

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
ENGENHARIA MECÂNICA
DIOGO ALVES CUNHA

N. CLASS.....
GUTTER.....
ANO/EDIÇÃO.....

**ANÁLISE ESTÁTICA DO CONJUNTO COLUNA-BRAÇO DE UM SISTEMA
SEMAFÓRICO PARA A REGIÃO DO SUL DE MINAS**

Varginha
2013

FEPESMIG

DIOGO ALVES CUNHA

**ANÁLISE ESTÁTICA DO CONJUNTO COLUNA-BRAÇO DE UM SISTEMA
SEMAFÓRICO PARA A REGIÃO DO SUL DE MINAS**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica
do Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG
como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel
sob orientação do Prof. Erik Vítor Silva.

**Varginha
2013**

DIOGO ALVES CUNHA

**ANÁLISE ESTÁTICA DO CONJUNTO COLUNA-BRAÇO DE UM SISTEMA
SEMAFÓRICO PARA A REGIÃO DO SUL DE MINAS**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica
do Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG
como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel
pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Me. Luiz Carlos Vieira Guedes

Prof. Me. João Mário Mendes de Freitas

Prof.^o. Esp. Luciene de Oliveira Prósperi

OBS:

Dedico este trabalho às mulheres da minha vida: Rosângela, Débora, Maria Luiza e Anna Victória, que com sua torcida, sua preocupação, suas rezas diuturnas e seu apoio incansável tornaram possível minha chegada até aqui. Dedico também aos meus verdadeiros amigos que sempre estiveram comigo e a meus colegas de sala.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força, perseverança e fé para superar os momentos difíceis, que não foram poucos, aos meus professores pelo ensinamento e experiência transmitidos, pelos momentos de compreensão, apoio e confiança diante dos vários problemas enfrentados e aos meus colegas pela força e pelas barras enfrentadas, mas também os momentos hilários e inesquecíveis que vivemos durante estes cinco anos.

“Quando nosso caminho se fizer resistente,
faremos com resistência este caminho”.

Exército Brasileiro
EsSA - Infantaria – Brasil
Original: Frank Leah

RESUMO

Esta análise visa apresentar de modo sintético e simplificado algumas das características mecânicas do conjunto coluna-braço de um sistema semafórico simples para ser utilizado na região do Sul de Minas. Este por sua vez foca-se na parte mecânica estática das principais ações que o conjunto poderia sofrer. Tal estudo constitui a primeira etapa de um projeto que visa criar um padrão estrutural de semáforos para a empresa, cujos vetores de escolha já sejam previamente calculados e assim tabelados, conforme a localidade que possam vir a serem instalados estes equipamentos; o que visa ser um agregador de agilidade nos tramites de projeto, assim minimizando o tempo total de projeto empregado para cada caso; o que pode vir a ocasionar reduções consideráveis nos custos (fixos e/ou variáveis) de fabricação, transporte, e instalação dos equipamentos.

Palavras-chave: Dimensionamento. Tempo de projeto. Viabilidade de projeto.

ABSTRACT

This review aims to present synthetically and simplified some of the mechanical characteristics of the column-arm of a simple traffic light system to be used in the southern region of Minas. This in turn focuses on the static mechanics of the main actions that the group could suffer. This study is the first step in a project aimed at creating a structural pattern of lights for the company, whose vectors of choice now are previously calculated and tabulated as well as the location that may be required such equipment, which is intended to be a aggregator agility procedures for project, thus minimizing the total time project employee for each case, which may ultimately lead to considerable reductions in costs (fixed and / or variable) manufacturing, transportation, and installation of equipment.

Keywords: *Scaling. Project time. Project feasibility.*

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Réplica do primeiro semáforo da Alemanha no início do século XX.....	12
Figura 2. Alguns tipos de colunas semaforicas	17
Figura 3. Grupo Focal Semaforico	18
Figura 4. Tubo de Aço diâmetro 127mm para coluna semaforica	20
Figura 5. Tubo de Aço diâmetro 114,3mm para braço projetado, já dobrado.....	20
Figura 6. Configuração A – Modelo mais simples.....	21
Figura 7. Configuração B – Modelo mais complexo.....	22

1 INTRODUÇÃO

Em face à nova realidade da Engenharia de tráfego no Brasil, aonde um grande percentual de municípios dentro do território chegam a atingir a média de um veículo por cidadão, tornou-se necessário a modernização e adaptação à realidade de cada localidade, a implantação dos equipamentos utilizados nos mais diversos e complexos projetos viários do país.

Dentro deste contexto, o Grupo Contransin, localizado na cidade de Três Corações/MG, visa prestar serviços de Engenharia de Tráfego. O Grupo adotou novas concepções, uma vez que nos últimos anos sofreu um súbito crescimento, tornando-se uma indústria de equipamentos de sinalização viária. Entre essas novas concepções, destaca-se a procura pela melhoria contínua de produtos e serviços prestados, bem como zelar pela segurança dos usuários das vias de tráfego.

Este estudo descreve de até onde foi autorizado pela empresa, os detalhes construtivos principais do conjunto formato pela coluna e o braço projetado que juntos sustentam todo o conjunto semafórico bem como os demais acessórios utilizados nos mais diversos casos e aplicações.

