

Engenharia Civil: Projetos Desafiadores

Civil Engineering: Challenging Projects

Bruno Gomes da Silva

Resumo. O presente estudo busca apresentar a produção do projeto de um Prédio Comercial construído sob concreto armado e alvenaria, contemplando fundação, estrutural, elétrica e hidráulica. Este projeto foi construído no 8 semestre do curso de engenharia civil, pela Faculdade Anhanguera, tem como objetivo desafiar o aluno a resolver problemas e buscar solução a estes, como também possui outro objetivo de integralizar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Estrutura de Concreto II, Estruturas de Madeira, Fundações, Infraestrutura Viária I, Instalações elétricas, telefônicas e de lógica, e Instalações hidráulicas, gás e combate a incêndio. Assim possibilitando a capacidade de planejar e executar projetos de alvenaria de tijolos, estrutura de concreto armado e sem cobertura.

Palavras Chaves: Construção Civil; ensino/aprendizagem; Projetos Desafiadores.

Abstract. *The present study seeks to present the production of a commercial building project built under reinforced concrete and masonry, including foundation, structural, electrical and hydraulic. This project was built in the 8th semester of the Civil Engineering course, by Anhanguera Faculty, aims to challenge the student to solve problems and seek solutions to them, as well as another objective to integrate the knowledge acquired in the disciplines of Concrete Structure II, Structures of Wood, Foundations, Road Infrastructure I, Electrical, telephone and logic installations, and Hydraulic, gas and fire-fighting installations. Thus enabling the ability to plan and execute projects of masonry of bricks, reinforced concrete structure and without cover.*

Keywords: *Construction; teaching / learning; Challenging Projects.*

Licenciado em Física pelo IFSUL. Discente em Engenharia Civil pela Anhanguera (9 Semestre).

Especialista em Ciências e Tecnologias na Educação pelo IFSUL.

Mestre no Ensino das Ciências pelo Instituto Politécnico de Bragança (IPB-Portugal).

Mestrando em Ciências e Tecnologias na Educação pelo IFSUL.

E-mail: *brunobrumartur@yahoo.com.br*

1. Introdução

No ensino em geral existem ferramentas educacionais, que exercem sobre o aluno o raciocínio lógico, entre outros ganhos. No ensino da Física por exemplo, temos as deduções, que muitas vezes os professores pedem a seus alunos, para que pesquisem, descubram as soluções e desenvolvam seu raciocínio. Nos cursos de engenharia civil, existem os projetos desafiadores, nos quais estes tendem a fazer o estudante idealizar problemas, se colocando na função de engenheiro, e buscar as soluções, de menor custos, mais eficientes, ou seja, adequando a relação custo-benefício, para cada caso e cada empresa, com a finalidade de desenvolver o raciocínio.

Neste projeto desafiador, foi proposto aos alunos projetar um estudo, de um prédio comercial, numa região fora da cidade, no qual o estudante de engenharia teria que projetar a curvatura da estrada até o prédio, a fundação necessária, a estrutura de concreto e madeira para a parte estrutural, as instalações elétricas e telefônica do prédio, e pensando também na prevenção de incêndios. Todas estas tarefas, porque este projeto desafiador engloba algumas disciplinas do 8 semestre, entre elas: Estrutura de Concreto II, Estruturas de Madeira, Fundações, Infraestrutura Viária I, Instalações elétricas, telefônicas e de lógica, e Instalações hidráulicas, gás e combate a incêndio. As práticas das etapas deste projeto estão baseadas em normas ABNT pré-estabelecidas, logo os seguintes serviços a serem desenvolvidos serão: implantação de uma estrada entre a rodovia e a área do empreendimento, construção de área administrativa, projetar a cobertura da edificação em estrutura de madeira e em telhas de aço, projetar o sistema de combate a incêndios através de hidrantes e elaboração do projeto elétrico, telefônico e de lógica.

Segundo Koskela (1992), o viés da produção enxuta (lean production), tem seu foco voltado para melhoria da produtividade e para redução de custos através da diminuição de perdas em todo sistema produtivo que podendo se dar através da racionalização de materiais, mão-de-obra, capital e equipamentos. Os insumos (inputs) são transformados em um produto (output), através de processos, onde cada um deles pode ser dividido em sub processos, que também são considerados conversões. Ele descreve, ainda, que o valor do produto de um processo está diretamente associado ao valor de seus insumos e que o custo total pode ser minimizado através da diminuição dos custos de cada sub processo que o compõe. Entretanto, considerando-se os princípios da

produção enxuta, podem ser feitas inúmeras críticas a este modelo tradicional, pois ao focar somente as conversões acabam desconsiderando os fluxos físicos entre elas, que são atividades de movimento, armazenamento e inspeção. Por não agregarem valor ao produto final, estas atividades devem procurar ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, pois consomem tempo e têm um considerável custo.

Para Koskela, (1998), a construção civil é caracterizada por altos indicadores de desperdício, produtos com baixa qualidade, grande ocorrência de patologias construtivas, processos ineficientes e ineficazes, a produção enxuta na construção civil revela problemas, pois somente através do seu conhecimento é que se pode envidar esforços para resolvê-los. O autor salienta ainda que o setor de construção sofre de um mal endêmico em relação gerenciamento dos problemas relacionados ao cliente, projeto e funções da produção, não conseguindo integrá-los de maneira eficaz. Esta situação produz um cenário onde as técnicas da produção enxuta podem mostrar como uma importante ferramenta para minimização de problemas relativos aos mais diversos agentes do sistema construtivo.

Para Silva & Cardoso (1998), a logística na construção deve ser um processo multidisciplinar aplicado a determinada obra que visa garantir o abastecimento, armazenagem, processamento e disponibilização de recursos materiais nas frentes de trabalho, bem como o dimensionamento das equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção. Tal processo se dá através das atividades de planejamento, organização, direção e controle, tendo como principal suporte o fluxo de informações, antes e durante o processo produtivo.

