada de ensino e estudo de automação industrial e domótica, de tal maneira que possibilite a acadêmicos de quaisquer engenharias conhecer, manusear, ensaiar e projetar sistemas e processos envolvendo tais temas. A solução desenvolvida, tanto em relação à composição modular, como também a conexão elétrica via cabos do tipo macho-fêmea, torna o uso da bancada extremamente funcional para o processo de ensino-aprendizagem. Inclusive, isto permite ao docente eventuais interferências antes que os equipamentos sejam acoplados aos módulos, evitando, assim, ocasionais acidentes por erro de configuração.

Dentre as várias possibilidades de constituição e construção de uma bancada didática, optou-se na utilização de quatro elementos de grande utilização industrial e que, ao mesmo tempo, possibilitasse facilidade no uso didático, que são o Controlador Lógico Programável CLP, o Microcontrolador PIC, por intermédio de utilização da plataforma Arduino e um conjunto com relês, e também contadoras elétricas, respectivamente.

O baixo custo desta solução, inclusive aproveitando-se alguns componentes de painéis industriais, bem como o próprio corpo da bancada, mostra a versatilidade na construção de equipamentos didáticos desta natureza que, invariavelmente, podem alcançar custos altíssimos no mercado.

Entretanto, seria interessante que à tais módulos pudessem ser incorporados softwares do tipo supervisor e outros, desenvolvidos para tais aplicações ou então, softwares proprietários, o que pode ser pensando inclusive para ser incrementado nesta bancada.

## **Referências**

AMORIM MJ. *Desenvolvimento de bancada didático experimental de baixo custo para aplicações em controle ativo de vibrações*. Trabalho de dissertação submetida ao programa de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

ARAUJO JJ, PEREIRA CE. *Framework orientado a objetos para o desenvolvimento de aplicações de automação predial e residencial*. Dissertação submetida a avaliação para obtenção de grau de Mestre em Ciências da Computação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BARBOSA, Eduardo Fernandes. MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. Boletim Técnico do SENAC. v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago. 2013.

BAXTER, Mike. Projeto de Produto – guia prático para o design de novos produtos. 2.ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2000.

BOLZANI C A M. Desenvolvimento de um simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes – uma introdução a sistemas domóticos. Escola Politécnica da USP – Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em: <[http://www.lobonett.com.br/marcio/images/publication/MasterDissertati.Caio/2004.06\\_cab\\_dissertacao-fr.pdf](http://www.lobonett.com.br/marcio/images/publication/MasterDissertati.Caio/2004.06_cab_dissertacao-fr.pdf)> Acesso em: 12 de maio de 2017.

CARMO E A, SILVA O F, BARREIROS J A L, FERREIRA A O. *Construção de protótipo didático: uma abordagem diferenciada no processo de ensino/aprendizagem*. XVI Congresso Brasileiro de Automática, 2006, Salvador. Anais do XVI CBA, 2006.

DEITOS M L M. *As políticas de qualificação de trabalhadores e suas relações com a inovação tecnológica na Indústria Brasileira*. Tese submetida ao programa de mestrado. Unicamp, Campinas, 2006.

GASPARINI C. *Estas são as competências mais procuradas no Brasil em 2017*. Revista Carreira Você S/A (versão digital), 2017. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/carreira/estas-sao-as-competencias-mais-procuradas-no-brasil-de-2017/>> Acesso em: 12 de maio de 2017.

GEORGINI M. *Automação aplicada: descrição e implementação de sistemas seqüenciais com PLCs*. São Paulo: Editora Érica; 2013 9º ed. p. 35-35.

JESUS S S, CAVALCANTE P F. *Utilização de bancadas de ensaio para estudos do comportamento dinâmico de máquinas rotativas*. Revista Científica e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2011.

- OLIVEIRA A J. *Fundamentos de automação industrial*. São Paulo: Editora SENAI, 2004.
- PINHO S Z. *Oficinas de estudos pedagógicos: reflexões sobre a prática do Ensino Superior*. São Paulo: Editora Cultura Acadêmica; 2008.p. 168-169.
- RIBEIRO M A. *Automação industrial*. Revista de treinamento & Consultoria Ltda. 1999, Salvador/BA.
- ROSÁRIO J M. *Automação industrial*. São Paulo: Editora Barauna; 2009.
- SANTOS G T. *Modelo de confiabilidade associando dados de garantia*. Tese submetida ao programa de pós-graduação em engenharia da produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- SENAI. Serviço Nacional de aprendizagem Industrial. Apostila. Comandos Eletroeletrônicos. São Paulo, 2010.
- SELEME R, SELEME R B. *Automação da produção*. Curitiba; Editora Ibplex, 2011.
- SILVA J M G, ALEXANDRE S B. *Ajustes de Controladores PID: controle em malha aberta*. Apostila da Internet. Disponível em: <<http://www.ece.ufrgs.br/~jmgomes/pid/Apostila/apostila/>>. Acesso em: 12 de maio de 2017.
- SOUZA D J. *Desbravando o PIC: ampliado e atualizado para PIC16F628A*. São Paulo: Editora Érica, 12<sup>o</sup> ed. 35-35, 2011.
- MASETTO M T. *Ensino de Engenharia: técnicas para otimização das aulas*. São Paulo: Editora Avercamp. p. 208-208, 2007.
- MCROBERTS M. *Arduino: básico*. São Paulo: Editora Novatec. p. 22-22, 2011.
- VIVEIROS, Edval Rodrigues de; CAMARGO, E. P. . Contribuições da neurociência cognitiva para o ensino de Física: uso de uma interface cérebro-computador para deficientes físicos e visuais. In: Jonas Gonçalves Coelho; Mariana Claudia Broens. (Org.). *Encontro com as ciências cognitivas*. 01ed.São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015, v. 01, p. 421-444.

# Protótipo de semáforo totalmente atuado controlado por microcontrolador

*Prototype of fully-operated traffic light controlled by microcontroller*

**Douglas Lopes José<sup>1</sup>**  
**Maiara Aparecida Santos Gomes<sup>1</sup>**  
**Raoni Fernandes Pinheiro<sup>1</sup>**  
**Amadeu Zanon Neto<sup>2</sup>**

## RESUMO

Devido ao crescimento e desenvolvimento urbano, surgem problemas de mobilidade no trânsito como engarrafamentos, acidentes, parada desnecessária quando não há fluxo de veículo no sentido de cruzamento, que é um momento em que assaltantes utilizam como oportunidade para prática de assaltos em horários de pouco movimento, entre outros, não apenas por falta de planejamento, mas também de verbas para melhoria e implementação de novas soluções tecnológicas. Por conta desses fatores está sendo desenvolvido novas formas de controle do tráfego de veículos com custos menores de fabricação e instalação com melhor eficiência. Algumas tecnologias para controle do trânsito como aprendizagem por reforço, redes neurais artificiais, sistemas multi agente, sistema de controle atuado e sistema de controle atuado à distância são utilizados com maior frequência e embora sejam sistemas de alta eficiência não deixam de apresentar problemas. Portanto o estudo feito para este trabalho tem como objetivo obter conhecimento sobre alguns importantes sistemas de controle de tráfego inteligente e por fim o desenvolvimento de um sistema de controle atuado eficiente de baixo custo com fácil implementação em semáforos já em funcionamento. O projeto visa não somente a redução do tempo de espera dos veículos que cruzam a sua passagem mas também um melhor controle e distribuição uniforme de tempo de passagem para ambos os sentidos. O sistema de controle será feito da seguinte forma: o veículo é detectado pelo sensor de presença, que enviará um sinal para o microcontrolador, que fará o processamento da programação e enviará o sinal de abertura ou fechamento do semáforo.