Centrado no conjunto então denominado Coluna-Braço, e direcionado para implantações realizadas na região do Sul de Minas. Esta análise é a primeira etapa de um projeto maior complexidade, que visa tabelar (via cálculos) o melhor modelo para cada região e situação, mensurando coeficientes fixos para os diversos projetos existentes.

Com tal compilação de casos, espera-se que ocorra uma redução considerável de custos (fixos e/ou variáveis) envolvidos ao longo da cadeia do projeto (planejamento à entrega).

Para tal, serão considerados fatores que neste trabalho não serão levados em consideração, sendo estes, por exemplo, os esforços de torção e flexão da coluna-braço, cisalhamento dos componentes de fixação, estudo de solos, bem como ação da oxidação nos elementos.

2 HISTÓRIA DO SEMÁFORO

O Trânsito possui diversos equipamentos que têm por finalidade manter a segurança dos usuários da via bem como assegurar a fluidez do trânsito. Um destes equipamentos é o histórico Semáforo, sinaleira ou farol, popularmente conhecido.

Basicamente o equipamento trata-se de um dispositivo luminoso composto por três círculos de luzes coloridas, vermelha, verde e amarela, cada qual com seu significado. Este sistema permite a organização de passagem nas zonas de conflito nas interseções, sendo limitados tempos de passagem para cada ponto do cruzamento.

Segundo BBC Home (2009), a próxima vez que a sua condução suave para o trabalho é interrompida por um semáforo vermelho, você pode refletir sobre o fato de que foi um homem de Nottingham, que criou o mais importante sistema de gestão de tráfego.

Engenheiro John Peake Cavaleiro era um gerente de trem. Especializou-se na concepção de sistemas de sinalização para o crescimento da rede ferroviária da Grã-Bretanha. Ele não viu nenhuma razão para que estas não pudessem ser adaptadas para uso na estrada. Na época não havia carros na estrada, não havendo uma preocupação crescente com o número de carruagens puxadas por cavalos e perigo aos pedestres.

Knight propôs a utilização de um sistema de semáforo, um método em que um braço era ou numa posição horizontal ou comum ângulo. Ele determinava se um trem poderia passar ou não. Decidiu tratar estradas principais e estradas secundárias como se fossem principais e linhas ferroviárias de ramo. O método semáforo seria usado durante o dia e à noite as luzes vermelha se verdes seriam operada sem seu lugar. Sendo este sistema alimentado por um gás.

Levariam três anos para que o plano fosse implementado, e em 09 de dezembro de 1868 primeiro semáforo do mundo foi instalado no cruzamento da Great George Street e Bridge Street, no bairro londrino de Westminster, perto de Ponte de Westminster. Policiais ficavam ao lado dos sinais durante todo o dia, a fim de operá-los. Foi um sucesso imediato. Mas em um mês um desastre atingiu o projeto. Uma noite, uma rede de gás com vazamento resultou em um dos semáforos explodindo na cara do policial que lhes estava operando. Ele ficou gravemente queimado. O projeto, tão entusiasticamente saudado, foi imediatamente descartado, vindo a aparecer novamente em 1929, na própria Londres, quando os primeiros sinais elétricos foram introduzidos.

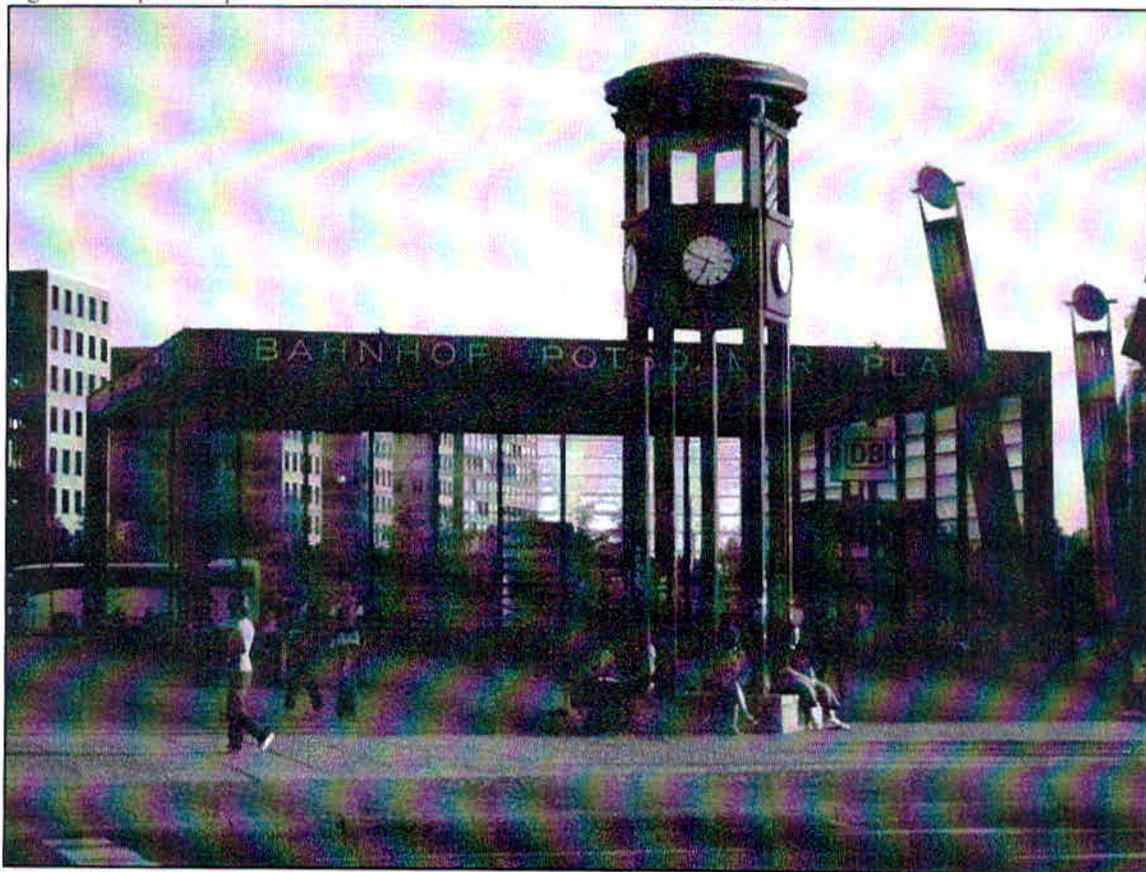
Depois deste tempo este tipo de equipamento passou por crescentes evoluções, variando seus modelos, tamanhos e formas. Seu tipo de controle passou a ser automatizado