Cardoso (1996), apresenta uma subdivisão para a logística aplicável às empresas construtoras classificando-a, quanto ao seu alcance, em: logística de suprimentos (externa) e logística de canteiro (interna). Esta subdivisão permite identificar com maior clareza as principais atividades associadas à logística em uma obra. A logística de suprimentos trata da provisão dos recursos materiais e humanos necessários à produção de edifícios. Entre as atividades mais importantes estão: planejamento e processamento das aquisições, gestão de fornecedores, transporte dos recursos até a obra e manutenção dos recursos materiais previstos no planejamento.

Melhado (1994), define o projeto como sendo a atividade ou serviço integrante do processo de produção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução. Novaes (1996), ressalta dois conceitos para projeto: estático – referente ao projeto como produto, constituído como elementos gráficos e descritivos, ordenados e elaborados de acordo com a linguagem apropriada, destinado a atender às necessidades da etapa de produção; e dinâmico – que confere ao projeto um sentido de processo, através do qual soluções são elaboradas e compatibilizadas, assumindo um caráter tecnológico e gerencial (projeto de produção).

Palhares, Brasil & Costa (2015), os desempenhos dos projetos durante a fase de execução dos serviços estão associados à forma como estes, serão interpretados pela equipe de produção e, além disto, ao nível de comunicação que o mesmo possui. De nada adianta o projeto ser possuidor de boas técnicas construtivas se estas não forem comunicadas de forma inteligível ao pessoal da execução. Destacamos que as informações contidas em projetos são muito importantes, pois o planejamento da execução dos serviços é baseado nestas informações e se elas não guardarem um determinado grau de precisão de detalhes coerente com a execução, muitas variáveis incontrolláveis serão introduzidas no processo construtivo e no próprio planejamento da execução dos serviços. Simultaneamente ao detalhamento do produto deve-se realizar o detalhamento do planejamento operacional da produção, onde, preferencialmente, devem participar os representantes dos diversos agentes que direta ou indiretamente influenciam na fase de execução do empreendimento, além daqueles indivíduos ligados a atividade de projeto propriamente dita.

Segundo Melhado (1994), o projeto de produção é um conjunto de elementos de projetos elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de disposição e seqüência de atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro de obras; dentro outros recursos vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

De acordo com Ferreira (1998), o projeto de produção deve coadunar-se com as quatro grandes etapas do planejamento da produção: planejamento estratégico da produção do empreendimento, planejamento tático da produção, planejamento operacional da produção e detalhamento do planejamento operacional da produção.

Ferreira (1998), Já o projeto do canteiro de obras pode ser considerado como um dos elementos que integram o projeto de produção, é o serviço integrante do processo de construção responsável pela definição do tamanho, forma e localização das áreas de trabalho, fixas e temporárias; e das vias de circulação, necessário ao desenvolvimento das operações de apoio e execução, durante cada fase da obra, de forma integrada e evolutiva, de acordo com o projeto de produção do empreendimento, oferecendo condições de segurança, saúde e motivação aos trabalhadores e permitindo a execução racionalizada dos serviços.

Souza et al, (1997), a definição das fases do canteiro de obras deverá ser feita de acordo com o anteprojeto arquitetônico, metas, requisitos e diretrizes, condicionantes da produção, processo construtivo, plano de ataque, cronogramas de materiais e mão-de-obra; e em função dos principais marcos existentes que impliquem em alterações substantivas na alocação de espaço no canteiro de obras. Podem ser considerados marcos importantes no transcorrer da execução de uma obra, em função das substanciais alterações que ele produz no layout do canteiro, no planejamento da execução, nos cronogramas de materiais e equipamentos e mesmo no cronograma de desembolso financeiro.

O bom desempenho do projeto de canteiro está estritamente relacionado à qualidade (precisão, volume e velocidade) das informações obtidas junto às etapas de desenvolvimento dos projetos do produto e da produção, onde são gerados elementos que vão nortear sua confecção, como por exemplo, a previsão dos fluxos dos processos construtivos e os cronogramas de materiais e mão de-obra.

2. Desenvolvimento do Projeto

2.1. Curvatura da Estrada

De acordo com as Normas do DAER (1991), vamos desenhar a geometria da curva circular simples da estrada de acesso ao terreno, onde será implantado o empreendimento, localizada no ponto B, cuja deflexão $=50^{\circ}27'36''$, conforme Figura 1 – croqui do terreno. A largura da estrada é de 6,00 metros, sem acostamento e a estrada será implantada numa região ondulada, classe IV-B e raio de 50 metros.

Indicar qual a será a estaca do ponto de curva (PC) e da estaca do ponto de tangência (PT) sendo que o estaqueamento inicia-se no ponto A (estaca 0) e que distância entre estacas consecutivas é de 20 em 20 metros, de acordo com a figura 1 abaixo:

