

UNILAVRAS

Centro Universitário de Lavras

www.unilavras.edu.br



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

PORTFÓLIO ACADÊMICO

**DIOGO FERREIRA DA SILVA
MAIKEL PRESSATO
RUBENS MARTINIANO VILELA
RUY CARAM COUTINHO
TALYSON FARIA CARVALHO**

LAVRAS-MG

2019

UNILAVRAS

Centro Universitário de Lavras

www.unilavras.edu.br



**DIOGO FERREIRA DA SILVA
MAIKEL PRESSATO
RUBENS MARTINIANO VILELA
RUY CARAM COUTINHO
TALYSON FARIA CARVALHO**

PORTFÓLIO ACADÊMICO

Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho de conclusão de curso, curso de graduação em Engenharia Civil

PROFESSOR ORIENTADOR

Prof^a. Esp. Simone Mancini

PROFESSOR CONVIDADO

Prof. Dr. Adriano Rodrigues

PRESIDENTE DA BANCA

Prof^a. Esp. Gabriela Bastos Pereira

LAVRAS-MG

2019

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Processamento Técnico da
Biblioteca Central do Unilavras

P849 Portfólio acadêmico / Diogo Ferreira da Silva
 [et al.]; orientação de Simone Mancini. – Lavras:
 Unilavras, 2019.
 129 f. : il.

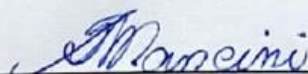
 Portfólio apresentado ao Unilavras como parte das
 exigências do curso de graduação em Engenharia Civil.

 1. Fundações. 2. Instrumentações de barragem. 3. Pilares
 4. Pavimentação. I. Pressato, Maikel. II. Vilela, Rubens
 Martiniano. III. Coutinho, Ruy Caram. IV. Carvalho, Talyson
 Faria. V. Mancini, Simone (Orient.). VI. Título.

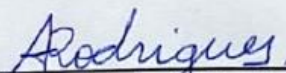
**DIOGO FERREIRA DA SILVA
MAIKEL PRESSATO
RUBENS MARTINIANO VILELA
RUY CARAM COUTINHO
TALYSON FARIA CARVALHO**

PORTFÓLIO ACADÊMICO

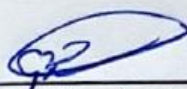
Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho de conclusão de curso, curso de graduação em Engenharia Civil



Profª. Esp. Simone Mancini (Orientador)



Prof. Dr. Adriano Rodrigues (Convidado)



Profª. Esp. Gabriela Bastos Pereira (Presidente da Banca)

Aprovado em 25/04/19

DEDICATÓRIA

Dedico este portfolio aos meus pais, Cloves e Maritsa, pela fé e confiança demonstrada ao longo dessa jornada. Aos verdadeiros amigos feitos ao longo desses anos. Enfim a todos que de alguma forma tornaram este caminho mais fácil de ser percorrido.

Diogo Ferreira da Silva

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser tudo em minha vida, me dando força e coragem durante esta caminhada. A todos os professores e orientadores desta instituição, que foram importantes na minha vida acadêmica. E ao Centro Universitário de Lavras, por toda presteza durante minha trajetória acadêmica.

Maikel Pressato

Dedico aos meus pais Antônio Martiniano Neto e Célia Martiniano Terra que sempre incentivaram para que eu não desistisse mesmo nos momentos de maiores dificuldades e também a toda minha família.

Rubens Martiniano Vilela

Dedico a Deus por todas as oportunidades que tive, por todas as pessoas que Ele colocou no meu caminho para que meus sonhos tomassem vida, aos meus pais que sempre estiveram fazendo de tudo para ver meu crescimento, apoiando, acreditando, lutando, e por todo apoio que me deram, a minha esposa que nunca mediu esforços para me amparar e auxiliar no decorrer desses anos, a todos os professores e colegas desde a escola até aos da Universidade e a todos que fizeram parte dessa construção profissional e a todos que virão a fazer no futuro próximo.

Ruy Caram Coutinho

Dedico o presente, como resposta ao fruto dos meus esforços, e a busca pela iluminação e a alta imagem da consciência, e o orgulho de estar cumprindo mais um dos muitos objetivos que alcançarei nesta caminhada. À minha família que sempre esteve a me ajudar e a todos que participaram junto a mim desses desafios e assim como eu buscarem a superação.

Talyson Faria Carvalho

UNILAVRAS

Centro Universitário de Lavras

www.unilavras.edu.br



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu energia e benefícios para concluir este portfólio.

Aos meus pais que estiveram sempre do meu lado, fornecendo o apoio e estímulo em todos os momentos difíceis na minha vida.

O meu irmão que sempre ajudou nas horas mais difíceis, sempre apoiou nas minhas escolhas.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa etapa em minha vida.

Diogo Ferreira da Silva

Agradeço a Deus, por renovar minhas forças e ampliar sempre minha disposição para o alcance dos meus objetivos.

Agradeço ao Unilavras, pela excelência nos ensinamentos.

Agradeço a todos os professores e mestres que fizeram parte da minha formação, pelas orientações seguras durante esta jornada.

Agradeço a minha esposa Suzana, eterna companheira, e ao meu filho Pedro, grande motivador.

Agradeço ao meu pai, Vitor Pressato, e a minha mãe, Maura Pressato, pela paciência e incentivos em todos os dias de minha vida pessoal e acadêmica, sendo para mim exemplos de vida.

Agradeço aos grandes amigos conquistados durante o curso, em especial ao Rubens, Diogo, Ruy e Talyson.

Agradeço a todos os colaboradores do Unilavras que participaram de forma direta ou indiretamente em minha formação acadêmica.

UNILAVRAS

Centro Universitário de Lavras

www.unilavras.edu.br



Agradeço a Deus, que me deu forças para concluir o Portfólio.