eletromecanicamente em meados do século XX e nos dias de hoje totalmente micro processado com controle por softwares ligados a modernas centrais de controle.

Sua forma luminosa, após passar pelas tradicionais lâmpadas incandescentes de filamento reforçado de tungstênio, hoje passa a ser composta por LED (Diodo Emissor de Luz), que resultou em ganhos na redução do consumo de energia na ordem de 80 a 90%.

A Figura abaixo mostra o primeiro Semáforo da Alemanha, no início do século XX, que resolveu abordar o problema do trânsito construindo torres no meio de cruzamentos da cidade de Berlim. Nessas torres trabalhavam policias dentro de umas cabinhas a mudarem as luzes conforme necessário. Este tipo de torre, que teve várias variações durante as décadas seguintes, foi muito utilizado em Nova Iorque a partir de 1916.

Figura 1. Réplica do primeiro semáforo da Alemanha no início do século XX



Fonte: Origem das Coisas, 2013.

3 AVANÇOS NA ENGENHARIA ESTRUTURAL

Segundo Castro, (1997), a década de 90 do século XIX foi um período de progressos na construção de edifícios de aço, com o amadurecimento de muitos sistemas estruturais, métodos de cálculo e tecnologia, por exemplo, tecnologia de solda, construção composta aço-concreto, cálculo de estruturas sismo-resistentes, pontes estaiadas, edifícios altos, estruturas de concreto de alta resistência, e muito mais. Estes avanços na construção de edifícios, é claro, não ocorrem isoladamente. Desenvolvimentos paralelos na ciência dos materiais, mecânica aplicada, metalurgia, matemática, ciências da computação, química, física, e em muitos outros campos fizeram do século vinte talvez o mais excitante para todos os cientistas e engenheiros. As forças estimulantes destas mudanças são muitas e é importante destacar que o aparecimento e evolução das normas técnicas direcionaram a construção civil, estabelecendo “regras” a serem cumpridas pelos projetistas e construtores.

Buscou-se entender bem a resistência última das estruturas sob carregamentos estáticos e dinâmicos. Este entendimento foi então aplicado na prática de uma forma direta para um projeto específico ou em normas de cálculo. O crescimento da pesquisa em comportamento não linear de estruturas, em análise computacional, projeto ótimo (otimização), análise e cálculo probabilístico também se mostrou intenso. Em particular, a pesquisa na aplicação de métodos estocásticos tem representado no tema segurança estrutural, um dos mais proveitosos esforços de pesquisa dos últimos quarenta anos. Esta foi, certamente, uma época de ouro da pesquisa em projeto e construção de edifícios.

Os grandes avanços em normas durante os últimos 40 anos foram:

- a. A ênfase no controle e garantia de qualidade no escritório de cálculo, na fábrica e na obra;
- b. A emergência de métodos de introdução da segurança baseados em probabilidade;
- c. A mudança do método de introdução da segurança, de tensões admissíveis para estados limites;
- d. A progressiva internacionalização do processo de elaboração de normas, como por exemplo, os códigos europeus (EUROCODE).

O papel das normas de cálculo é garantir a segurança de todas as estruturas construídas sob sua jurisdição. A função do calculista é então criar uma estrutura que atenda às exigências mínimas das normas para a segurança e que seja ao mesmo tempo prática e econômica. É necessário que a norma dê atenção à praticidade e à economia, mas sua principal função é a garantia da segurança.

A segurança estrutural pode ser definida pelas duas declarações seguintes:

- a. Não haver colapso ou outra má função estrutural durante a construção;
- b. Não haver danos sérios à estrutura ou seus componentes, nem provocar qualquer trauma físico ou psicológico para seus ocupantes durante a vida útil da estrutura, como um resultado de eventos extraordinários que podem ser esperados para ocorrer em intervalos raros;

Calculistas estruturais, guiados pelas normas de cálculo e por sua perícia e experiência, são cobrados pela sociedade para assegurar tais condições de segurança.