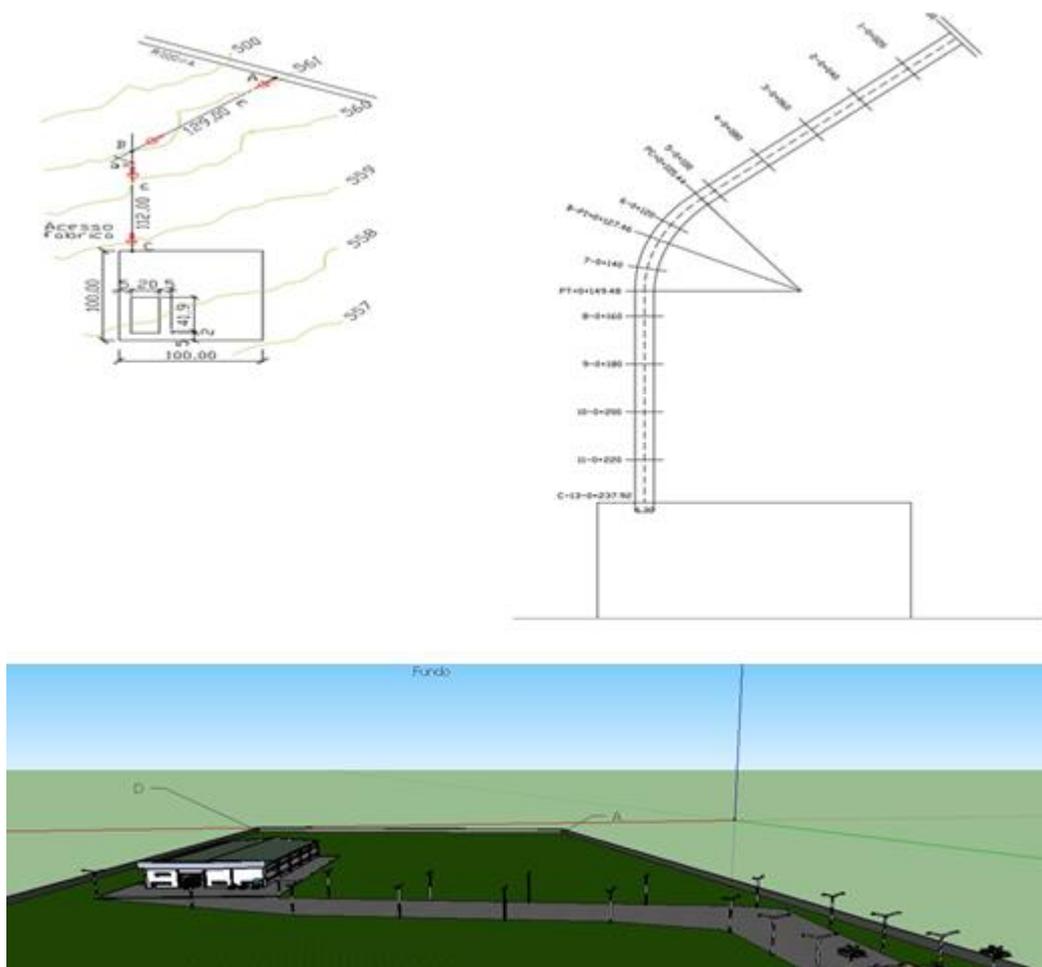


Figura 1: Curvatura da Estrada. Fonte: (Autor).

2.2. Sondagem do Projeto

De acordo com a (NBR 8036, 1983), sondagens são definidas na fase inicial de obra, ou seja, de planejamento e estudo preliminar do empreendimento. As sondagens existentes são:

(a) **Sondagem a trado:** A sondagem a trado é realizada por trados manuais ou mecânicos. Dentre eles, os mais utilizados são os de concha e o helicoidal. Os trados concha tem cerca entre 5, 10 ou 15 cm de diâmetro e são usados para estudos de ocorrências de materiais para terraplanagem e pavimentação, barragens, nos estudos de subleito rodoviários e ainda para avanço da perfuração nas sondagens até que se encontre o nível de água ou até o seu limite de utilização. Os trados helicoidais são empregados no interior do revestimento de sondagens a percussão, podendo ser utilizados nos solos argilosos, mesmo abaixo do nível de água.

(b) **Sondagem a percussão:** o SPT (standard penetrarion test) é o processo mais usual para se identificar o tipo de solo e o tipo de fundação que será utilizado. Através do SPT é possível determinar o tipo de solo que o amostrador atravessa e também identificar sua resistência. A resistência da fundação escolhida será avaliada de acordo com o número N fornecido pelo ensaio. A partir daí se poderá decidir qual profundidade o solo apresenta sua maior resistência. Dentre as sondagens a percussão também existe o CPT (*cone penetration test*) constitui-se de um ensaio em que uma haste cônica cravada a uma velocidade constante enquanto a ponta da haste monitora a resistência lateral e de ponta do solo, conforme a figura 2:

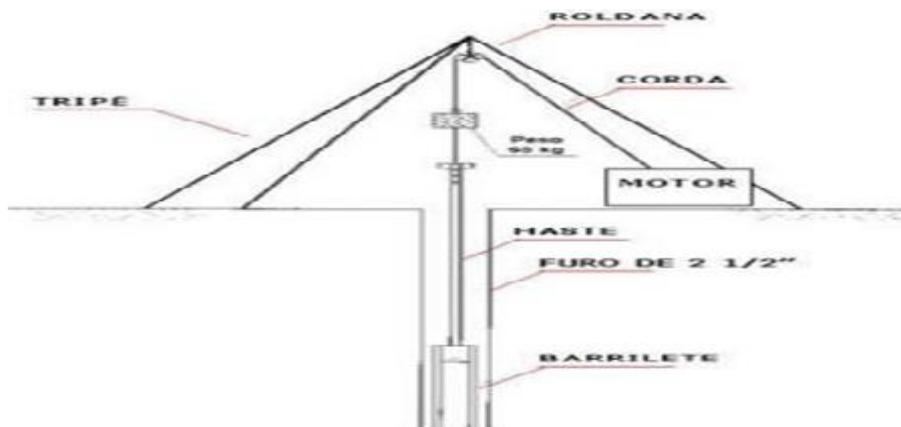


Figura 2: Sondagem SPT. Fonte: (GERDAU, 2017).

A (NBR 8036, 1983), fala sobre sondagens de simples reconhecimento. Analisando esta norma, percebemos que o número necessário de furos é 2. Pois o item 4.1.1.2 explica sobre o procedimento: “dois para área da projeção em planta do edifício de até 200 m²”. Como a edificação possui 114,00 m². Podemos enquadrá-la neste item.

De acordo com a (NBR 6118, 2014), no item 7.4 da norma, e considerando que a construção se encontra em local com agressividade ambiental II, a tabela 7.1 indica que se deve utilizar um concreto armado C25, ou seja, concreto com fck de 25 Mpa de resistência característica a compressão. Caso a construção for executada em concreto protendido, a norma indica que seja utilizado concreto C30, ou seja, concreto com fck de 30 Mpa de resistência característica a compressão.