Ao Unilavras, pela oportunidade da realização deste trabalho.

A todos os professores que fizeram parte da conclusão deste ensinamento e deram suporte para que eu pudesse realizá-lo.

Aos meus pais e minha família, pelo incentivo e compreensão das minhas ausências.

Aos meus colegas que jamais esquecerei.

Ao proprietário da obra Juliano Carvalho que cedeu o espaço para vivência.

A todos os profissionais que trabalharam na obra e disponibilizaram suas experiências.

Em especial, a todos que contribuíram diretamente e indiretamente neste trabalho.

Rubens Martiniano Vilela

Agradeço a Deus sempre presente em minha vida, sem o qual nada teria feito.

Aos meus pais, que partilham do meu ideal e os alimentam, me incentivando a prosseguir na jornada, mostrando que meu caminho deveria ser seguido sem medo, fossem quais fossem os obstáculos. Minha gratidão vai além de meus sentimentos, pois a vocês foi cumprido o dom divino: o dom de ser Pai e o dom de ser Mãe.

A minha esposa, por toda paciência, amor, confiança, carinho, alegria e apoio incondicional.

Aos meus familiares pelo apoio e estímulo nessa trajetória acadêmica.

Aos meus colegas pelo incentivo e apoio constantes.

Aos colegas de trabalho em campo pelo aprendizado e pela convivência que tanto ajudou em minha formação acadêmica.

A UNILAVRAS, que abriram as portas para que hoje eu pudesse enxergar um novo horizonte, cheio de certeza no mérito e na ética aqui presentes.

A minha professora Simone Mancini, pela supervisão e material fornecido e aos outros professores que exerceram com dedicação as aulas ministradas.

A todos que fizeram parte dessa construção profissional e a todos que virão a fazer no futuro próximo, o meu muito obrigado.

Agradeço a fonte divina pela iluminação, por ter me dado o objetivo e consequentemente o resultado veio com mais essa bela experiência alcançada.

Aos meus pais, Eleonato e Sirleia, que esteve ao meu lado nessa etapa da minha vida acompanhando minhas dificuldades e esforços. Ao meu Irmão Guilherme, que diretamente me motivava a buscar um modo de evoluir para que um dia pudéssemos somar esforços e alcançar estabilidade espiritual, para chegar a uma vida plena.

Ao engenheiro Manoel Heitor que indiretamente contribuiu com a oportunidade, e atenção, transmitindo o conhecimento, de forma amigável e profissional, possibilitando a alcance dessa nova realização e construção do conhecimento individual.

A instituição, que teve por princípio cumprir com a nossa preciosa formação, sempre buscando o compromisso e o respeito pelos seus alunos, alcançando as melhores formas de nos transmitir o saber, o entendimento, e o precioso conhecimento, que nos fará nos próximos dias brilhar e levar o nome da instituição adiante.

Aos professores, que sempre repetem suas explicações mediante a um 'não entendi', não medindo a dificuldade para sanar as dúvidas e fazer tão bem seu trabalho.

A nossa orientadora Simone Mancini pela dedicação e compromisso o que tornou possível a conclusão deste portfólio.

A meus colegas que participaram e compartilharam do meu processo de formação, sempre trocando entre nós as informações necessárias, de modo que fôssemos qualificados para este momento tão esperado.

Aos amigos que criamos nessa etapa da vida como consequência dos nossos objetivos, criando laços de amizade que levaremos para a nossa vida profissional, obrigado a todos vocês.

Talyson Faria Carvalho

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sala de desenvolvimento de atividades	21
Figura 2 - Abertura de Fundação Rasa	23
Figura 3 - Perfuração das Broca	24
Figura 4 - Preparação do solo.	25
Figura 5 - Assentamento dos blocos de concreto	26
Figura 6 - Viga baldrame	27
Figura 7 - Concretagem da sapata.....	28
Figura 8 - Assentamento do bloco de concreto cheio	29
Figura 9 - Armadura do pilar.....	30
Figura 10 - Formas de escoramento	31
Figura 11 - Pilar desformado	33
Figura 12 - Preparado para receber o lançamento do concreto	34
Figura 13 - Escoramento da viga	35
Figura 14 - Vista aérea do empreendimento	38
Figura 15 - Corte Seção Transversal do Maciço	41
Figura 16 - Composição piezômetro casagrande.....	45
Figura 17 - Medição Piezômetro casagrande.....	45
Figura 18- Instrumento de medição – fita métrica eletrônica.....	46
Figura 19 - Verificação do valor medido.....	46
Figura 20 - Realização das anotações na planilha padrão de dados	47
Figura 21 - Composição interna do piezômetro de corda vibrante	48
Figura 22 - Painel de conexão do instrumento	49
Figura 23 - Definição ponto instalação do instrumento	49
Figura 24 - Maleta de medição	50
Figura 25 - Leitura dos valores de frequência e temperatura	50
Figura 26 - Realização das anotações na planilha padrão de dados	51
Figura 27- Placa de inox para vertedores.....	52
Figura 28 - Vertedores Triangulares.....	53
Figura 29 - Identificação do Vertedor	53
Figura 30 - Régua para medição de nível	54