Um dos principais objetivos do cálculo estrutural na engenharia é assegurar o desempenho satisfatório das estruturas com o máximo de economia possível.

Certamente a garantia de desempenho, incluindo a segurança, é primeiramente (senão unicamente) responsabilidade de engenheiros. Atingir este objetivo, entretanto, geralmente não é um problema simples, particularmente pelo grande número de sistemas estruturais existentes. Sistemas estruturais podem falhar ao desempenhar suas funções para as quais foram projetados, pois o risco está geralmente implícito nestes sistemas.

No caso de uma estrutura, sua segurança é, claramente, uma função da máxima ação (ou combinação de ações) que lhe pode ser imposta durante sua vida útil e dependerá também da resistência ou capacidade desta estrutura ou seus componentes, de suportar estas ações. Como a máxima ação da vida útil de uma estrutura e sua capacidade real são difíceis de serem previstas exatamente, e qualquer previsão está sujeita a incertezas, a garantia absoluta da segurança de uma estrutura é impossível. Na realidade, segurança (ou desempenho) podem ser garantidos somente em termos da probabilidade de que a resistência disponível (ou capacidade estrutural) será suficiente para resistir à máxima ação ou combinação de ações que poderá ocorrer durante a vida útil da estrutura.

Problemas de confiabilidade em engenharia podem ser definidos como a determinação da capacidade de um sistema que atenda a determinadas condições (exigências). Na consideração da segurança de uma estrutura, a preocupação é assegurar que a resistência da estrutura seja suficiente para suportar a atuação da máxima ação ou combinação de ações durante a sua vida útil.

Na realidade, a determinação da resistência disponível bem como da máxima solicitação da estrutura não são problemas simples. Estimativas e previsões são sempre necessárias para estes tipos de problemas, incertezas são inevitáveis pela simples razão de que as informações relativas aos problemas de engenharia são invariavelmente incompletas. Diante de tais incertezas, a resistência disponível e a solicitação real não podem ser determinadas precisamente, elas podem ser descritas como pertencentes a determinados

intervalos, podendo ser modeladas como variáveis aleatórias. Nestes termos, portanto, a confiabilidade de um sistema pode ser mais realisticamente medida em termos de probabilidade.

Para esta proposta, definem-se as seguintes variáveis aleatórias: X = resistência, e Y = solicitação.

4 ENGENHARIA NA SEGURANÇA DO TRÂNSITO

Diante dos avanços na engenharia estrutural apresentados acima, cabe ressaltar também os avanços e a relação da engenharia na segurança do trânsito, que no contexto do trabalho é tratado o aumento da lucratividade da empresa, porém destacando como prioridade a segurança dos equipamentos, garantindo assim a integridade dos usuários das vias de tráfego possuidoras destes equipamentos.

Segundo Ferraz (2012), a Engenharia Viária trata do projeto, construção e manutenção da infraestrutura viária, que é constituída das vias e obras de arte (pontes, viadutos, passarelas, trevos, rotatórias, estruturas metálicas, túneis, etc.). Três Aspectos importantes com relação ao planejamento e projeto do sistema e de trânsito são: economia, estética e impacto ambiental.

As soluções devem ser um tanto quanto possível, baratas, uma vez que os recursos econômicos são escassos. As obras viárias e a sinalização de trânsito devem estar integradas de forma harmônica com a paisagem urbana ou rural, apresentando uma estética adequada. Também é importante que as soluções não degradem o ambiente natural e o ambiente construído, uma vez que algumas obras viárias e o trânsito intenso podem trazer grandes prejuízos para as zonas residenciais, zonas históricas, áreas verdes, etc.

A partir dessas considerações deste, que é um dos profissionais da área de Engenharia de Tráfego mais respeitados do país, todo o estudo e as ações a serem realizadas nas novas estruturas, serão realizados sempre levando em consideração essas colocações.

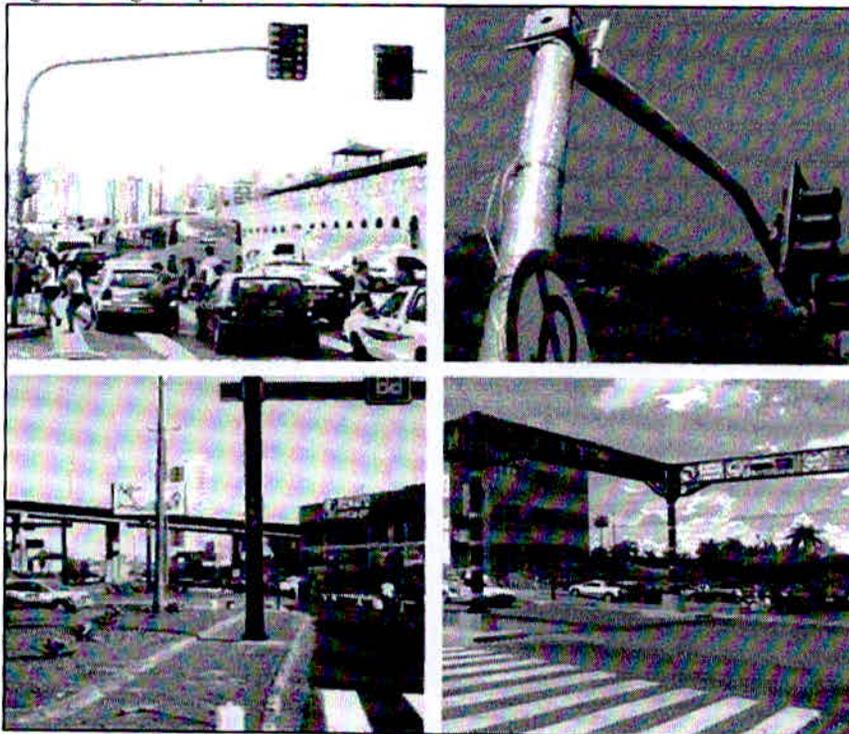
5 COLUNAS (POSTES DE FIXAÇÃO DOS SEMÁFOROS)