<sup>1</sup> Acadêmicos de Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – UniSALESIANO de Araçatuba

<sup>2</sup> Graduado em Ciências, especializado em Computação Gráfica e docente do curso de Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – UniSALESIANO de Araçatuba. E-mail: [professor@zanondigital.com](mailto:professor@zanondigital.com)

**Palavras-Chave:** Automação; Controle; Semáforo.

## **ABSTRACT**

Due to urban growth and development, there are mobility problems in traffic such as traffic jams, accidents, unnecessary stop when there is no flow of vehicles in the direction of crossing, which is a time when robbers use as an opportunity to practice robbery at times of little movement, Among others, not only for lack of planning, but also of funds for improvement and implementation of new technological solutions. Due to these factors, new ways of controlling vehicle traffic with lower costs of manufacturing and installation with better efficiency are being developed. Some technologies for traffic control such as reinforcement learning, artificial neural networks, multiagent systems, actuated control system and remotely operated control system are used more frequently and although they are high efficiency systems they do not fail to present problems. Therefore the study done for this work aims to obtain knowledge about some important intelligent traffic control systems and finally the development of an efficient low cost control system with easy implementation in already functioning traffic lights. The project aims not only to reduce the waiting time of vehicles crossing their passage but also a better control and uniform distribution of time of passage for both directions. The control system will be made as follows: the vehicle is detected by the presence sensor, which will send a signal to the microcontroller, which will process the programming and send the signal to open or close the traffic light.

**Keywords:** Automation; Control; Traffic light.

## **Introdução**

No mundo todo têm-se desenvolvido novas tecnologias para a melhoria no controle do tráfego. Pode-se observar as inovações e busca de melhorias na forma em que os sistemas interagem, também é possível encontrar sistemas eficientes que são capazes de fazer o controle com maior eficiência, economizando tempo, recurso e menor chance de haver erros.

Devido ao aumento de meios de transportes que utilizam a via, surgem problemas como congestionamentos, acidentes e maior tempo de deslocamento de

um lugar para outro devido à falta de planejamento na mobilidade urbana.

Em todo o mundo o transporte continua sendo um grande problema e no Brasil não é diferente, não há um transporte público eficiente na maioria de suas cidades. Dessa forma, as pessoas são obrigadas a adquirir seus próprios veículos, sejam eles carros ou motos. Como consequência, as ruas e estacionamentos tornam-se insuficientes para todo o fluxo existente, gerando morosidade, periculosidade e ineficiência. Na ausência de soluções definitivas, um grande desafio da administração pública será a melhoria do fluxo do trânsito (PIMENTEL, 2012, p.13).

Conforme a Figura 1 (foto tirada no cruzamento da praça Rui Barbosa com a rua Floriano Peixoto), 2 (foto tirada no cruzamento da Avenida Araças com a rua do Fico, sendo que o sinal está vermelho pra quem está na rua do Fico) e 3 (sendo que o sinal está verde pra quem está na Avenida dos Araças), ao dirigir em algumas vias urbanas ou em algumas vias comerciais, pode observar que veículos muitas vezes tem a obrigatoriedade de parada com o semáforo fechado mesmo quando não há fluxo de veículos em seu cruzamento, fazendo com que o mesmo aguarde para a passagem desnecessariamente, isso gera transtorno, atraso e risco de segurança ao motorista, pois em horários com pouca movimentação de pessoas e veículos, o mesmo fica exposto à assaltos, colocando a sua própria vida em risco.



**Figura 1-** Foto tirada no cruzamento: Praça Rui Barbosa X Rua Floriano Peixoto.

Fonte: autores.



**Figura 2-** Foto tirada no cruzamento: Avenida Araças X Rua do Fico.  
Fonte: autores

Essas fotos foram tiradas em dois cruzamentos principais da cidade de Araçatuba, porém este problema acontece basicamente em todos os semáforos da cidade, sendo assim cada semáforo torna-se um ponto estratégico para bandidos cometerem seus crimes.

Um auxiliar administrativo de 25 anos foi assaltado quando esperava a abertura de um semáforo na noite desta quinta-feira (28) no Centro de Araçatuba (SP). Segundo a polícia, a vítima estava em uma moto na rua Luiz Pereira Barreto quando um carro, ocupado por duas pessoas, encostou ao lado. A vítima disse à polícia que um homem desceu e exigiu que ele entregasse a carteira e o celular. Como o auxiliar não estava com o telefone, os suspeitos fugiram com a carteira dele que tinha R\$ 80 e um cartão da poupança. Uma hora depois, a vítima recebeu mensagem do banco que informava o saque de R\$ 1,5 mil. Segundo a polícia, o rapaz disse que não sabe como os suspeitos sacaram o dinheiro, porque na carteira não tinha a senha do cartão. Por enquanto, ninguém foi preso e a polícia investiga (G1, 2016).

### **Revisão bibliográfica**

Conforme CONTRAN (2014, p. 22) a sinalização semafórica nada mais é do que um subsistema da sinalização viária composto por indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente por meio de sistema eletromecânico ou eletrônico, com o objetivo de transmitir diferentes mensagens aos usuários da via pública, regulamentando o direito de passagem ou advertindo sobre situações especiais nas vias.

A classificação da sinalização semafórica pode ser definida segundo sua

função, pode ser de:

- Regular e informar o direito de passagem dos fluxos de veículos, sendo motorizados, não motorizados e pedestres numa interseção ou seção de via é denominado sinalização semafórica de regulamentação, onde é alternado o direito de passagem dos vários fluxos de veículos e/ou pedestres através de indicações luminosas.
- Alertar condutores, de veículos motorizados, não motorizados e pedestres sobre a existência de obstáculo ou situação perigosa na via.

### **Características de controle semafórico**

#### **Tipos de controle**

CONTRAN (2014, p. 76) especifica que diferentes modos de implementação e estratégias da sinalização semafórica em uma interseção ou seção de via podem ser realizados por dois tipos de controle, o de tempo fixo e o atuado.

##### a) Controle fixo

Este tipo de controle é programado com base de dados de tráfego disponíveis, que podem ser obtidos por contagens volumétricas e outros levantamentos de campo. Para se fazer o controle deve-se fazer um plano semafórico ou utilizar um plano específico para fazer o controle em períodos distintos do dia e em diferentes dias da semana. Neste tipo de controle, o tempo de ciclo, a sequência de estágios, a duração dos intervalos luminosos e a defasagem, no caso das redes semafóricas, são mantidos constantes.

##### b) Atuado

O controle é dividido em dois tipos: semi atuado e totalmente atuado, onde:

###### - O semi atuado

Este controle é implementado no cruzamento em vias principais (grande volume) com vias secundárias (baixo volume), onde na via principal o semáforo permanece verde até ser interrompido quando detectores da via secundária indicarem a presença de veículos motorizados ou botoeiras serem acionadas por ciclistas ou pedestres, alternando o direito de passagem.

###### - O totalmente atuado

A denominação de controle totalmente atuado é dada quando o monitoramento do tráfego mediante a implantação de detectores em suas aproximações, alterando em tempo real o tempo do ciclo de cada semáforo. Esses tempos tem uma variação entre um valor mínimo e um valor máximo pré-estabelecido, ou seja, o semáforo atua em função do trânsito, e não o trânsito em função do semáforo.