Figura 31 - Realização das anotações na planilha padrão de dados	54
Figura 32 - Medidor Triortogonal de Junta	55
Figura 33 - Aferição padrão do instrumento Invar	56
Figura 34 - Medição vertical	56
Figura 35 - Medição Longitudinal	57
Figura 36 - Medição Horizontal	57
Figura 37 - Realização das anotações na planilha padrão de dados	58
Figura 38 - Cadastramento dos planos de manutenções	60
Figura 39 - Geração de ordens de serviços programadas e não-programadas	61
Figura 40 - Geração de Gráficos de Curvas de Tendências	62
Figura 41 - Modelo Memorial Descritivo Industrial	64
Figura 42 - Local de realização do estágio.....	66
Figura 43 - Terraplanagem.....	68
Figura 44 - Sondagem.....	69
Figura 45 - Fundação rasa	70
Figura 46 - Procedimentos de construção da sapata retangular	71
Figura 47 - Armadura de aço dos pilares	73
Figura 48 - Fôrma de madeira do pilar	74
Figura 49 - Concretagem do pilar	75
Figura 50 - Pilar concretado e desenformado	76
Figura 51 - Escavação da viga baldrame	77
Figura 52 - Ferragens da viga baldrame	78
Figura 53 - Formas de madeira das vigas baldrame	79
Figura 54 - Concretando a viga	81
Figura 55 - Impermeabilização	82
Figura 56- Fachada da empresa CRV.....	85
Figura 57 - Compactação do solo	86
Figura 58 - Berço de brita e armadura.....	87
Figura 59 - Concretagem do piso industrial.....	87
Figura 60 - Escavação de vala	88
Figura 61 - Escoramento de valas.....	89
Figura 62 - Berço para assentamento de tubo de concreto.....	90

Figura 63 - Assentamento de manilhas e rejuntamento	90
Figura 64 - Terraplanagem.....	91
Figura 65 - Compactação do solo	92
Figura 66 - Imprimação	93
Figura 67 - Pintura de Ligação.	93
Figura 68 - Aplicação de massa asfáltica	94
Figura 69 - Informações da Empresa	95
Figura 70 - Desaterro e limpeza do terreno.....	96
Figura 71 - Desaterro do terreno	97
Figura 72 - Perfuração das sapatas	98
Figura 73 - Apiloamento da vala da sapata	98
Figura 74 - Armadura usada na sapata e pilares	99
Figura 75 - Concretagem das sapatas	100
Figura 76 - Acabamento da concretagem	101
Figura 77 - Pilar de arranque.....	102
Figura 78 - Armadura do pilar.....	104
Figura 79 - Forma de um pilar de concreto armado	106
Figura 80 - Preparação e concretagem de um pilar de concreto armado.....	107
Figura 81 - Pilar de concreto armado	109
Figura 82 - Formas e escoras das vigas	110
Figura 83 - Armadura das vigas	112
Figura 84 - Concretagem das vigas	114

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
mca	Metro de coluna de água
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
MPa	Mega Pascal
SPT	Ensaio de sondagem à percussão
CA-25	Aço com tensão de escoamento de 25kgf/mm ² ou 250MPa
CA-50	Aço com tensão de escoamento de 50kgf/mm ² ou 500MPa
CA-60	Aço com tensão de escoamento de 60kgf/mm ² ou 600MPa
fck	Resistência característica do concreto à compressão aos 28 dias
CP II E32	Cimento Portland composto com escória
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAD	Concreto de Alto Desempenho
cm	Centímetro
mm	Milímetro
kN	KiloNewton
BWG	Birmingham Wire Gauge
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente

UNILAVRAS

Centro Universitário de Lavras

www.unilavras.edu.br



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tensões de escoamento de cada tipo de aço	103
Quadro 2 - Diâmetros de comercialização de aço.....	103
Quadro 3 - Diâmetros de fios de arames recozidos	105

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	DESENVOLVIMENTO	20
2.1	Vivência do aluno Diogo Ferreira da Silva	20
2.1.1	<i>Apresentação</i>	20
2.1.2	<i>Local do estágio</i>	20
2.1.3	<i>Fundações</i>	21
2.1.3.1	<i>Sapata com broca</i>	23
2.1.3.2	<i>Preparação do solo</i>	24
2.1.3.3	<i>Assentamento dos blocos de concreto</i>	26
2.1.3.4	<i>Viga baldrame</i>	27
2.1.3.5	<i>Concretagem da sapata</i>	28
2.1.3.6	<i>Assentamento dos blocos de concreto cheio</i>	29
2.1.4	<i>Pilares</i>	29
2.1.4.1	<i>Fôrmas e escoramento de um pilar</i>	31
2.1.4.2	<i>Pilar Concretado</i>	32
2.1.5	<i>Vigas</i>	33
2.1.5.1	<i>Fôrmas e escoramento de vigas</i>	34
2.1.5.2	<i>Escoramento da viga</i>	35
2.2	Vivência do aluno Maikel Pressato	37
2.2.1	<i>Apresentação</i>	37
2.2.2	<i>Local do estágio</i>	37
2.2.3	<i>Apresentação da usina</i>	38
2.2.4	<i>Atividades desenvolvidas</i>	39
2.2.4.1	<i>Monitoramentos para segurança de barragem</i>	39

2.2.4.1.1	Instrumentações da barragem da usina do Funil.....	42
2.2.4.1.2	Piezômetro tipo casagrande	44
2.2.4.1.3	Piezômetro corda vibrante	47
2.2.4.1.4	Medidor de vazão	51
2.2.4.1.5	Medidor triortogonal de junta	55
2.2.4.2	<i>Sistema de gerenciamento de manutenção</i>	<i>58</i>
2.2.4.2.1	Cadastramento dos planos de manutenção	59
2.2.4.2.2	Geração de ordens de serviços	60
2.2.4.2.3	Coletas de tendência, acumulativa e geração gráficos.....	61
2.2.4.3	<i>Memorial descritivo</i>	<i>62</i>
2.2.4.3.1	Termo de referência	64
2.3	Vivência do aluno Rubens Martiniano Vilela	66
2.3.1	<i>Apresentação.....</i>	66
2.3.2	<i>Apresentação do local de estágio.....</i>	66
2.3.3	<i>Atividades desenvolvidas no estágio</i>	66
2.3.3.1	<i>Terraplanagem.....</i>	67
2.3.3.2	<i>Sondagem.....</i>	68
2.3.3.3	<i>Fundação rasa</i>	69
2.3.3.4	<i>Procedimentos de construção da sapata retangular</i>	70
2.3.3.5	<i>Armaduras de aço dos pilares.....</i>	72
2.3.3.6	<i>Fôrma de madeira do pilar</i>	73
2.3.3.7	<i>Concretagem do pilar</i>	74
2.3.3.8	<i>Pilar concretado e desenformado</i>	76
2.3.3.9	<i>Escavação da viga baldrame</i>	77
2.3.3.10	<i>Ferragens da viga baldrame</i>	78
2.3.3.11	<i>Formas de madeiras das vigas baldrames</i>	79