Analisando a tabela 7.2 percebe-se que o cobrimento das armaduras para essa construção de ser de 25 mm para lajes, 30 mm para vigas e pilares e de 30 mm para elementos estruturais em contato com o solo. Para concreto protendido, a mesma tabela indica cobrimento de 30 mm para lajes e de 35 mm para vigas e pilares.

2.3. Cálculo de aço para a Viga de Coroamento

De acordo com a Norma (NBR 6118, 2004), vamos calcular a área de aço (cm²) para a viga de coroamento VB1(15x50 cm) simplesmente armada à flexão, ilustrada na figura 2, entre o pilar P1 e P2, e com esquema de carregamento ilustrado na figura 3, com os seguintes dados complementares: peso específico da parede (19,00 kN/m³), peso específico do concreto armado (25,00 kN/m³), aço CA50A e coeficientes e de acordo com a tabela 1, da Norma. O fck e o cobrimento da armadura a serem utilizados serão os prescritos pela Norma, com a classe de agressividade ambiental II. A altura da parede entre a face superior da viga baldrame e o respaldo (face inferior) da viga da cobertura é de 2,70 metros. 3 k 6 k.

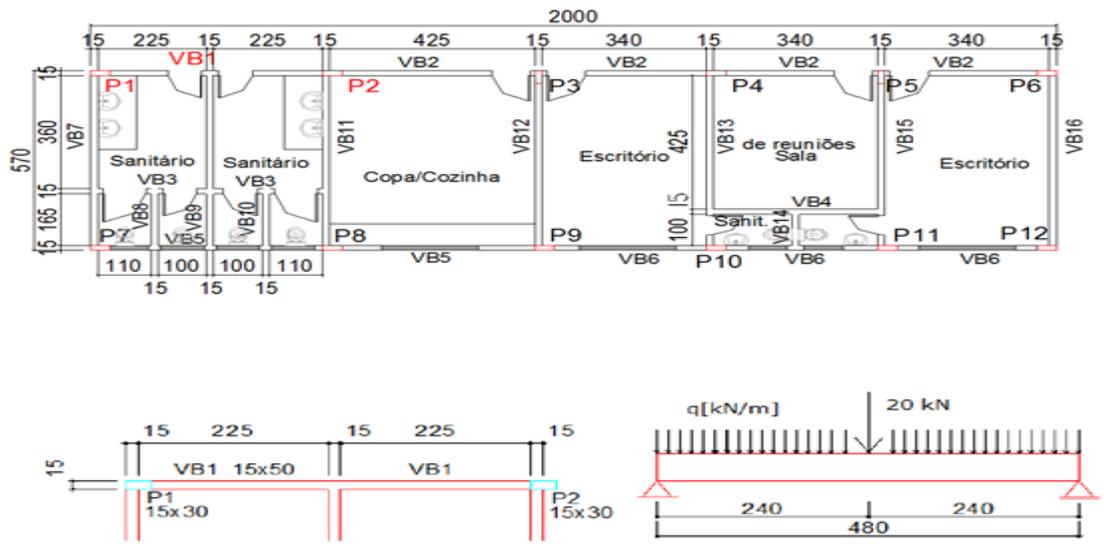


Figura 3: Planta Baixa e Carregamentos na Viga.

De acordo com a (NBR 6118, 2004), os valores para calculo de concreto e aço.

- Carregamento permanente:

Peso próprio =

$$0,15\text{m} \cdot 0,50\text{m} \cdot 25 \text{ kn/m}^3 = 1,875\text{kn/m} \text{ Parede} = 2,70\text{m} \cdot 0,15\text{m} \cdot 19\text{kn/m}^3$$

$$= 7,695\text{kn/m}$$

- Carregamento total:

$$P = 1,875 + 7,695 = 9,57\text{kn/m}$$

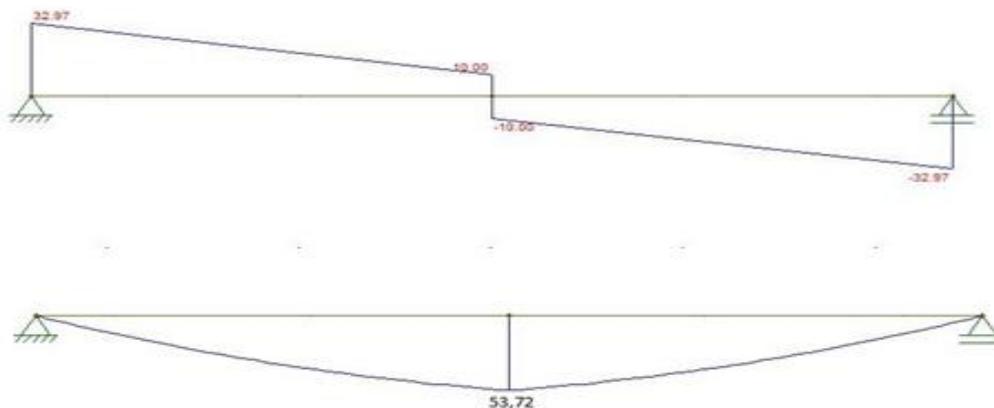


Figura 4: Diagramas de Esforço Cortante Momento Fletor.

- Verificação de armadura

$$M_d \text{ máx} = M_k \text{ máx} \cdot f_{cd} = 53,72 \cdot 1,4 = 75,208 \text{ kn.m}$$

$$d = h - c - \phi_t - (\phi_l / 2)$$

$$= 50 - 3 - 0,5 - 0,5 = 46 \text{ cm (adotando } \phi_t=5 \text{ mm e } \phi_l=10 \text{ mm)} \quad K_c \text{ lim} = 1,8, \text{ para aço CA50 e concreto CA25}$$

$$M_d \text{ lim} = (b_w \cdot d^2) / K_c \text{ lim} = (50 \cdot 46^2) / 1,8 = 58778 \text{ kn.cm} = 58,78 \text{ kn.m} \quad M_d \text{ máx} < M_d \text{ lim},$$