### **Estratégia de controle**

O controle semaforico é dividido em duas estratégias básicas, o de controle isolado ou de controle em rede.

No controle isolado, as interseções são controladas separadamente e independentemente das demais sem ter nenhum tipo de coordenação semaforica, ou seja, a programação semaforica é definida com base no histórico do tráfego das imediações.

Os semáforos ligados em rede que são programados coordenadamente onde a abertura depende do outro, denomina-se controle em rede, onde é dividido em rede aberta e fechada CONTRAN (2014, p. 77).

### **Modos de operação**

O modo de operação é dividido em controle local e centralizado.

No controle local, a programação semaforica é implantada diretamente no semáforo, já no controle centralizado, a programação é feita na central de comando que gerencia todas as operações semaforicas interligadas naquela central CONTRAN (2014, p. 78).

### **Metodologia e etapa experimental**

Para cada situação é aplicado um conceito e para a aplicação desse conceito é necessário obter informações, como por exemplo o volume de tráfego.

O volume de tráfego ou fluxo de tráfego nada mais é do que o número de veículos ou pedestres que passa por uma determinada via durante um período onde é realizado uma contagem. Na programação semaforica, o fluxo de tráfego é obtido pelo sentido da circulação do tráfego, onde basicamente é composto por diferentes tipos de veículos. Esse volume de tráfico de cada movimento tem uma variação ao

longo do tempo de acordo com o dia da semana, da semana, do mês e até mesmo do ano em que é observado, tudo isso levando em conta a cidade e o local estudado CONTRAN (2014, p. 82).

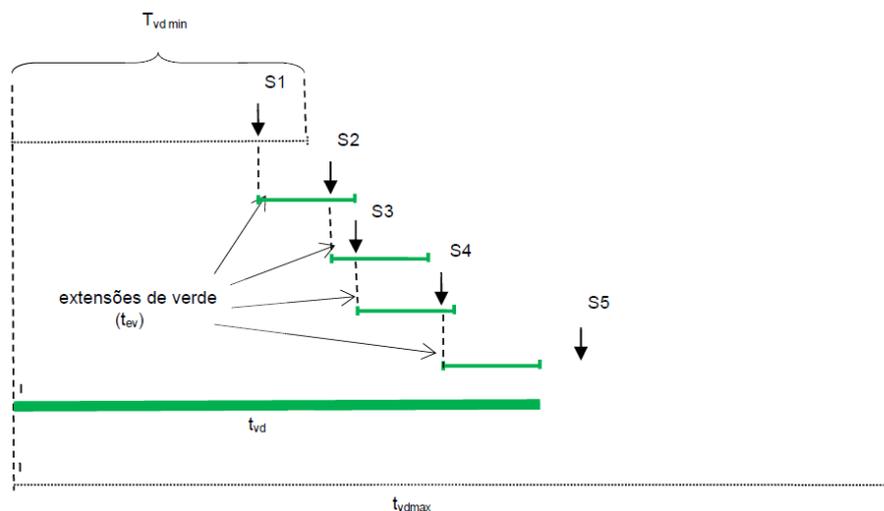
O semáforo é considerado totalmente atuado quando todas as suas funções de operação são executadas em função do trânsito e ocorrem através da detecção de veículos.

Para esse tipo de semáforo é considerado três critérios básicos de um estágio: verde mínimo, extensão de verde e verde máximo.

O tempo de verde de um estágio atuado nunca vai ser menor que seu tempo de verde mínimo, mesmo que o fluxo de veículo seja interrompido antes do seu término.

Para que o tempo de verde seja estendido, cada veículo detectado gera um sinal solicitando um aumento de tempo em verde até um limite de verde máximo, quando esse limite de verde chegar ao máximo mesmo com a detecção de sinais solicitando o aumento de tempo, o fluxo será interrompido dando o direito de passagem ao outro sentido.

A Figura 3 exemplifica o funcionamento das solicitações de aumento do tempo de verde.



**Figura 3-** Funcionamento de um estágio atuado em função de solicitações de veículos.  
Fonte: CONTRAN

Onde :

$S_n$  – solicitação de um veículo;

**tvd min** - tempo de verde mínimo

**tev** - tempo de extensão de verde;

**tv<sub>d</sub> max** - tempo de verde máximo;

**tv<sub>d</sub>** - tempo de verde real.

Na Figura 7, o S é a solicitação de aumento de tempo de verde, o **tv<sub>d</sub> min** é o tempo mínimo de verde mesmo que não haja nenhuma solicitação de aumento de verde, ou seja, mesmo não havendo detecção de veículos um tempo mínimo de verde será executado. O **tev** é o tempo de extensão de verde para cada solicitação de aumento S, ou seja, para cada detecção de um veículo será acrescentado o tempo de tev. O **tv<sub>d</sub> max** é o tempo máximo que o sinal poderá ficar verde, mesmo que haja solicitações S quando atingir esse tempo, ele trocará seu estágio e o **tv<sub>d</sub>** é o tempo real que o sinal terá permanecido em verde.

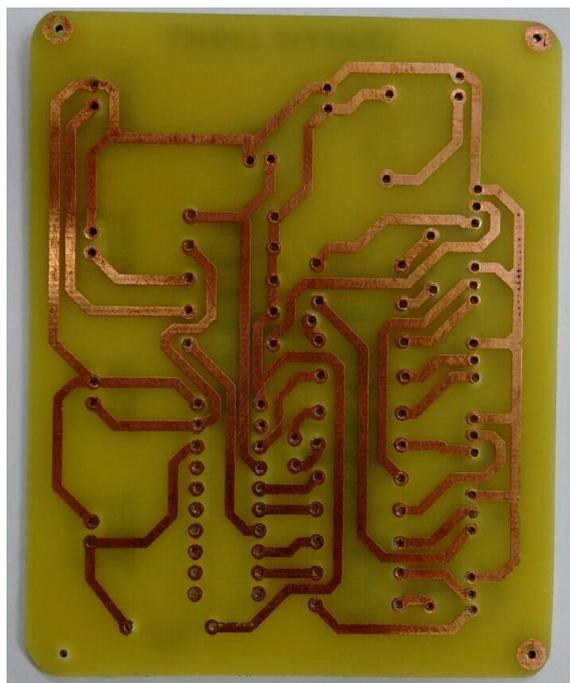
## Desenvolvimento

Durante o desenvolvimento do projeto, diversas áreas da engenharia foram utilizadas em conjunto. Foram necessários conhecimentos em eletrônica analógica e digital, circuitos elétricos, metodologia e técnica de pesquisas e elaboração de relatórios, eletricidade básica, desenho técnico, computação gráfica, sistemas de aquisição de dados, tópicos avançados, além do conhecimento do Software Isis Proteus 7.7 que possibilita ter uma pré-visualização do circuito elétrico em conjunto com o programa *CCS compiler* para a realização da programação, nos permitindo uma simulação do projeto. A utilização desses softwares, no qual é possível testar e modificar os componentes na montagem do circuito do projeto.