Na atualidade são utilizados diversos modelos de postes (colunas) para fixação dos conjuntos semafóricos. Estes produtos podem ser cilíndricos, cônicos, cônicos com arestas ou a fixação pode ser realizada até mesmo em pórticos ou semipórticos, sejam por motivos estruturais ou estéticos.

Pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), não existe ainda, nos dias de hoje uma norma específica para postes e suportes semafóricos, as únicas normas exclusivas para este tipo de equipamento são as normas: ABNT NBR 15889 (Foco Semafórico com base em díodos emissores de luz (LED)); que trata se das especificações dos focos luminosos e ABNT NBR 7995 (Sinalização Semafórica – Grupo Focal em Alumínio), que se trata do dimensionamento dos focos e dos pictogramas, ambas ainda em desenvolvimento pela Associação.

Por este motivo ainda são utilizadas pelas indústrias do ramo, para dimensionamento desse tipo de material, as diversas normas de dimensionamento de estruturas metálicas em vigor.

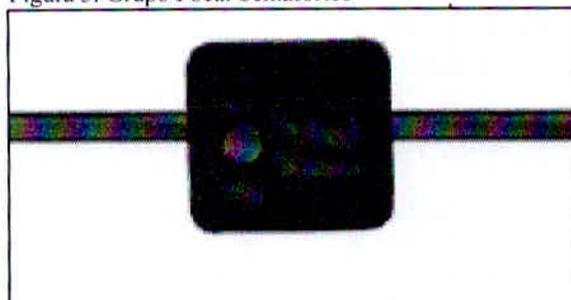
Figura 2. Alguns tipos de colunas semafóricas



Fonte: O autor.

O grupo focal acima citado consiste no equipamento principal do conjunto semafórico, ou seja, trata-se do indicador luminoso visualizado pelo motorista.

Figura 3. Grupo Focal Semafórico



Fonte: O autor.

6 PROBLEMA

Na atualidade, a competitividade do mercado em todos os ramos obrigou as organizações a buscarem cada vez mais a uma melhora continua nos seus produtos/serviços ofertados.

Atualmente, a segurança é algo imprescindível, e como tal é fundamental ser abordada em qualquer projeto de Engenharia. Assim a qualidade é de certo modo vinculada à segurança propiciada.

Tais novos quesitos influenciam nos custos totais de projetos, estes então são minimizados por meio de estratégias de padronização de equipamentos. Porém para a sinalização viária, ocorre que os fatores climáticos, topográficos, bem como outros envoltos nos cálculos estruturais e de vida útil, não há atualmente como criar um modelo padrão.

O Grupo busca então criar uma tabela de pré-dimensionamento para os seus equipamentos sendo que esta levaria em conta a região, configuração de equipamentos solicitada pelo cliente e os principais fatores de cálculo (esforços de torção e flexão da coluna-braço, cisalhamento dos componentes de fixação, estudo de solos, bem como ação da oxidação nos elementos); tal tabela proporcionaria então uma redução nos custos de projetos.

Diante dessas informações, observou-se que poderia haver uma maneira de se trabalhar na confecção dos projetos estruturais destes equipamentos reduzindo a quantidade ou redimensionando os mesmos, de maneira que estes obtivessem uma redução do seu custo de produção, mantendo o quesito segurança dentro das margens aceitáveis pela legislação, para que não se comprometa a qualidade dos produtos e a confiabilidade da empresa.

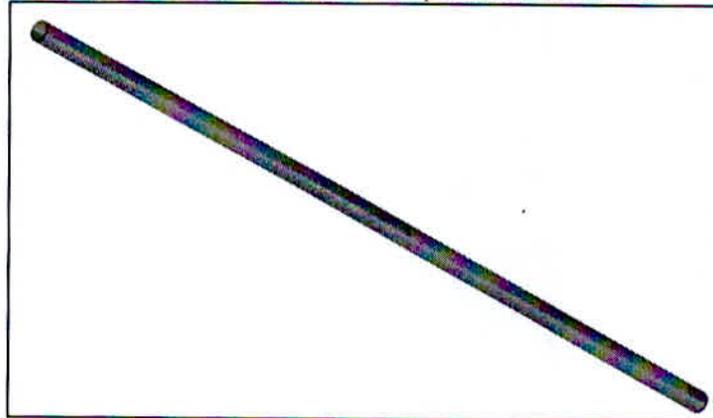
Para alcançar esse projeto, inicialmente, foi feito este trabalho que foca o caso de esforços estáticos principais, e na região do Sul de Minas, para um equipamento simples de aporte ao grupo focal semafórico.