- Armadura longitudinal Armadura mínima

$$A_s \geq A_s \text{ mín} = \rho \text{ mín} \cdot A_c \quad \rho \text{ mín} = 0,15\% \text{ para } f_{ck}25$$

$$A_s \text{ mín} = (0,15/100) \cdot (15 \cdot 50) = 1,125 \text{ cm}^2$$

- Armadura máxima

$$A_s \leq 4\% \cdot A_c$$

$$A_s \leq (4/100) \cdot (15 \cdot 50)$$

$$A_s \leq 30 \text{ cm}^2$$

Área de aço para armadura de flexão

$$K_6 = 10^5 (b_w \cdot d^2) / M$$

$$= 10^5 (0,15 \cdot 0,46^2) / 53,72 = 59,08 \quad \text{Logo, } K_3 = 0,352$$

$$A_s = (K_3 \cdot M) / 10d = (0,352 \cdot 53,72) / (10 \cdot 0,46) \approx 4,11 \text{ cm}^2, \text{ onde } A_s \text{ é a área de armadura total necessária, respeitando os limites de armadura mínima e máxima.}$$

2.4. Planta de Formas para Pilares e Vigas Baldrame

Agora então vamos elaborar o lançamento da planta de formas do pavimento térreo utilizando para pilares a seção 15x30 cm e para as vigas baldrame o seguinte critério para a seção transversal: Largura, e plantas de Forma Baldrame conforme a figura 5.

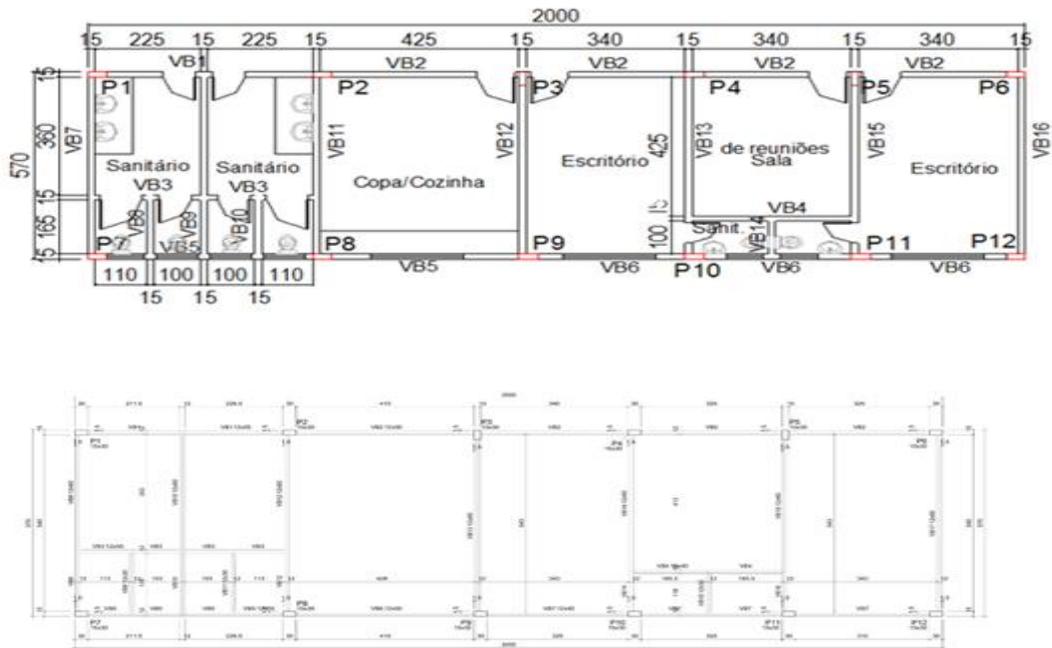


Figura 5 – Estudo preliminar: fôrmas (med. em cm) Fonte: elaborada pelo (autor).

Vamos agora elaborar o desenho esquemático do corte de uma das tesouras da estrutura de madeira (terças, caibros e ripas). Os dados complementares são: telhas de alumínio, perfil trapezoidal, inclinação de 14°. A elevação da tesoura está ilustrada na figura 6.

2.5. Cálculo da altura H para Tesoura:

Tang CA= CO = Cateto Oposto CA = Cateto Adjacente CO = H

$$CA = 10$$

$$x = 14^\circ$$

$$\tan 14 = 10$$

$$H = 10 \cdot \tan 14$$

$$H = 10 \cdot \tan 14$$

$$H = 2,493$$

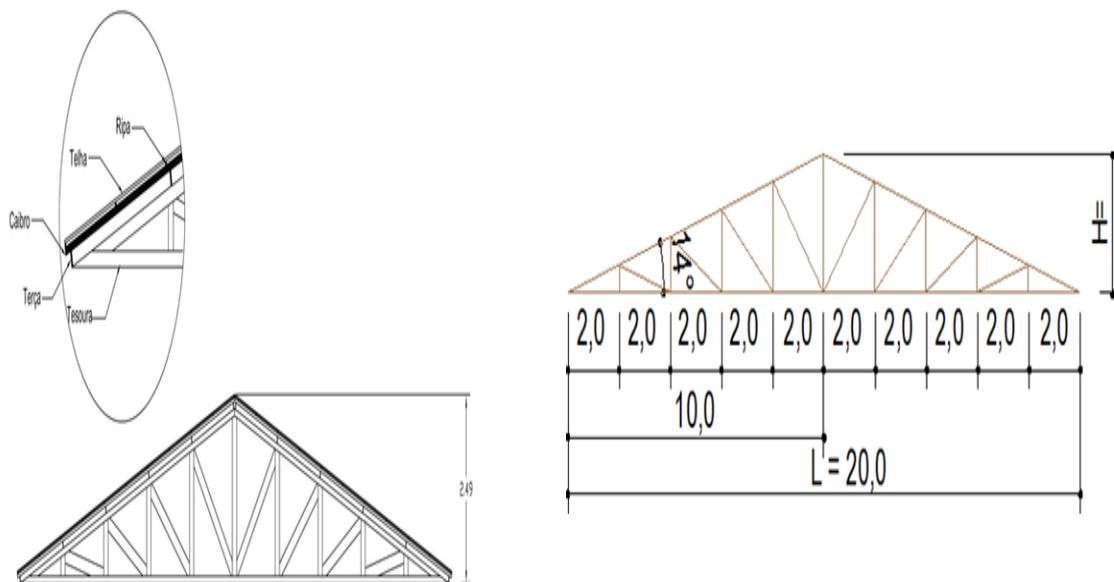


Figura 6: Representação da Tesoura.