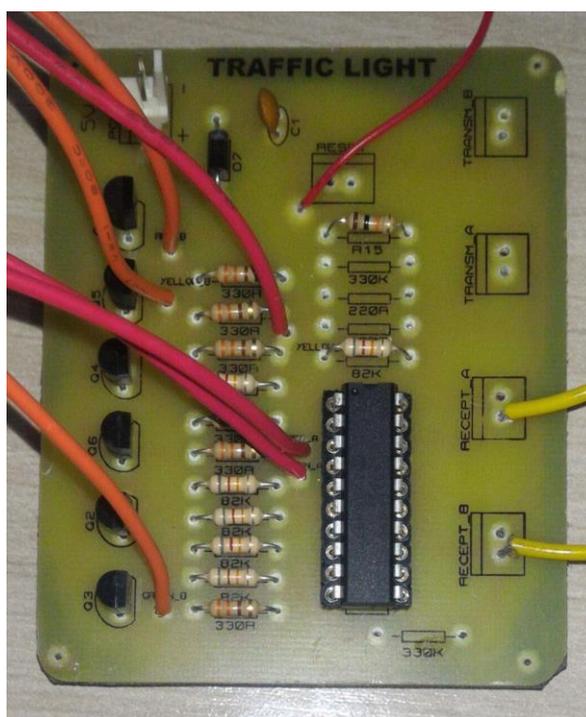
Esse projeto semaforico teve os tempos de atuação variáveis que será decidido através da presença dos veículos detectados por sensores posicionados de forma estratégica na via, diferentemente dos semáforos convencionais existentes.

O controle do sistema foi feito através do microcontrolador PIC 16F690, que por vantagem pequeno porte, baixo custo, eficiência e precisão para este tipo de controle.

Abaixo segue as imagens da placa do circuito impresso.



**Figura 4-** Verso do circuito impresso. Fonte: Autores.



**Figura 5-** Frente do circuito impresso com os componentes eletrônicos. Fonte: Autores.



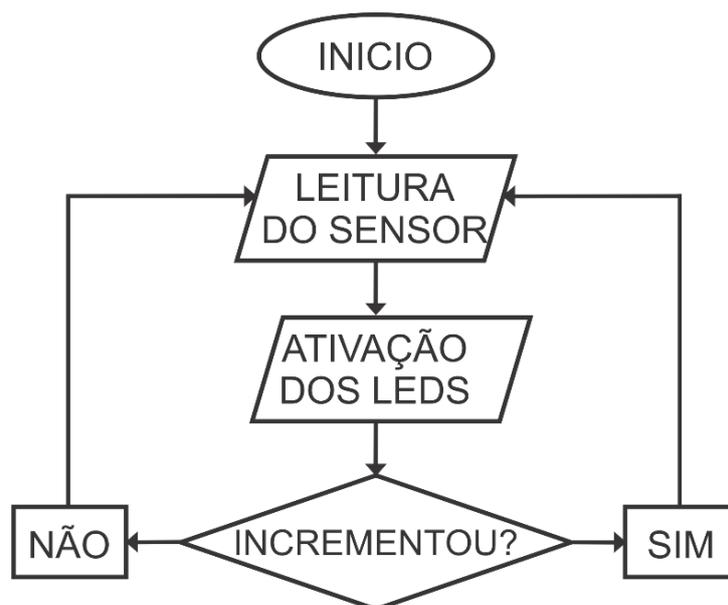
### - Extensão de verde: ativação do sensor independente da quantidade de veículos

Nesta situação quando houver detecção de veículo entre 3 a 5 segundos do verde, acrescentará mais 3 segundos a partir do segundo que foi detectado o veículo. Por exemplo: se um veículo passar no sensor no tempo de 4 segundos do verde, acrescentará mais 3 segundos, ficando assim o tempo do verde em 7 segundos.

### - Verde máximo: Alta movimentação

Esta é uma situação onde há um intenso fluxo de veículos. Pois passando um veículo pelo sensor no tempo de 4 segundos do verde, como vimos acima, o tempo de verde passará para 7 segundos. Portanto, passando outro veículo em 7 segundos, acrescentará mais 3 segundos, indo para 10 segundos o tempo do verde. Neste momento, o tempo do verde está em 10 segundos de duração; passando outro veículo em 9 segundos, a duração do verde se estenderá para 12 segundos. Se este último veículo citado passasse no tempo de 10 segundos, não haveria acréscimo de tempo (porque se houvesse o acréscimo, o tempo do verde passaria a ser 13 segundos); portanto sendo o verde máximo 12 segundos, não há o acréscimo.

A imagem abaixo ilustra o fluxograma do programa que está no anexo 1 e representa o funcionamento do projeto.



**Figura 7-** Representação o funcionamento do equipamento. Fonte: Autores.  
*Revista eSALENG – Revista eletrônica das Engenharias do UniSALESIANO – Vol.7. no. 1, 2019.*

## **Resultados obtidos e análise**

Colocando para funcionar na maquete o circuito desenvolvido, presenciamos que alcançamos o objetivo de programar uma sinalização semafórica totalmente atuado, utilizando um microcontrolador e demonstrar seu funcionamento em dimensões menores com tempos fictícios.

Para termos alcançado esse êxito, dispusemos de muito esforço e um longo tempo de estudos e pesquisas, pois tivemos que aperfeiçoar nossos conhecimentos na programação de microcontroladores e desenvolvimento de um circuito impresso.

No início, encontramos dificuldades na execução da programação do semáforo com sensores, pois estávamos fazendo a lógica com delay, impossibilitando dos sensores fazerem sua função na hora imediata do recebimento do sinal. Buscamos informação com o orientador e fomos direcionados a realizar a programação com o Timer e Interrupções, sendo assim, o semáforo com sensores funcionou corretamente.

Com o circuito já montado, ao realizar os testes fisicamente, foi encontrado um mal funcionamento dos sensores escolhidos, pois por serem analógicos o sensor receptor estavam recebendo sinal baixo, dificultando a sua configuração no microcontrolador, então realizamos a troca por sensores que em seu circuito transforma o sinal analógico em digital, ocorrendo bem o funcionamento desejado.

Para uma aplicação deste projeto do microcontrolador e sensores controlando um sistema semafórico real, é preciso a coleta de diversos dados do local que será implementado o sistema, por esse motivo decidimos apenas focar no estudo de como é realizado este processo e simular na maquete com tempos fictícios.

## **Conclusões**

Apresentada as situações que nos levaram à decisão de desenvolver este projeto, como por exemplo, esperar em um semáforo fechado sem ter movimentação no semáforo que está aberto; analisamos como esta situação poderia ser solucionada e encontramos uma possível solução, que seria sensores detectar os veículos e assim os semáforos agirem em função do trânsito.

Para desenvolver o projeto, tivemos que estudar normas estabelecidas pelo CONTRAN às sinalizações semaforicas, e assim, termos diretrizes confiáveis para o desenvolvimento do mesmo.

Realizado esses estudos, vimos que para implementar um semáforo é necessário a coleta de diversos dados do local onde irá ser instalado e diversas contas são feitas para estabelecer os tempos adequados àquele local, notando assim a importância da engenharia para a realização e concretização funcional e correta de serviços.

### **Referências Bibliográficas**

CONTRAN. *Conselho Nacional de Trânsito VOLUME V Sinalização Semaforica(Brasil)*, 2014.

G1. *Auxiliar Administrativo é assaltado em semáforo no centro de Araçatuba.*

Disponível em:

<<http://g1.globo.com/sao-paulo/sao-jose-do-rio-preto-aracatuba/noticia/2016/04/auxiliar-administrativo-e-assaltado-em-semaforo-no-centro-de-aracatuba.html>>. Acesso em: 16 de maio de 2017.

PIMENTEL, Fernando. *Acionamento de Interrupção em Semáforo para pedestres por Botão no Solo*.2012. Monografia – Centro Universitário de Brasília, Brasília.