6.1 Detalhamento da coluna semafórica atual

É padronizado pela empresa para todas as implantações a utilização do tubo confeccionado em aço, medindo diâmetro externo 127 mm (5") x 6000 mm e espessura da parede 4,75 mm, a implementação de detalhes ao tubo para que esse venha a se tornara a coluna semafórica é realizada internamente pela empresa.

São aplicadas furações necessárias para passagem do cabeamento, porcas, aletas anti-giro, sendo que após todo esse procedimento a então coluna semafórica é enviada para a galvanizadora.

Figura 4. Tubo de Aço diâmetro 127mm para coluna semafórica



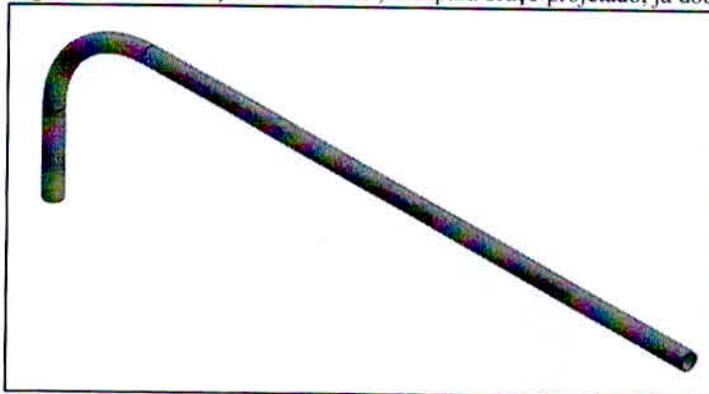
Fonte: O autor.

6.2 Detalhamento do braço projetado atual

Com o braço projetado ocorre basicamente o mesmo procedimento, porém é inserida no processo a dobra que é realizada através de uma curvadora hidráulica. O tubo possui dimensão de 114,3 mm de diâmetro externo, 4,25 mm de espessura de parede e sua curva deve atingir um ângulo de 90° , sendo que sua projeção atinja 4700 mm.

É realizada então a aplicação do anel de batente (não exposto na figura abaixo) e demais detalhes no tubo para que ele se torne então num braço projetado para semáforos. Este tubo é inserido na coluna e tem sua fixação por parafusos, unindo o conjunto.

Figura 5. Tubo de Aço diâmetro 114,3mm para braço projetado, já dobrado.



Fonte: O autor.

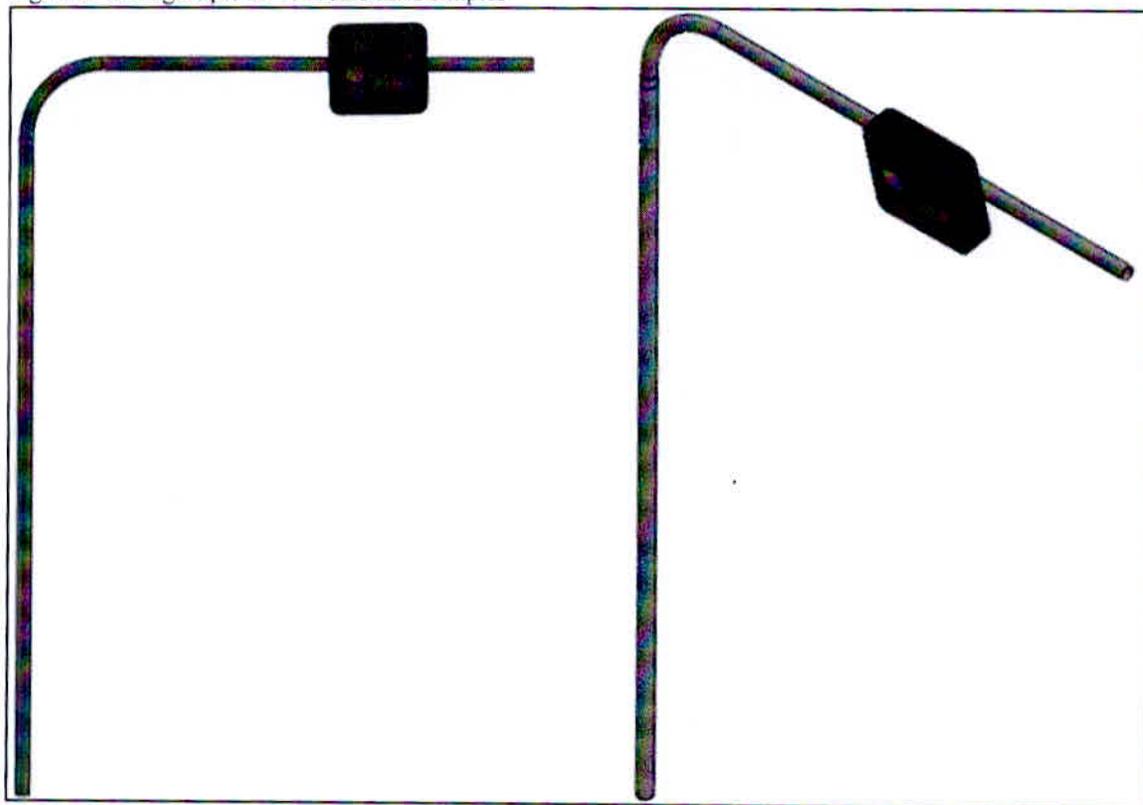
6.3 Configurações básicas de sistemas semafóricos utilizados pela empresa

Atualmente a empresa trabalha com algumas configurações básicas de equipamentos semafóricos. Serão apresentadas a seguir duas dessas configurações para estas sejam objeto de estudo do referido trabalho, sendo uma mais simples, e outra com um carregamento um pouco mais complexo para que sejam feitas as devidas comparações.