2.6. Calculo de Iluminância para as Dependências

Com a implantação da área administrativa, é necessário o perfeito funcionamento das instalações elétricas. A potência mínima de iluminação para cada cômodo da área administrativa de acordo com a ABNT (NBR 5413, 1992), a Iluminância de interiores, conforme a Figura 7:

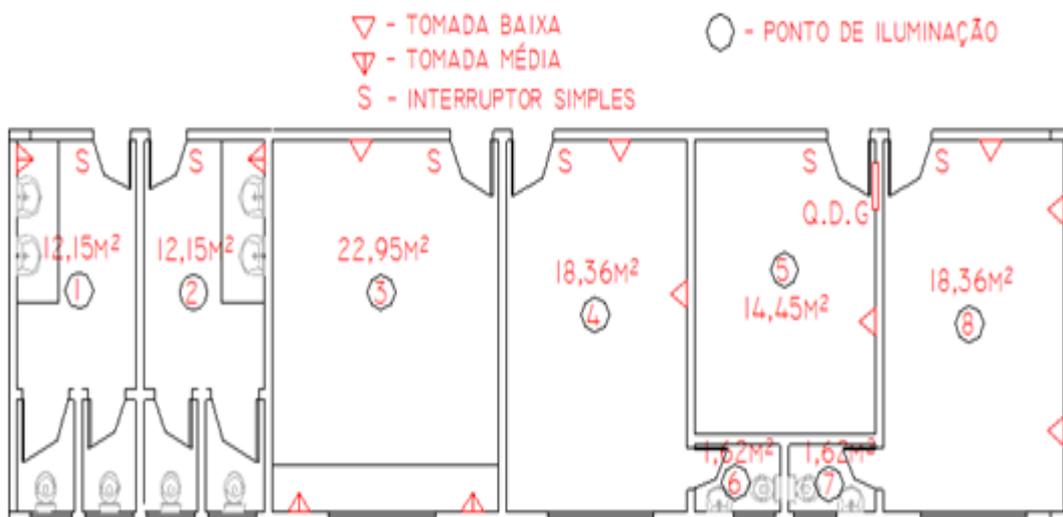


Figura 7 – Locação pontos elétricos Fonte: elaborada pelo autor.

Os cálculos de Iluminância para as dependências serão todos conforme

coeficientes da Tabela1.

Tabela1: ABNT (NBR 5413, 1992), Altura útil, Iluminância e Fluorecente:

DISTANCIA DO CHÃO AO FOCO LUMINOSO EM METROS (altura útil)											
Iluminação direta, Semi-direta e Geral difusa	2,15	2,45	2,75	3,00	3,70	4,30	5,20	6,40	7,60	9,50	11,30
Largura do local em metros	2,30	2,60	2,90	3,50	4,10	5,00	6,00	7,30	9,00	11,00	15,00
Comprimento do local em metros	Índice do local										
	2,50 - 3,00	H	I	J	J						
3,00 - 4,30	H	I	I	J							
4,30 - 6,00	G	H	I	J	J						
6,00 - 9,00	G	G	H	I	J	J					

Luminária	Teto	Índice do local	75 %					50 %					Descrição
			Coeficientes de utilização					Coeficientes de utilização					
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %		
			J	0,32	0,25	0,20	0,30	0,24	0,20	Caija chanfrada.			
			I	0,40	0,32	0,27	0,38	0,31	0,26				
			H	0,47	0,39	0,34	0,44	0,38	0,32				
			G	0,53	0,46	0,40	0,50	0,44	0,39				
			F	0,58	0,51	0,45	0,55	0,49	0,44				
			E	0,64	0,58	0,52	0,61	0,56	0,51				
			D	0,68	0,62	0,58	0,65	0,60	0,56				
			C	0,72	0,66	0,62	0,68	0,64	0,60				
			B	0,76	0,71	0,67	0,72	0,69	0,66				
			A	0,79	0,75	0,72	0,76	0,72	0,70				

B.1. Fluorescente

Tipo de Lâmpada	Potência em Watts	Tipo de Bulbo	Lumens			
			Luz do dia	Branca fria	Branca morna	Croma 50
Convencional	15	T - 8	750	870	-	-
	15	T - 12	650	800	-	-
	30	T - 8	1900	2250	-	-
Universal	20	T - 12	1000	1150	1150	850
	40	T - 12	2550	3000	3000	2150
H. O.	85	T - 12	5600	6650	-	-
	110	T - 12	7800	9200	-	-

- Dependência 1 e 2 (Sanitário):

Classe A: Iluminação geral para áreas usadas intermitentemente ou com tarefas visuais simples; Tipo de atividade: Orientação simples para permanência curta; Peso -3: Adotada iluminância de 50lux (iluminância inferior do grupo). Teto claro: refletância de 75%, Parede clara: refletância de 50%, Altura do foco luminoso: 2,60m, Largura mínima tabelada de 2,60m.

$$\varnothing = S \cdot E / u \cdot d$$

$$\varnothing = 12,15m^2 \cdot 50lux / 0,47 \cdot 0,80$$

$$\varnothing = 1.616 \text{ lúmens}$$

Uma luminária com duas lâmpadas convencionais branca fria, totalizando 30W.