# Desenvolvimento de um Titulador Automático

## *Development of an Automatic Titration*

Édi Robi Ferrari Bortolim<sup>1</sup>  
Giovanni Panegossi Formaggio<sup>1</sup>  
José Eduardo Rodrigues Dias<sup>1</sup>  
Júnio Henrique Bortolim<sup>1</sup>  
Michael Cesar Soares Vieira<sup>1</sup>  
Daniel Lucas de Oliveira<sup>2</sup>

### RESUMO

A titulação é processo utilizado em laboratórios, para a determinação da concentração de um soluto, utilizando um cálculo com o volume necessário de titulante para neutralizar o analito. O presente trabalho, faz a titulação de neutralização, assim como é feito manualmente, dosando o volume de titulante conforme a variação de pH do analito for aumentando ou diminuindo, e ao atingir o pH 7.00, a solução titulada estará neutralizada, então é feito o cálculo da concentração do analito através de um sistema de controle. Assim informando o analista sua concentração.

**Palavras-Chave:** Titulação, Automatizado, Ácido e Base, Neutralização.

### ABSTRACT

Titration is a process used in laboratories for the determination of the concentration in a solute using a calculation with the necessary volume of titrant to neutralize the analyte. The present work, do the titration of neutralization as is done manually by dosing the titrant volume as the pH variation of the analyte is increasing or decreasing and upon reaching pH 7, the titrated solution will be neutralized, then the concentration of the analyte is calculated through of a control system. This informing the analyst of his concentration.

**Key-words:** Titration, automation, acid and base, Neutralization.

### Introdução

A revolução industrial disseminou por todo o mundo maquinários industriais que substituíram o trabalho manual, com isso a produção cresceu e houve uma redução nos custos (HAGE; CARR,2012).

---

<sup>1</sup>Acadêmicos do curso de Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba- SP

<sup>2</sup>Engenheiro Mecatrônico, Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Docente dos cursos de Engenharias Mecatrônica Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium - Araçatuba - SP

Além disso, houve avanços em muitas áreas da ciência, inclusive na química. Esses avanços resultaram no aprimoramento de métodos para a fabricação de aço, corantes para tecidos, tintas e outros produtos (HAGE; CARR,2012).

Ocorreu uma grande produção de ácidos e bases durante a revolução industrial, pois são substâncias necessárias em determinados processos de fabricação. Assim, ter um controle preciso da pureza dessas soluções é algo importante. Isso fez com que as indústrias investissem em laboratórios para realização desses testes, para determinar a concentração de uma solução, sendo ela matéria prima ou produto final (HAGE; CARR,2012).

A titulação é um dos tipos de análise utilizada na química para se determinar a concentração de uma solução. David e James (2012) define a titulação como, procedimento no qual a quantidade de um analito em uma amostra é determinada pela adição de uma quantidade conhecida de um reagente que interage com o analito de uma forma bem definida; também conhecida como análise titulométrica.

A titulação ácido-base, foi um dos métodos que surgiram durante a revolução, para se medir as concentrações de um analito.

O método manual de titulação é executado por um analista que deve ter domínio no manuseio das vidrarias, como a bureta, e o Erlenmeyer. Uma pesquisa executada pelos autores com 30 alunos do 4º ano de Química do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, em março de 2017, mostrou que 97% desses alunos nunca utilizaram um titulador automático, 50% de suas dificuldades é atingir o ponto de viragem, seguido de 33% dos que tem dificuldade no manuseio do equipamento e na execução da titulação e 17% obter o resultado com precisão e exatidão. Outros dados obtidos com esta pesquisa foram sobre quais benefícios o estudante busca em um titulador automático, os resultados mostraram que aproximadamente 47% buscam um equipamento que demonstrem resultados precisos e exatos, 33% buscam facilidade na operação do equipamento e 20% esperam que o equipamento execute a titulação em um tempo rápido.

Através da pesquisa efetuada, entende-se que o equipamento desenvolvido além de executar a titulação, deverá cumprir alguns requisitos impostos pelos futuros consumidores finais. Dessa forma terá um índice alto de aceitação nos laboratórios. Alguns destes requisitos são: a precisão e exatidão do equipamento; o tempo necessário para efetuar a titulação; possuir uma IHM (Interface Homem Máquina) ideal para entendimento e que facilite a operação do analista.

## **Material e método**

### *Materiais*

Durante o desenvolvimento, necessitou-se de diversos *softwares* para projetar e executar as simulações. Assim, com o *Autodesk Inventor 2016*, tornou-se possível desenvolver e simular as peças e os suportes necessários para o equipamento. Através deste *software*, junto a uma Impressora 3D, foi possível a manufatura destes componentes.

Além do CAD utilizado, houve necessidade de *softwares* para simulações dos circuitos elétricos e as programações. Para o circuito elétrico utilizou o *Isis Proteus 7.7* e *Altium disigner 2016*, e para a programação do *firmware* utilizou-se os *softwares* Arduino IDE; os *softwares* *Docklight* e Hércules foram necessários para complementar a simulação, sua função é enviar e receber comandos pela porta serial; o *VSPE Virtual Serial Port Emulator* é um *software* que simula uma porta serial no computador, este *software* também é um complemento necessário na simulação.

No desenvolvimento do sistema supervisorio utilizou-se o *Visual Studio 2015*, para efetuar o controle e a IHM utilizou-se *softwares* específicos para o *Raspberry pi 3* como o *MobaXterm*, *VNC Viewer*, Imagem *Raspbian*, *Windows 10 IOT* e o *Xamarin Studio*, também foi necessário um computador para efetuar as simulações e teste da IHM.

Todo o *hardware* foi projetado e desenvolvido para maior eficiência, os componentes utilizados para o controle do processo e acionamento das bombas foram: *Rasperberry Pi 3* que é uma plataforma composta portas *USB*, *HDMI*, *WIFI*, entrada *Ethernet* e saída de áudio e também a placa Arduino Pro Mini; a IHM é feita através de uma tela *touch screen* de 5 pol específica para o *Rasperberry pi 3* e também pode ser utilizada em um computador.

Os componentes para sensoriamento utilizado são: eletrodo pH combinado que executa a leitura pela diferença de potencial; Sensor de temperatura DS18B20, com protocolo de comunicação *OneWire*; Modulo Sensor de pH Saída *BNC*. O arduino também foi responsável no projeto para controle das bombas peristálticas e do agitador.

Sendo este um equipamento laboratorial, é necessário que o mesmo esteja calibrado para que os seus resultados sejam precisos e exatos. Para calibrar este equipamento utilizou-se Soluções Tampão com pH 4, pH 7 e pH 10, está solução mantém estável ao meio ácido e base, isso faz com que seu pH se mantenha constante, tornando-a ideal para calibrar equipamentos (SKOOG *et al*, 2006).