2.3.3.12	Concretando a viga.....	80
2.3.3.13	Impermeabilização.....	81
2.4	Vivência do aluno Ruy Caram Coutinho	84
2.4.1	Apresentação.....	84
2.4.2	Apresentação da empresa	84
2.4.3	Atividades desenvolvidas	85
2.4.3.1	Piso Industrial.....	85
2.4.3.2	Drenagem de águas pluviais.....	88
2.4.3.3	Pavimentação asfáltica	91
2.5	Vivência do aluno Talyson Faria Carvalho	95
2.5.1	Apresentação do aluno	95
2.5.2	Apresentação da empresa	95
2.5.3	Atividades desenvolvidas	95
2.5.3.1	Fundação	96
2.5.3.1.1	Desaterro e limpeza do terreno	96
2.5.3.1.2	Escavação das sapatas isoladas.....	97
2.5.3.1.3	Armadura das sapatas isoladas.....	99
2.5.3.1.4	Concretagem das sapatas.....	100
2.5.3.2	Pilares	101
2.5.3.2.1	Arranque dos pilares.....	101
2.5.3.2.2	Estrutura de aço do pilar.....	104
2.5.3.2.3	Forma do pilar.....	105
2.5.3.2.4	Preparação e concretagem do pilar	107
2.5.3.2.5	Cura do pilar de concreto armado	109
2.5.3.3	Vigas de concreto armado	110
2.5.3.3.1	Formas e escoras das vigas de concreto armado	110

2.5.3.3.2	Armadura de aço da viga.....	111
2.5.3.3.3	Concretagem das vigas	113
3	AUTOAVALIAÇÃO.....	116
3.1	Autoavaliação do aluno Diogo Ferreira da Silva	116
3.2	Autoavaliação do aluno MaikelPressato	117
3.3	Autoavaliação do aluno Rubens Martiniano Vilela	119
3.4	Autoavaliação do aluno Ruy Caram Coutinho	121
3.5	Autoavaliação do aluno Talyson Faria Carvalho.....	122
4	CONCLUSÃO	123
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124

1 INTRODUÇÃO

Este portfólio acadêmico foi desenvolvido com base nas vivências dos estudantes durante os estágios e ao longo do curso de graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário de Lavras – Unilavras. Estão relatadas diversas experiências envolvendo vários segmentos de atuação, combinando a teoria à prática.

Eu, Diogo Ferreira da Silva, natural de Lavras - Minas Gerais, realizei o estágio com o Engenheiro Civil Jânio de Bragança Macedo Soares, profissional proprietário da empresa Bragança Engenharia, localizada na Rua Barão do Rio Branco, 105, Centro, Lavras (MG). Desenvolvi as atividades de acompanhamento de obras nas áreas de fundações, pilares e vigas.

Eu, Maikel Pressato, realizei meu estágio na empresa Aliança Geração de Energia S.A, situada no endereço BR-381-Fernão Dias, Km 662- S/Nº- Zona Rural- Perdões MG, onde tive a oportunidade de obter novos aprendizados em campo e colocar em prática os conhecimentos teóricos adquiridos durante o período da minha graduação. Dentre as diversas áreas para serem relatadas neste Portfólio, escolhi apresentar os tópicos de Instrumentação de Barragem, Gerenciamento de Manutenção e Memorial Descritivo.

Eu, Rubens Martiniano Vilela, natural de Lavras Minas Gerais, realizei o estágio com o Engenheiro Civil Fellipe Ferreira Rezende, profissional proprietário da empresa, CFG Engenharia, localizada na rua Jucelino Kubitscheck, 524, Retiro, Lavras (MG). Desenvolvi as atividades de projetos arquitetônicos e acompanhamento da execução de diversas obras com ênfase em sapata, viga baldrame e pilar.

Eu, Ruy Caram Coutinho, realizei meu estágio na empresa CRV – Construtora Rezende e Alvarenga LTDA, situado na Rua Reverendo Samuel Brust, número 165, no município de Campo Belo (MG). Dentre as áreas abordadas no estágio, desenvolvi as atividades de acompanhamento de execução de piso industrial, drenagem e pavimentação asfáltica.

Eu, Talyson Faria Carvalho, realizei meu estágio na empresa MH Engenharia e Arquitetura, situada na Avenida Alberto Cambraia Neto, nº469, Bairro das Indústrias em Bom Sucesso (MG). Desenvolvi as atividades de acompanhamento de execução de obras com ênfase em fundações, pilares e vigas.

O objetivo do presente trabalho é descrever e compartilhar as experiências práticas que cada estudante vivenciou, vinculando-as também com as disciplinas estudadas ao longo da graduação, além de registrar a experiência e tornar acessível aos demais e futuros estudantes da instituição que venham a procurar informações sobre a aplicação prática da Engenharia Civil.

2 DESENVOLVIMENTO

Nesta parte do trabalho serão relatadas as experiências dos alunos na seguinte sequência: Diogo Ferreira, Maikel Pressato, seguido de Rubens Martiniano, Ruy Caram e Talyson Faria.