- Dependência 3 (Copa/Cozinha):

Classe A: Iluminação geral para áreas usadas intermitentemente ou com tarefas visuais simples; Tipo de atividade: Recintos não usados para trabalhos contínuos; Peso -3: Adotada iluminância de 100lux (iluminância inferior do grupo). Teto claro: refletância de 75% Parede clara: refletância de 50%, Altura do foco luminoso: 1,85m (adotando plano de trabalho de 0,75m) Altura mínima tabelada de 2,15m. ABNT (NBR 5413, 1992):

$$\varnothing = S \cdot E / u \cdot d$$

$$\varnothing = 22,95m^2 \cdot 100lux / 0,58 \cdot 0,80$$

$$\emptyset = 4.946 \text{ lúmens}$$

Luminária com duas lâmpadas universais luz do dia, totalizando 80W.

- Dependência 4 e 8 (Escritórios):

Classe B: Iluminação geral para área de trabalho; Tipo de atividade: Escritórios; Peso -2: Adotada iluminância de 500lux (iluminância inferior do grupo). Teto claro: refletância de 75%, Parede clara: refletância de 50%, Altura do foco luminoso: 1,85m (adotando plano de trabalho de 0,75m) Altura mínima tabelada de 2,15m, ABNT (NBR 5413, 1992):

$$\emptyset = S \cdot E / u \cdot d$$

$$\emptyset = 18,36\text{m}^2 \cdot 500\text{lux} / 0,58 \cdot 0,80$$

$$\emptyset = 19.784 \text{ lúmens}$$

Utilizada duas luminárias com duas lâmpadas H.O. luz do dia, totalizando 340W.

- Dependência 5 (Sala de reunião):

Classe A: Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples; Tipo de atividade: Recintos não usados para trabalhos contínuos; Peso -3: Adotada iluminância de 100lux (iluminância inferior do grupo). Altura do foco luminoso: 1,85m (adotando plano de trabalho de 0,75m) Altura mínima tabelada de 2,15m, ABNT (NBR 5413, 1992):

$$\emptyset = S \cdot E / u \cdot d$$

$$\emptyset = 14,45\text{m}^2 \cdot 100\text{lux} / 0,53 \cdot 0,80$$

$$\emptyset = 3.408 \text{ lúmens}$$

uma luminária com duas lâmpadas convencionais luz do dia, totalizando 60W.

- Dependência 6 e 7 (Sanitário):

Classe A: Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples; Tipo de atividade: Orientação simples para permanência curta; ABNT (NBR 5413, 1992): Iluminância de 50lux (iluminância inferior do grupo).

2.7. Prevenção e Combate a Incêndio

Conforme a (NBR 13714, 2000) – Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, No sistema predial de combate a incêndio apresentado na Figura 7 – Planta baixa do barracão e Corte do reservatório elevado, para que seja eficiente, no seu dimensionamento deve ser considerado o uso simultâneo dos dois hidrantes mais desfavoráveis hidráulicamente (H1 e H2). Para essa indústria, o tipo de sistema será o tipo 2, com vazão de 300 l/min e pressão disponível mínima de 10 m.c.a.

1,0 Registro de gaveta 2.1/2” (RG) – perda de carga equivalente de 0,40; 1,0 Válvula de Retenção 2.1/2” (VR) – perda de carga equivalente de 5,20; 3,0 Cotovelo (C) – perda de carga equivalente de 2,00; 1,0 Tê saída lateral – perda de carga equivalente de 4,50; 1,0 Registro de gaveta angular – perda de carga equivalente de 10,00; 1,0 esguicho – perda de carga equivalente de 30,00.

- Trecho hidrante H1 ao hidrante H2

1,0 Tê passagem direta – perda de carga equivalente de 1,30; 2,0 Cotovelo (C) – perda de carga equivalente de 2,00; 1,0 Registro de gaveta angular – perda de carga equivalente de 10,00; 1,0 esguicho – perda de carga equivalente de 30,00.



Figura 8 – Planta baixa , Corte Reservatório elevado.

- Perdas de carga localizadas entre H2 e intersecção com o ramal de H1:

1,0 Tê passagem direta – perda de carga equivalente de 1,30 2,0 Cotovelo (C) – perda

de carga equivalente de 4,00; 1,0 Registro de gaveta angular – perda de carga equivalente de 10,00; 1,0 esguicho – perda de carga equivalente de 30,00; Total = 45,30mca.

- Perda de carga na tubulação entre H2 e intersecção com o ramal de H1:

Total em metros = 22m (altura do hidrante de 1m e 1m de derivação) C = 120

$$J = 605 \cdot Q^{1,85} \cdot C^{-1,85} \cdot d^{-4,87} \cdot 10^5$$

$$J = 605 \cdot 300^{1,85} \cdot 120^{-1,85} \cdot 63,5^{-4,87} \cdot 10^5 \quad J = 0,5476 \text{KPa/m}$$

$$hp = 22\text{m} \times 0,5476 \text{KPa/m} = 12,05 \text{KPa} = 1,21 \text{mca}$$

- Pressão total requerida na intersecção dos ramais de H2 e H1:

$$P = 45,30 \text{mca} + 1,21 \text{mca} = 46,51 \text{mca}$$

- Perdas de carga localizadas entre H1 e intersecção com o ramal de H2:

1,0 Cotovelo (C) – perda de carga equivalente de 2,00 1,0 Tê saída lateral – perda de carga equivalente de 4,50; 1,0 Registro de gaveta angular – perda de carga equivalente de 10,00; 1,0 esguicho – perda de carga equivalente de 30,00; Total = 46,50mca.

- Perda de carga na tubulação entre H1 e intersecção com o ramal de H2:

Total em metros = 2m (altura do hidrante de 1m e 1m de derivação) C = 120

$$J = 605 \cdot Q^{1,85} \cdot C^{-1,85} \cdot d^{-4,87} \cdot 10^5$$

$$J = 605 \cdot 300^{1,85} \cdot 120^{-1,85} \cdot 63,5^{-4,87} \cdot 10^5 \quad J = 0,5476 \text{KPa/m}$$

$$hp = 2\text{m} \times 0,5476 \text{KPa/m} = 1,1 \text{KPa} = 0,11 \text{mca.}$$

- Pressão total requerida na intersecção dos ramais de H2 e H1:

$$P = 46,50 \text{mca} + 0,11 \text{mca} = 46,61 \text{mca}$$

Adotar maior pressão, sendo 46,61mca.