### *Métodos*

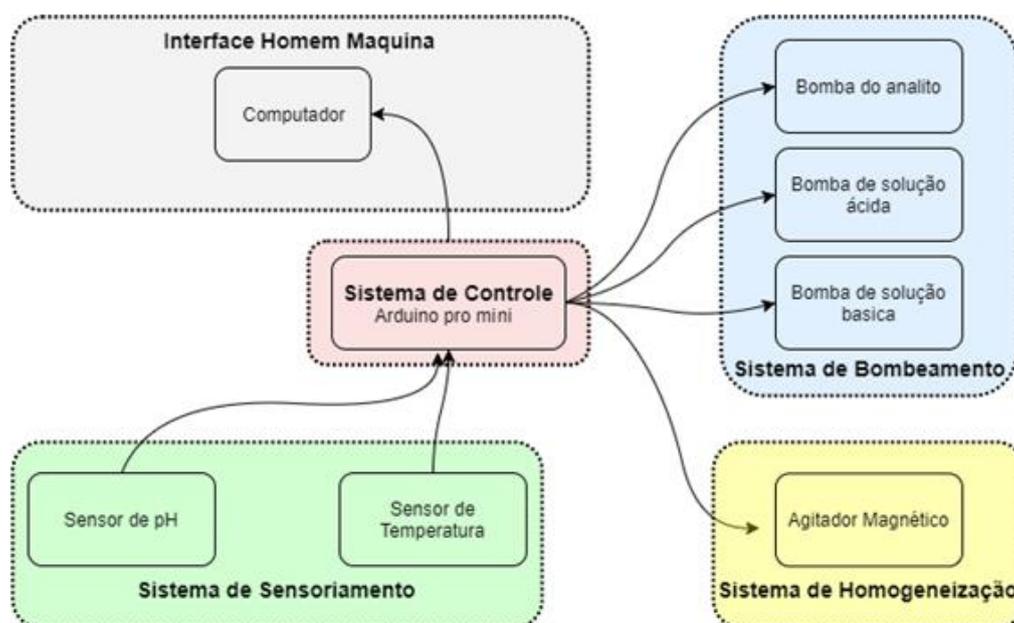
Durante o desenvolvimento deste equipamento, diversas áreas da engenharia foram utilizadas em conjunto. Foram necessários conhecimentos em hidráulica, circuitos elétricos, *software* de CAD e de CAM, programação em C++, C#.

Para o Titulado Automático efetuar este processo de forma precisa, foi necessário elaborar a programação com todas etapas que são executadas durante a titulação tanual. Sendo assim a metodologia do processo manual de titulação, ocorre da seguinte forma. O analista utiliza em uma mão, um Erlenmeyer contendo um volume determinado de solução que será titulada, junto a um indicador ácido-base, um exemplo de indicador é a fenolftaleína. Em todo momento da titulação é necessário que o Erlenmeyer seja agitado constantemente. E com o auxílio da outra mão, o analista faz o controle da vazão do titulante através da torneira na bureta(SKOOG *et al*, 2006). Ao executar esse procedimento, em um certo momento a solução irá alcançar o ponto de neutralização, com isso o indicador irá mudar sua cor, informando ao analista o momento que o analito se torna neutro. Após efetuar esse procedimento, o analista utiliza a concentração conhecida do titulante, o volume utilizado de analito e o volume de titulante utilizado para neutralizar o analito, e faz um cálculo para determinar a concentração do analito.

Sabendo que a cada gota de titulante que é colocado no analito ocorre a variação do pH, é possível desenvolver uma curva relacionando o pH com o volume do analito, assim é possível verificar o comportamento do pH quando se aproxima do ponto de equivalência (BACCAN,2001).

A mecânica e *software* do equipamento foram projetados utilizando a metodologia da Titulação Manual.

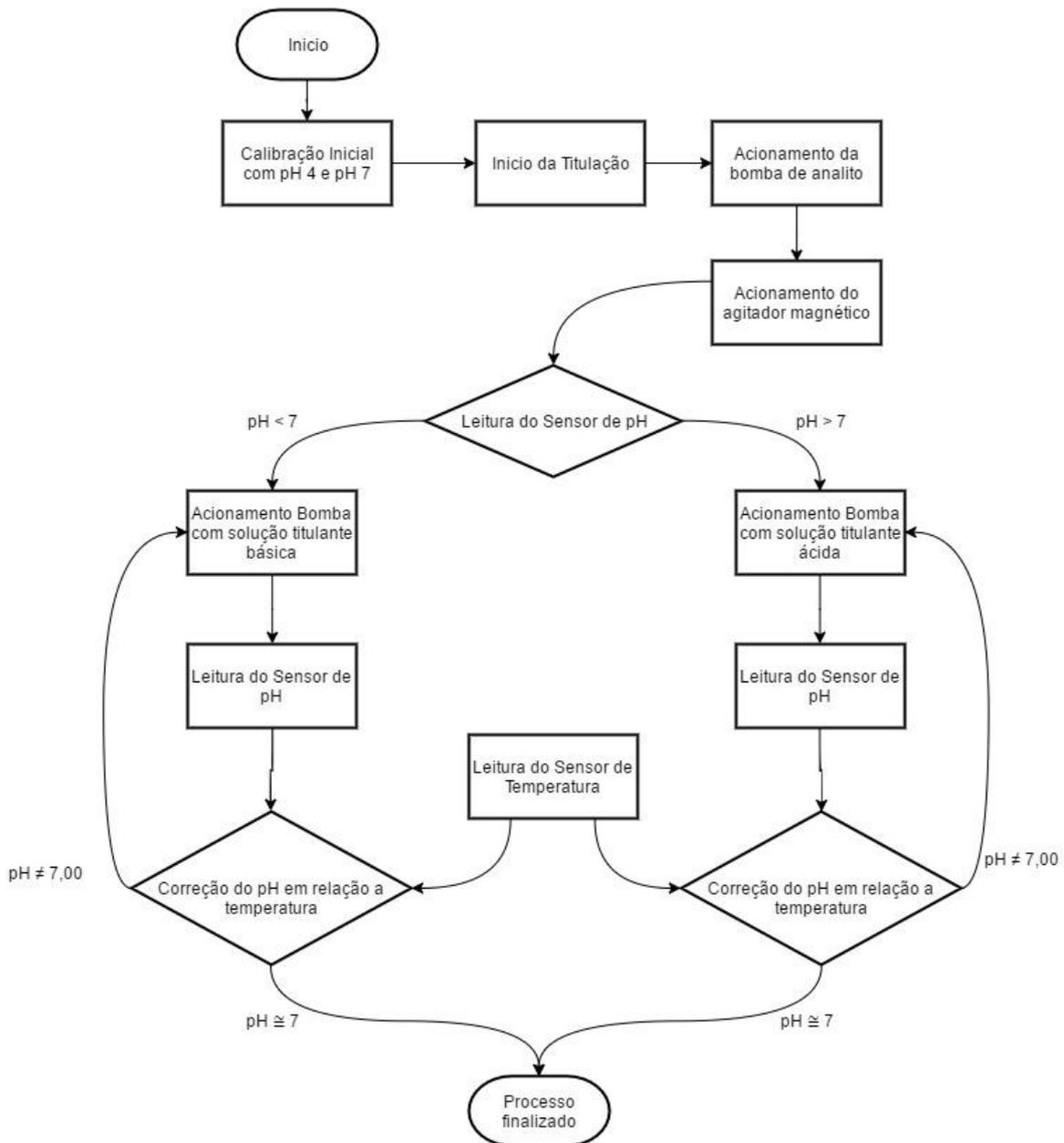
A figura 1 é um diagrama em bloco de todo o conjunto dos sistemas que fazem parte do Titulador Automático.



**Figura 1** - Diagrama em Blocos do Titulador Automático. Fonte: Autores

### *Sistema de Controle*

O sistema de controle é responsável por comandar o sistema de bombeamento e de agitação com a utilização de um Arduino Pro Mini, foi desenvolvido todo o firmware que irá interpretar os dados obtidos na leitura do Sensor de pH e de Temperatura, efetuando cálculos estequiométricos, para se obter o resultado final do pH do analito. Com estes dados obtidos nas leituras, juntamente aos dados que foram informados pelo analista, será possível controlar todo o processo de titulação, acionando as bombas e o agitador conforme necessário. A Figura 2, demonstra todo o funcionamento do sistema, em forma de blocos.