2.1 Vivência do aluno Diogo Ferreira da Silva

2.1.1 Apresentação

Sou natural de Lavras, Minas Gerais, e após a conclusão do Ensino Médio percebendo a necessidade de cursar um ensino superior, minha primeira opção foi o Unilavras. Dentre tantos cursos que são ofertados, o que mais me identifiquei foi o Curso de Engenharia Civil, pois tenho atração por engenharia. Sendo assim, no segundo semestre de 2014 iniciei meus estudos na instituição.

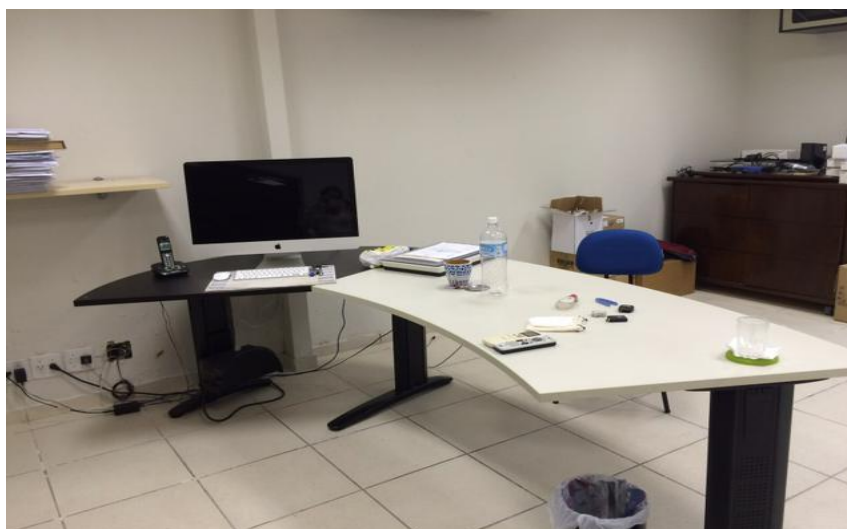
Inspiro-me em grandes profissionais da minha região e também em meus professores, pois possuem uma excelentíssima competência, de modo que eu busco aproveitar ao máximo tudo que é ensinado.

2.1.2 Local do estágio

Realizei o estágio na Bragança Engenharia localizada na cidade de Lavras. O escritório de engenharia foca na elaboração de levantamentos arquitetônicos, projetos arquitetônicos, estruturais e pavimentação. Todos os projetos elaborados eram analisados pelo engenheiro e, caso tivessem alguma falha, juntos encontrávamos a melhor solução para o problema.

Na Figura 1, é possível ver a sala onde eram desenvolvidas as atividades, sempre acompanhado pelo engenheiro responsável da empresa.

Figura 1 - Sala de desenvolvimento de atividades



Fonte: O autor (2018).

Durante o estágio, elaborei projetos arquitetônicos compostos por plantas baixas, cortes transversal e longitudinal, planta locação e situação e fachada. Além disso, acompanhei o desenvolvimento do serviço em campo, a programação de serviço e o acompanhamento do cronograma. Nos próximos tópicos serão apresentadas a vivência do serviço em campo.

2.1.3 Fundações

As fundações têm como função transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia. Assim, devem resistir às tensões causadas pelos esforços solicitantes. Além disso, o solo necessita de resistência e rigidez apropriadas para que não ocorra recalque ou ruptura e não apresentar deformações excessivas. As fundações podem ser tidas como uma das partes mais importante da estrutura por suportar todas as cargas provenientes do seu próprio peso e as cargas decorrentes de seu uso. É sempre importante possuir informações detalhadas sobre as características do subsolo e sobre as cargas da estrutura para que não haja incorreção no projeto. “Na medida em que o solo é o meio que vai suportar as cargas, sua identificação e a caracterização de seu comportamento são essenciais à solução de qualquer problema” (MILITISTSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2015, p. 27).

Quaisquer erros ou imperfeições no projeto e na execução das diversas partes da construção exigem como consequência, adaptações não previstas no orçamento, consertos com custos complementares e até necessidade de reconstruções completas, muito dispendiosas, e mesmo, às vezes prejuízos

que aparecem bem mais tarde. Se tudo fosse executado corretamente, conforme as boas regras da técnica em conformidade com as normas técnicas, todos esses ônus imprevistos e adicionais poderiam ser evitadas (RIPPER apud NEGRI, 2015, p. 14).

Dessa forma, para a escolha da fundação mais adequada, devem ser realizados estudo das características do subsolo do terreno sobre o qual será executada a edificação e conhecer os esforços atuantes sobre a edificação, as características do solo e dos elementos estruturais que formam as fundações (AZEREDO, 1988).

De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010), as fundações são divididas em duas categorias: diretas ou superficiais e as profundas. As fundações diretas ou superficiais são aquelas em que a carga é transmitida ao solo, predominantemente pelas tensões distribuídas sob a base do elemento estrutural de fundação. A profundidade de assentamento de uma fundação superficial em relação ao terreno adjacente deve ser inferior a duas vezes a menor dimensão, em planta, do elemento estrutural. As fundações profundas são definidas como aquelas em que a carga é transmitida ao terreno pela sua base ou por sua superfície lateral, também denominada de fuste, estando assente a uma profundidade superior ao dobro da sua menor dimensão em planta, ou de no mínimo 3 metros.

A Figura 2 demonstra a escavação para uma fundação direta, sua execução é simples e geralmente não necessita de mão de obra especializada. São muito utilizadas para estruturas de pequeno a médio porte em solos que não sejam muito compressíveis. Através de sua base o elemento transmite as cargas para o solo.

A escavação da obra consiste nos serviços de abertura de furos ou valas no terreno na posição onde será construída a fundação. Para realizar a escavação é necessário que o gabarito esteja pronto com a marcação das paredes e com o nível estabelecido (ARRUDA FILHO; SILVA; SOUZA, 2001, p.19).