6.3.1 Configuração A

Nesta primeira configuração podemos apresentar um dispositivo bem simples, onde no braço projetado encontra-se apenas o grupo focal principal no braço projetado. Este equipamento é composto de fibra de vidro injetada e em outros casos pode ser confeccionado em alumínio ou policarbonato. Está configuração é geralmente utilizada em cidades do interior onde há uma complexidade menor dos sistemas de trânsito.

Figura 6. Configuração A – Modelo mais simples

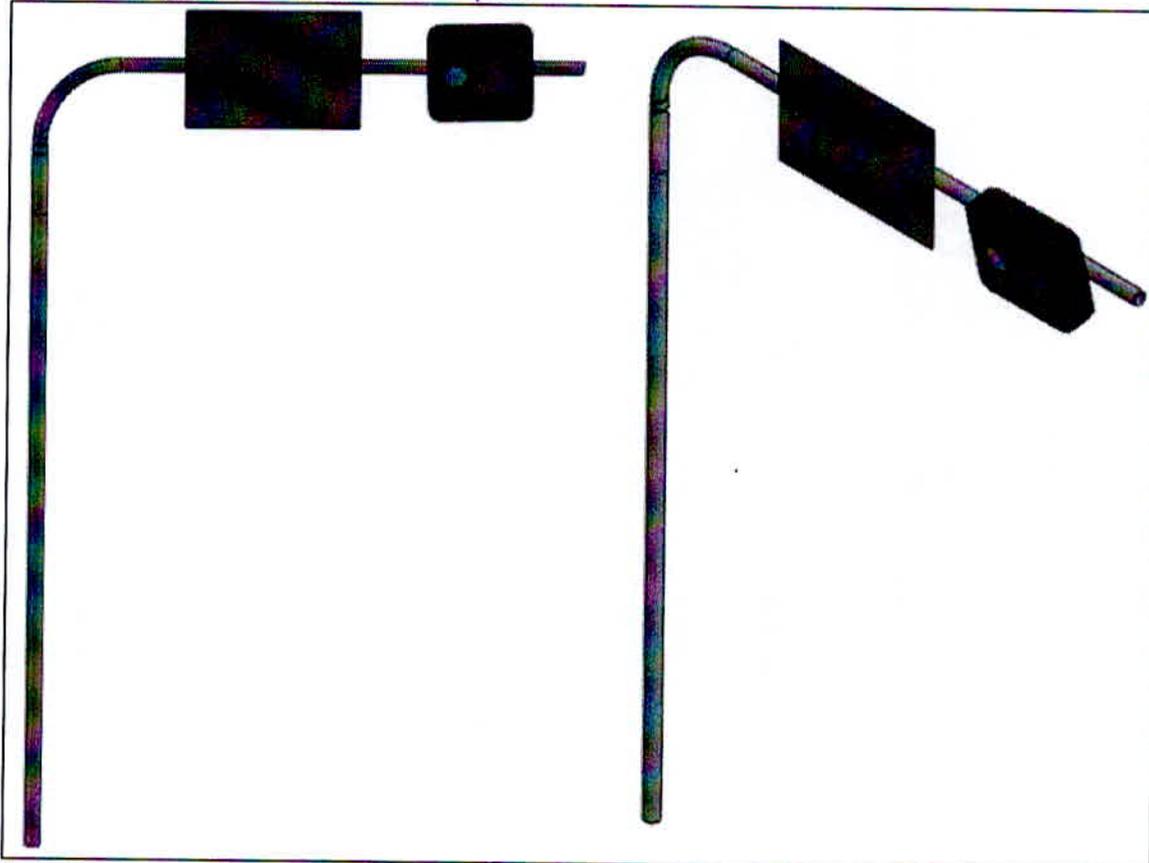


Fonte: O autor.

6.3.2 Configuração B

Na segunda configuração apresentamos um equipamento um pouco mais carregado, com uma maior incidência de equipamentos e acessórios, os quais podem conter placas de sinalização, informes ou grupos focais auxiliares.

Figura 7. Configuração B – Modelo mais complexo



Fonte: O autor.

7 ANÁLISE DA ESTRUTURA

A configuração a ser estudada é A, pois é o modelo de mais solicitado pelos mais diversos clientes; sendo responsável por aproximadamente 75% das implantações de projetos semafóricos pela empresa.

Ocorre que para análise de modo mais sucinto, sem que ocorra a quebra dos segredos industriais, serão apresentados cálculos paralelos, cujo princípio é o mesmo da confecção de um conjunto braço-coluna adotado pelo Grupo.