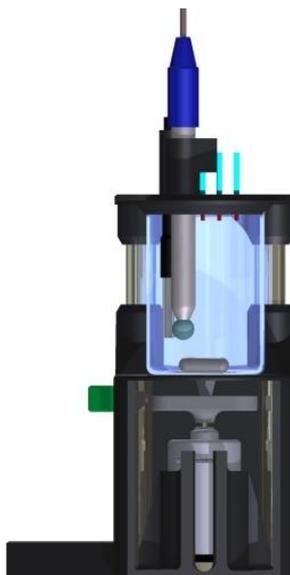


**Figura 2** - Diagrama representativo do sistema do Titulador Automático. Fonte: Autores

### *Homogeneização da solução*

No processo de Titulação Manual, o analista precisa agitar constantemente o Erlenmeyer, para homogeneizar a mistura de analito com titulante. Já no Titulador Automático, este processo é executado através do agitador magnético.

Este agitador utiliza uma barra magnética, com um encapsulamento, construído em ABS. Com o fenômeno de magnetismo presente nesta barra, uma das extremidades possui um polo positivo, e na outra um polo negativo. Da mesma maneira estão dispostos os dois Imãs de Neodímio que se encontram fixados nas extremidades de um rotor. Este rotor está acoplado no eixo de um motor DC, como é possível observar na figura 3.



**Figura 3** - Agitador magnético. Fonte: Autores

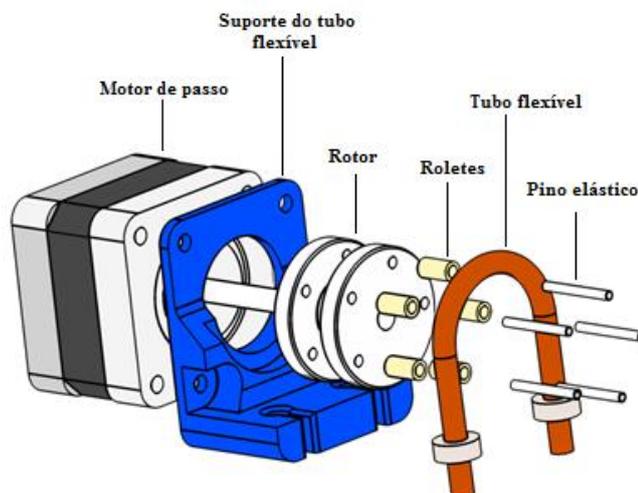
Para que esta barra magnética seja atraída pelos ímãs, é necessário que sejam posicionados com polos invertidos, sendo assim o polo positivo do ímã irá atrair o polo negativo da barra magnética, e o polo negativo do ímã irá atrair o polo positivo da barra magnética. Dessa forma ao acionar o motor, a barra magnética acompanhará a rotação do motor. (TIPLER,2000)

As vantagens de utilizar o agitador magnético, é que só necessita do analista inserir a barra magnética no Erlenmeyer. Com a utilização de um motor DC sendo controlado por PWM, tornou possível efetuar o controle da rotação do mesmo.

#### *Sistema de Bombeamento*

Para o sistema de bombeamento foram utilizadas bombas peristálticas. Estas bombas são utilizadas em sistemas que necessita de precisão e que não ocorra contato entre o fluido a ser bombeado com os componentes moveis da bomba(SUHAS, 2012).

Pode-se observar na figura 4 o tubo flexível, onde o fluido passa ao ser bombeado, este tubo é constituído do material BPT. Este polímero possui alta resistência a ácido forte e base forte, tornando-a ideal para utilização no equipamento desenvolvido.



**Figura 4** - Componentes da Bomba Peristáltica. Fonte: Autores

O sistema utiliza uma bomba para transferir o analito do reservatório ao baker, e outras duas bombas para a solução ácida e a solução básica.

### Sistema de Sensoriamento

Para o sistema de sensoriamento, utilizou-se um eletrodo de pH e um sensor de temperatura DS18D20, assim o sistema de controle efetuará a leitura do eletrodo de pH e aplicará a correção da temperatura da solução.

O princípio de Le Chatelier define que quando um sistema em equilíbrio sofre alguma mudança como pressão e temperatura, o mesmo irá se esforçar para minimizar estes esforços (MALIJEVSK'A, 2005).

Sendo assim a correção da temperatura pode ser feita, utilizando o valor do produto iônico da água ( $K_w$ ), pois para cada temperatura, este coeficiente de produto iônico da água possui um valor. Porém para este sistema, utilizou-se o Módulo EZO pH, o mesmo já possui integrado em seu sistema a correção de temperatura.

Então o sistema de controle utiliza o valor recebido do sensor de pH e do sensor de temperatura, e faz o tratamento desses dados para resultar em um pH final que é utilizado na titulação.

Os sensores são fixados em um suporte que funciona como uma tampa para o baker de 150ml, dessa forma o analista consegue inserir e retirar o baker do equipamento de forma simples e rápida.

### Interface Homem Máquina

A IHM deste equipamento, foi desenvolvida para funcionar de forma simples e intuitiva, para melhor manuseio do analista. A comunicação entre o Computador e o Arduino, é feito utilizado através do RS232. A interface possui um Status que mostra o andamento do processo ao analista, e também informa os procedimentos que necessitam de intervenção do mesmo, como exemplo a calibração.

Pode-se observar na figura 5 a interface deste equipamento, e também suas respectivas áreas para entrada e saída de dados.

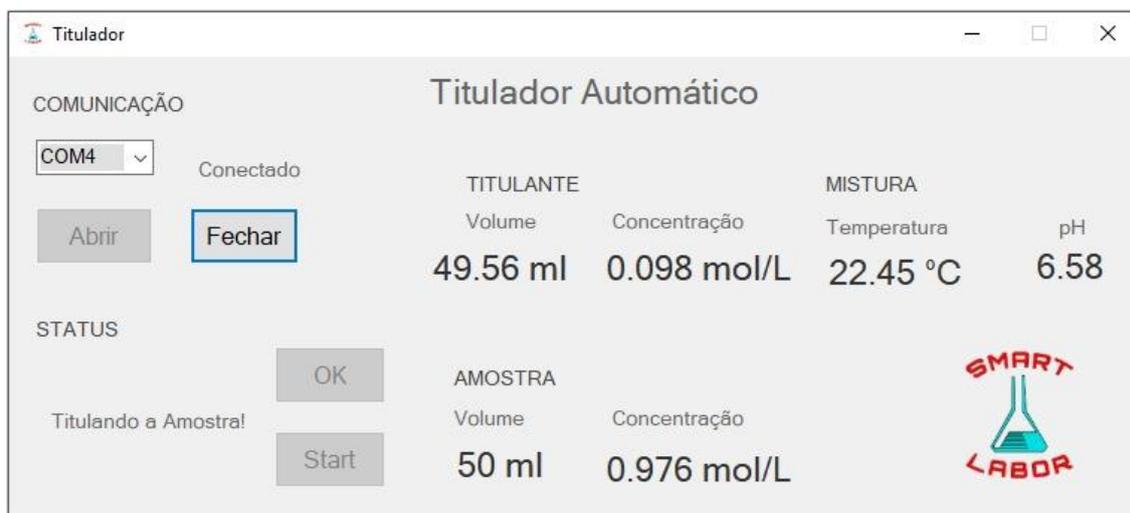
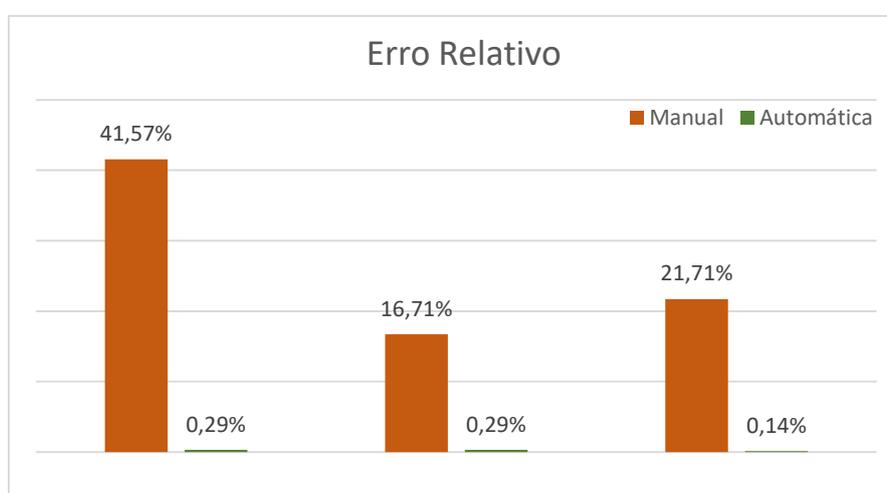