Figura 2 - Abertura de Fundação Rasa



Fonte: O autor (2018).

Durante o estágio em campo, realizei o acompanhamento dos processos de demarcações de áreas, montagens dos gabaritos e definições dos pontos das paredes e pilares. A realização do serviço de escavação ocorreu de modo manual com a utilização de picareta, cavadeira de boca e pá. Esta atividade está relacionada com a disciplina de Fundações. Essa disciplina busca ensinar como avaliar os possíveis tipos de fundações em função do porte da obra e perfil de solo.

2.1.3.1 Sapata com broca

Segundo a NBR 6122 (ABNT, 2010, p. 4) as sapatas são

Elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sob a base da fundação, e a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente à fundação é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.

As sapatas rasas são dimensionadas de forma a distribuírem o peso da construção para solo para que a força exercida sobre o solo seja compatível com a sua resistência. As sapatas rasas ou diretas são as mais comuns para serem usadas em obra de pequeno porte (BARROS, 2011, p.6).

Os blocos de coroamento são definidos como maciço de concreto armado que solidarizam as cabeças das estacas responsáveis por transmitir os esforços,

proveniente de um pilar, até uma camada resistente do solo. A Figura 3 mostra a perfuração da broca, feita manualmente com o auxílio de uma cavadeira de boca obedecendo ao diâmetro e a profundidade para receber armadura e a concretagem. A função da broca é provoca um atrito lateral contra o solo dificultando sua penetração.

Figura 3 - Perfuração das Broca



Fonte: O autor (2018).

As brocas geralmente são utilizadas para pequenas obras, residenciais, onde encontramos solos argilosos com umidade, esses solos possuem baixa resistência, portanto são solos não confiáveis. Essa atividade está relacionada com a disciplina de Fundações, que tem como objetivo avaliar e classificar os tipos de esforços que serão atuados nasapata.na superfície.

2.1.3.2 *Preparação do solo*

A Figura 4 mostra a escavação e preparação do solo sendo feita por ferramentas manuais, na escavação do solo foi utilizado uma ferramenta (enxadeta) para a realização do trabalho. Posteriormente foi utilizado pedras de mão para o apiloamento do solo com o auxílio de um soquete de 20kg socando o mesmo contra o solo de forma a compactá-lo e para a posterior execução do lastro ou concreto

magro. Compactação de solo é definida como o método para aumentar mecanicamente a densidade do solo. Em construções, esta é uma parte importante do processo de edificação. Ela se relaciona com a disciplina de Mecânica dos Solos, dando ênfase às múltiplas aplicações em Engenharia.

Figura 4 - Preparação do solo.



Fonte: O autor (2018).

Segundo SILVA (2003, p.43),

O apiloamento não é feito com objetivo de aumentar a resistência do solo, mas sim compactar o material solto na escavação e uniformizar o fundo da cava. Concluído o trabalho de apiloamento, deve-se executar um lastro de concreto magro (consumo de cimento da ordem de 150 kg/m³) na espessura de 5 cm, com objetivo de regularizar o fundo da cava e não permitir o contato direto do material com o solo.

O apiloamento é uma compactação de um terreno de forma manual ou mecânica, geralmente é utilizado para a compactação de fundo de valas de fundação e para a execução de contrapiso diretamente sobre o solo. Seu principal objetivo é

uniformizar e regularizar a superfície para evitar que a terra solta do terreno se misture com o concreto.

2.1.3.3 Assentamento dos blocos de concreto

A Figura 5 demonstra o assentamento de blocos de concreto de 20cm de largura com auxílio de uma linha de pedreiro presa nos blocos de cantos para realização do nivelamento da base para possibilitar a elevação das paredes de alvenaria posteriormente.

Figura 5 - Assentamento dos blocos de concreto



Fonte: O autor (2018).

A alvenaria deve ser executada muito bem com atenção, principalmente a alinhamento, prumo, esquadro e amarração. Todo esse cuidado evita o surgimento de problemas.

Conforme NBR 15961-1 (ABNT, 2011), os projetos devem apresentar desenhos técnicos contendo as plantas das fiadas diferenciadas, exceto na altura das aberturas, e as elevações de todas as paredes. Em casos especiais de elementos longos repetitivos (como muros, por exemplo), plantas e elevações podem ser representadas parcialmente. Devem ser apresentados, sempre que presentes, detalhes de amarração das paredes, localização dos pontos grauteados e armaduras, e posicionamento das juntas de controle e de dilatação.

2.1.3.4 Viga baldrame

A NBR 6122 (item 7.7.3) estabelece que

Todas as partes da fundação superficial (rasa ou direta) em contato com o solo (sapatas, vigas de equilíbrio, etc.) devem ser concretadas sobre um lastro de concreto não estrutural com no mínimo 5 cm de espessura, a ser lançado sobre toda a superfície de contato solo fundação. No caso de rocha, esse lastro deve servir para regularização da superfície e, portanto, pode ter espessura variável, no entanto observado um mínimo de 5 cm. (ABNT, 2010, p.22).

A Figura 6 demonstra realização das extremidades e fundo, onde posteriormente foi colocado um Lastro de concreto não estrutural, para apoiar as ferragens que tem como objetivo proteção das armaduras contra umidade. Foi colocado às armaduras da viga baldrame, alinhamento das ferragens, e deixando o arranque para receber o pilar.

Figura 6 - Viga baldrame



Fonte: O autor (2018).

Esta etapa do processo de construção se relaciona com a disciplina de Construção Civil I, que ensina a iniciar a prática das construções, especialmente nos conceitos básicos de canteiro de obras: leitura dos terrenos, locação de obras, movimentações de terra, recebimento e estocagem de materiais, organização do canteiro, preparos para fundações, superestruturas, alvenarias e lajes.