- Perdas de carga localizadas entre intersecção dos ramais e reservatório:

2,0 Cotovelo (C) – perda de carga equivalente de 4,00; 1,0 Registro de gaveta 2.1/2” (RG) – perda de carga equivalente de 0,40; 1,0 Válvula de Retenção 2.1/2” (VR) –

perda de carga equivalente de 5,20; Total = 9,60mca.

- Perda de carga na tubulação entre intersecção dos ramais e reservatório:

Total em metros = 45m C = 120

$$J = 605 \cdot Q^{1,85} \cdot C^{-1,85} \cdot d^{-4,87} \cdot 10^5$$

$$J = 605 \cdot 300^{1,85} \cdot 120^{-1,85} \cdot 63,5^{-4,87} \cdot 10^5 \quad J = 0,5476 \text{KPa/m}$$

$$hp = 45\text{m} \times 0,5476 \text{KPa/m} = 24,64 \text{KPa} = 2,46 \text{mca.}$$

- Altura manométrica necessária:

Pressão mínima requerida: 9,60mca + 2,46mca + 46,61mca + 10,00 mca = 68,67mca

Desnível existente: 0m

Desnível necessário: 68,67m

3. Conclusões

Primeiramente devemos salientar que cada projeto é único, e memorável, por isso torna a engenharia civil tão complexa e de grande importância. Tínhamos dois objetivos claros neste projeto, o primeiro seria ao estudante do curso de engenharia, desenvolver o raciocínio lógico com a resolução de problemas e suas soluções a cada um.

O segundo objetivo do projeto, era que o estudante de engenharia, desenvolve-se a capacidade de integralizar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Estrutura de Concreto II, Estruturas de Madeira, Fundações, Infraestrutura Viária I, Instalações elétricas, telefônicas e de lógica, e Instalações hidráulicas, gás e combate a incêndio.

Os dois objetivos foram alcançados, e este como tantos outros projetos do curso de engenharia civil, auxiliam os estudantes a se desenvolverem como pessoas e como futuros profissionais ao mercado de trabalho, assim fortalecendo o processo de ensino/aprendizagem da engenharia.

Como a importância da produção integral de uma obra na busca de atendermos os serviços que a atuação do engenheiro civil nos proporcionará, mas para além deste podemos concluir através deste estudo teórico que as relações entre a etapa de projeto e a

atividade de produção, mais especificamente o sistema logístico, devem ser objeto de estudos mais aprofundados face ao grande potencial de contribuição que a harmonização desses elementos pode proporcionar a construção como um todo.

O conceito de lean construction está gradativamente sendo utilizado na construção civil e assumindo um importante papel estratégico na melhoria do processo produtivo, fato demonstrado pelos resultados recentemente obtidos e pela maneira como o setor vem se comportando em relação ao tema. É fato que ainda há um longo caminho a ser trilhado, porém os primeiros resultados positivos já estão despontando após primárias experiências com o assunto, confirmando a viabilidade desta teoria e sinalizando para uma nova ferramenta de aumento da competitividade.

Neste trabalho ficamos restritos a produção do projeto a estas disciplinas, pois era o objetivo geral de nosso estudo, no entanto nossa prática de estágio realizada no semestre anterior e neste, tem nos possibilitado a compreensão da obra em um todo desde a produção do projeto até a construção no canteiro, e nestas experiências verificamos a importância da construção enxuta da gestão de processos produtivos e logísticos no canteiro de obras. Desta forma no presente semestre avançamos imensamente na compreensão da prática na Engenharia Civil tanto na elaboração do projeto como no acompanhamento em construções. Mais uma vez, ressaltando a grande importância de um bom projeto claro, que facilita a vida dos que irão executá-lo, e reforçando que só existe uma grande obra, com um grande projeto.

Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5413: **Iluminância de interiores**. 1992.

_____. NBR 5410: **Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. 2008.

_____. NBR 6118: **Projeto de Estruturas de Concreto: procedimento**. 2004.

_____. NBR 8036: **Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifício**. 1983.

_____. NBR 13714: **Sistemas de Hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndios**. 2000.

BORGES, Alberto nogueira. **Curso Prático de Cálculo em Concreto Armado**. Rio de Janeiro: Império Novo Milênio, 2010.

ANTAS, Paulo Mendes. **Estradas: projeto geométrico e de terraplenagem**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto armado eu te amo**. 6ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.

CARDOSO, F. F. Importância dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios: alguns aprendizados a partir da experiência francesa. **In: 1º Seminário Internacional Lean Construction – A Construção sem Perdas**. Anais. São Paulo, 1996.

CAVALIN, Geraldo. **Instalações Elétricas Prediais**. 20ª ed. São Paulo: Érica, 2009.
CREDER, Hélio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
CRAIG, Robert F., **Mecânicas dos Solos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

FERREIRA, E. A. M. **Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1998 (Tese de Doutorado).

GERDAU. Catálogo Barras e Perfis Gerdau. Disponível em: . Acesso em: 15 jan. 2010.

IESB, Centro Universitário. **Fundações: Investigações Geotécnicas**. Material de Apoio. V.2. p.5. 2017.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo: EPUSP, 1994 (Tese de Doutorado).
NASCIMENTO, C. E.;

MOLITERNO, Antônio. **Caderno de Projetos de Telhados em Estruturas de Madeira**. 4ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.

NOVAES, C. C. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. São Paulo: EPUSP, 1996.

SILVA, F. B.; CARDOSO, F. F. A importância da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios. In: **VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo**. Florianópolis, 1998.

SOUZA et al. Recomendações Gerais quanto à localização e tamanhos dos elementos do canteiro de obras. In: **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. Departamento de Construção Civil. São Paulo, 1997.

PALHARES, R. A.; BRASIL, H.L.; COSTA, G.A. Execução de Estruturas na Construção Civil. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e Agronomia**. UFERSA. Fortaleza, 2015.