Figura 5 - Interface do equipamento. Fonte: Autores

### Resultados e Discussões

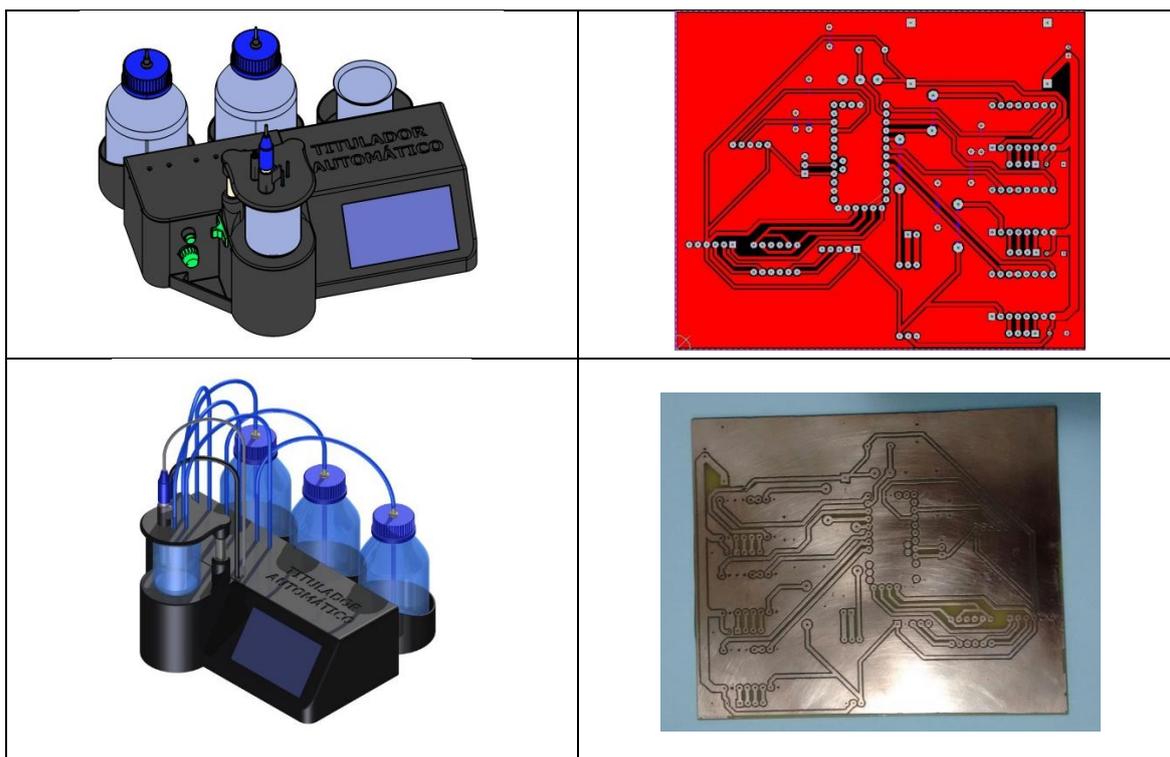
Foram executados teste com o equipamento, e observou-se uma falha ao obter o resultado de pH 7.00 ao finalizar da titulação. Isto ocorreu devido a função que relaciona a variação de pH com Volume de titulante. O problema foi amenizado com o desenvolvimento e aplicação de duas soluções, sendo a primeira a redução do diâmetro da mangueira que interliga a bomba com o recipiente de titulação e a segunda solução aplicada, foi realizando uma dinâmica entre a amostra e titulante, fazendo pequenas dosagens de ambos, este processo se assemelha ao controle PD, porém possui características específicas para tal aplicação. Com isto obteve-se resultados com aproximadamente 99,6% de precisão em relação ao eletrodo utilizado. No gráfico I é possível observar a comparação do erro relativo entre o método de titulação manual e automático. Sendo assim os resultados obtidos atingiram a proposta inicial.



**Gráfico 1** - Erro relativo do processo de titulação manual e com o titulador automático. Fonte: Autores.

Com o desenvolvimento do primeiro protótipo, observou-se algumas melhorias possíveis, sendo a primeira o desenvolvimento da PCB, isto é, substituir os módulos por componentes integrados. Com esta aplicação a dimensão da placa irá diminuir. Uma outra melhoria já definida é a utilização de um sistema embarcado, com microprocessador e tela touch screen de 5 polegadas. Dessa forma o uso do computador externo será dispensado. Para isto já foi antecipado a parte estrutural do projeto, que já se encontra com alojamento para a tela touch screen em questão.

As Tabela I, possui figuras do processo de desenvolvimento simulação e construção do Titulador Automático.



**Tabela I-** Imagens e fotos do processo de fabricação do equipamento. Fonte: Autores.

## Conclusão

O projeto que inicialmente não representava ser tão complexo, passou a ser tornar um grande desafio para o grupo, agregando novos conhecimentos na área técnica, desde de programação de baixo à alto nível, desenvolvimento de circuitos eletrônicos e partes mecânicas. Foram necessárias além de pesquisas voltadas para o campo da química, a colaboração de terceiros relacionados à esta área.

Tendo em vista tais dificuldades, um dos principais fatores que resultaram no sucesso do projeto foi o trabalho em equipe, contando com dedicação integral dos participantes em todo processo de pesquisa e desenvolvimento.

## Referências

- BACCAN, Nivaldo *et al.* *Química analítica quantitativa elementar*. 3. Ed. São Paulo, Blucher, 2001.
- HAGE, CARR. *Química analítica e análise quantitativa*. 1. Ed. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2012.
- MALIJEVSK'A, Anatol *et al.* *Physical chemistry in brief*, Institute of Chemical Technology, Prague, Faculty of Chemical Engineering, 2005.
- SKOOG, Douglas A *et al.* *Fundamentos de química analítica*. 8. Ed. São Paulo, Cengage Learning, 2006.
- SUHAS, R. Dhumal. *Design and development of rotary peristaltic pump*. Bharati Vidyapeeth Deemed University College of Engg, India, 2012.
- TIPLER, Paul A. *Física: eletricidade e magnetismo, ótica*. 4. Ed. Rio de Janeiro, LTC, 2000.