Segundo Barros (2011), a viga de fundação nada mais é do que uma viga sobre base elástica e construída em uma cava com pequena profundidade, destinada a suportar as cargas de todas as paredes de uma construção transferindo ao solo.

2.1.3.5 Concretagem da sapata

A Figura 7 mostra concretagem da sapata, na sua execução foi inserido uma camada de concreto magro de aproximadamente 5 cm. Esta camada servirá de proteção das armaduras, para que não fique em contato direto com o solo e também como uma camada de regularização. Em seguida a concretagem, o concreto deve ser bem adensado, a fim de impedir a formação de brocas, o concreto deverá ser lançado a pequena altura, de forma a evitar a segregação de material.

Figura 7 - Concretagem da sapata



Fonte: O autor (2018).

A atividade foi relacionada com a disciplina de Concreto Armado que tem a definição de estudar as propriedades mecânicas do concreto e do aço e fornecer os fundamentos teóricos e práticos para o dimensionamento de peças de concreto armado submetidas aos esforços de flexão e cisalhamento, além da verificação da fissuração.

2.1.3.6 Assentamento dos blocos de concreto cheio

A Figura 8 retrata o enchimento do bloco de concreto, foi adicionado concreto no bloco com intuito de aumentar sua capacidade de compressão e também como uma camada de regularização. Este processo está relacionado às disciplinas de Construção Civil, Mecânica dos Solos e Fundações.

Figura 8 - Assentamento do bloco de concreto cheio



Fonte: O autor (2018).

Devemos sempre analisar uma estrutura de alvenaria a ser realizado sempre se considerando o equilíbrio tanto em cada um dos seus elementos quanto na estrutura como um todo. A segunda fiada e as demais são feitas com a amarração dos blocos, de forma que as juntas da fileira de cima não se encontrem as juntas da fileira de baixo, A cada fiada que subir, suba junto a linha de pedreiro para garantir a precisão do alinhamento.

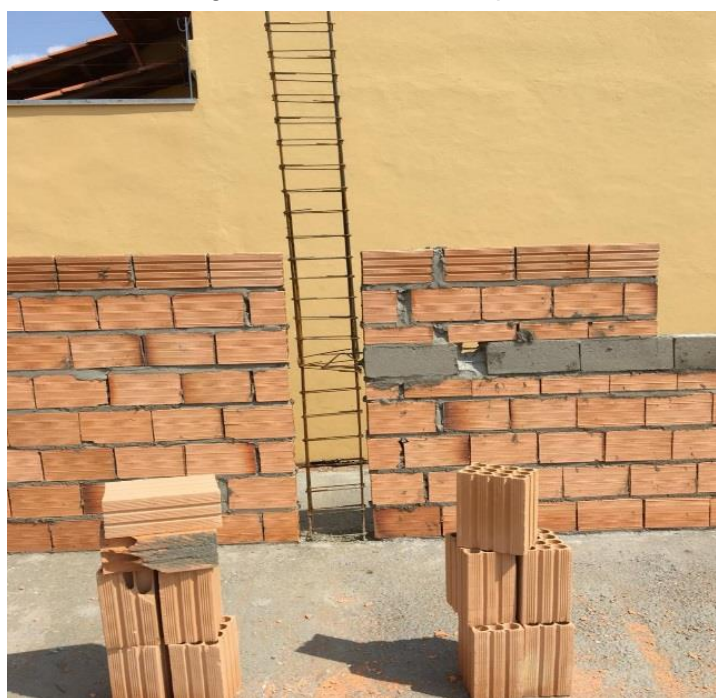
2.1.4 Pilares

Os pilares são os elementos principais do sistema estrutural de uma edificação, levando em conta que atuam diretamente para estabilidade global da estrutura, sendo

assim, o engenheiro responsável por dimensionamento de tais elementos tem uma grande responsabilidade.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) define pilares em seu item 14.4.1.2 como elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes, com isso, tornando os pilares os melhores exemplos de comparação na compressão do concreto. A Figura 9 demonstra um pilar com armaduras pronto para receber as formas para concretagem.

Figura 9 - Armadura do pilar



Fonte: O autor (2018).

No dimensionamento de pilares é indispensável a análise de sua estabilidade e a consideração devido às excentricidades acidentais, também dos momentos decorrentes de deslocamentos sofrido pela estrutura devido à ação dos carregamentos caracterizados como de 2º ordem. A análise estrutural de 2º ordem deve assegurar que, para as combinações mais desfavoráveis das ações de cálculo, não ocorra perda de estabilidade, nem esgotamento da capacidade de resistente de cálculo, devendo ser obrigatoriamente considerada não linearidade física, presente na estrutura de concreto armado (NBR 6118, ABNT, 2014).

Ripper (1995, p. 17) destaca que “se deve prever contraventamento segundo duas direções perpendiculares entre si (geralmente feita em uma só direção), devem

ser apoiadas no terreno em estacas firmemente batidas ou nas formas da estrutura anterior”.

Esta atividade também está relacionada com a disciplina de Concreto Armado que estuda as propriedades mecânicas do concreto e do aço e fornece os fundamentos teóricos e práticos para o dimensionamento de peças de concreto armado submetidas aos esforços de flexão e cisalhamento, além da verificação da fissuração.

2.1.4.1 Formas e escoramento de um pilar

A Figura 10 demonstra um pilar com as formas e escoramento. Esse processo tem como objetivo moldar o concreto fresco, resistindo todas as cargas atuantes resultado da pressão exercida pelo concreto fresco. Os sistemas de formas permitem a execução de obras utilizando concreto armado ou não, e em diversos formatos e seções de modo a atender as solicitações de cada projeto. Este sistema apresenta três funções principais: dar forma ao concreto, proporcionar a superfície do concreto a textura requerida e suportar o concreto fresco até atingir a capacidade de auto suporte.