Essa análise ilustrativa, não levará em conta ações como o vento e tratará a ligação entre o braço e a coluna como um ângulo reto (90°), que seria um caso crítico.

7.1 Normal solicitante de cálculo

Para os cálculos de cargas solicitantes, serão levadas em consideração as somatórias de cargas em X e Y (ou seja, cargas horizontais e verticais, respectivamente).

Os valores derivam das características dos perfis adotados, pois o perfil adotado para a coluna é de diâmetro 127,00 mm e espessura de parede 4,75 mm, e tem peso de 13,66 kg/m; como a gravidade é 9,80665 m/s²; e a porção usada dele (fora do solo) é de 4,8 m; temos assim que a força peso então é de 643,0 N.

Já o braço projetado tem por tabela 13,08 kg/m; sendo utilizados os 4,7 m temos a força peso em 603,1 N.

O conjunto semafórico pesa 29 kg, o que proporciona uma força peso de 284,4 N. Com esses valores podemos então encontrar os esforços verticais e horizontais, e com eles a solicitante de esforços.

$$\sum F_y = 0; -284,4 - 643,0 + V_y = 0 \rightarrow V_y = 927,4N$$

$$\sum F_x = 0; -603,1 + V_x = 0 \rightarrow V_x = 603,1 N$$

$$N_{SD} = 927,4 + 603,1 = 1.530,5N \therefore 1,53kN$$

7.2 Normal resistente de cálculo

Bem como os cálculos básicos das cargas solicitantes, são apresentados cálculos similares de resistência do perfil ao esforço. Sendo que foi considerado para esses cálculos o

aço estrutural A-36. Consideramos então que o caso de menor resistência do conjunto está no braço projetado. Assim, tendo ele como o caso crítico, e ele suportando a solicitante, o projeto estará apto a execução.

Como a área da seção pode ser calculada por meio das medidas dos diâmetros e espessura de paredes, temos então:

$$A_g = \pi \cdot \left(\frac{114,3}{2}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{110,05}{2}\right)^2 = 748,87 \text{ mm}^2$$

$$A_e = A_g \cdot C_t; \quad C_t = 1 \text{ neste caso}; \quad \therefore A_e = 748,87 \text{ mm}^2$$

$$N_{RD} = \frac{748,87 \cdot 400}{1,35} = 221,9 \text{ kN}$$

Assim, temos:

$$N_{RD} > N_{SD}$$

Logo o projeto atende as solicitações impostas.

Como esse é um projeto com mínimas ações e esforços aplicados, era esperado que a diferença fosse expressiva, porém num projeto que leve em consideração todas as variáveis importantes e necessárias ao processo, a sobra da resistência fica mais próxima do solicitado.

8 CONCLUSÃO

Apesar de esse estudo ser um caso mínimo do projeto que a referida empresa tem interesse em desenvolver, a fim de conseguir maior agilidade nos seus processos, bem como redução de custos (fixos e/ou variáveis), pode-se mostrar com ele que é algo viável, mesmo que não apresente todas as variáveis envolvidas no projeto.

Fica como legado deste estudo, informações a cerca das dificuldades que serão enfrentadas para que esse projeto seja plenamente executado. Sendo que este estudo foi um teste para o projeto; que antes mesmo de ser finalizado, a empresa apoiou e começou a executar, ainda que em fase inicial.

Isso mostra que mesmo uma empresa de pequeno porte com planejamento consegue se tornar uma marca de referência para o mercado, quando investe em qualidade, segurança, e otimização de seus produtos e serviços.

Uma empresa como essa soube agregar valor a seus equipamentos bem como aos seus funcionários que fazem com que a cada dia a marca do grupo seja mais difundida e com qualidade memorável.

Fica da Engenharia, que com pesquisa, e persistência, pode-se alcançar maiores níveis de eficiência e qualidade; buscando sempre o melhor aos cidadãos.

REFERÊNCIAS

- A ORIGEM DAS COISAS. **A Origem do Semáforo**. Disponível em: <http://origemdascoisas.com/quem-inventou-o-semaforo-3/>. 2013. Acesso em: 01 set. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14762:2001**: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formatados a frio. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123:1988**: Forças devido ao vento em edifícios. Rio de Janeiro, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800:2008**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.
- BBC HOME. **The man who gave us traffic lights**. Disponível em: http://www.bbc.co.uk/nottingham/content/articles/2009/07/16/john_peake_knight_traffic_lights_feature.shtml. London 2009. Acesso em: 31 ago. 2013.
- CASTRO, L.A. **Análise da segurança no projeto de estruturas**: método dos estados limites. São Carlos. 119p. (Dissertação de Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo: 1997.
- FERRAZ, Coca. **Segurança Viária**. São Carlos, SP: Suprema Gráfica e Editora, 2012.
- PINHEIRO, A.C.F.B. **Estruturas Metálicas**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005
- TECNICAS para elaboração de trabalhos acadêmicos. Varginha: Grupo Unis, 2012. Disponível em: <<http://biblioteca2.unis.edu.br/manual-de-normalizacao-trabalhos><http://biblioteca2.unis.edu.br/manual-de-normalizacao-trabalhos-academicos/academicos/>>. Acesso em: 03 de maio. 2013.