Figura 10 - Formas de escoramento



Fonte: O autor (2018).

Segundo Isaia (2007, p. 27), o mal dimensionamento do sistema de formas pode causar grandes contratempo na etapa de revestimento caso de ocorrer o deslocamento de qualquer parte da forma alterando as dimensões do elemento formado, Nazar (2007, p. 58) acrescenta ainda que estas falhas também podem ser responsáveis por apresentarem, durante ou até mesmo após a execução, o surgimento de fissuras na estrutura formada.

De acordo com NBR 6118 (ABNT, 2014) os elementos de concreto protendidos são “aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência”. O sistema de formas geralmente tem efeitos financeiros consideráveis no custo da obra, de modo que

pode chegar a até 30% do valor da etapa de estrutura em edifícios habitacionais e comerciais com múltiplos andares, e também ser responsável por até 60% do prazo de execução da estrutura. Tornando-se muito clara a necessidade e a importância na evolução de sistemas atuais (NAZAR, 2007, p. 56).

O que foi realizado nesta atividade está relacionado com a disciplina de Concreto Armado, que tem como um dos objetivos ensinar os princípios da verificação da segurança, estados limites últimos e de utilização, e a aderência entre concreto e aço.

2.1.4.2 Pilar Concretado

De acordo com Maranhão (2000, p.2) muitas obras são realizadas sem

o necessário estudo racional de economia, sem verificação de resistência ou deformabilidade ou, no melhor dos casos, sem análise da facilidade de desforma para futuro reaproveitamento. Isso contribui para o caos da indústria da construção civil, sendo que vários trabalhos têm mostrado a situação precária que vive a construção.

Assim, conforme Velloso e Lopes apontam (2004, p. 132), “é importante conhecer as pressões de contato, especialmente nos casos de carga excêntrica, seja para o dimensionamento estrutural”.

Com base na vivência, foi analisado que os elementos estruturais sofrem diversas intempéries. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 16) “A agressividade do

meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas”.

A Figura 11 tem como objetivo demonstrar um pilar concretado, que tem a função de transmitir as cargas atuantes para fundação, dando à estrutura, estabilidade.

Figura 11 - Pilar desformado



Fonte: O autor (2018).

Este tema está relacionado com a disciplina de Construção Civil, que ensina a orientar, gerenciar as atividades, as equipes no canteiro de obras da construção civil, além do controle técnico dos materiais, dos processos empregados na construção, seus acompanhamentos, reconhecimento topográfico do terreno, movimentações de terra e a pavimentação.

2.1.5 Vigas

No decorrer da vivência foi visto que as vigas de concreto são geralmente usadas no sistema laje-viga-pilar para transferir os esforços verticais recebidos da laje para o pilar ou para transmitir uma carga concentrada, caso sirva de apoio a um pilar, também foi possível verificar que as vigas de concreto transferem o peso das lajes e dos demais elementos às colunas, existe ainda a diferenciação de vigas quanto a sua forma de apoio, elas se classificam em viga bi-apoiada ou apoiada, viga contínua e viga de balanço sendo as vigas bi-apoiadas, vigas com dois pontos de apoio, um em

cada extremidade, podendo ser simples ou engastadas, gerando vigas simplesmente apoiadas, com apoio simples e engaste e bi-engastadas e como acompanhado as vigas contínuas são vigas com mais de dois pontos de apoio e, por fim, as vigas em balanço são vigas com somente um apoio em uma extremidade. Toda a carga é transferida para o único ponto de fixação.

2.1.5.1 Formas e escoramento de vigas

De acordo com a vivência a viga de concreto armado resiste a carregamentos externos pela mobilização de momentos fletores e forças cortantes, de modo geral, no projeto de uma viga de concreto armado, dimensionamento à flexão e o deslocamento vertical (flecha) determinam as dimensões da seção transversal e a armadura longitudinal. Conforme NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 19), para projetos de vigas de concreto armado ao esforço cortante. A resistência da viga à força cortante será proporcionada pelo concreto comprimido, por meio das bielas de compressão, e por uma armadura transversal (estribos verticais), convenientes dimensionadas. A baixa resistência do concreto à tração será desprezada como feito também no caso do dimensionamento das vigas à flexão. A Figura 12 mostra a preparação de um escoramento de vigas para receber o lançamento do concreto.

Figura 12 - Preparado para receber o lançamento do concreto



Fonte: O autor (2018).

Fajersztajn e Landi (1992) acrescentam ainda que o sistema de fôrmas deve ser econômico e ao mesmo tempo proporcionar segurança tanto para os trabalhadores envolvidos na concretagem e na montagem das fôrmas quanto ao sistema propriamente dito. Salgado (2014) classifica sistema de fôrmas como removíveis quando é possível retirar a fôrma utilizada para moldagem da estrutura após a cura do concreto, podendo ou não ser utilizada novamente tanto para a mesma finalidade ou não. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 15), para análises de tensões de compressão do concreto no estado-limite último, podem ser empregados o diagrama de tensão x deformação idealizado.

2.1.5.2 Escoramento da viga

A Figura 13 demonstra como deve ser feito o escoramento da viga para que não ocorra deslocamento.

Figura 13 - Escoramento da viga



Fonte: O autor (2018).

Conforme vivenciado durante estágio, o escoramento é visto como uma estrutura provisória composta por um conjunto de elementos que apoiam as formas de lajes e vigas, suportando as cargas atuantes (peso próprio do concreto, movimentação de operários e equipamentos) transmitindo para a estrutura anterior ou para o piso, até que essa estrutura se torne autoportante, podendo ser madeira ou outro material. Um escoramento bem planejado é uma escolha adequada de equipamentos, fazem com que tenhamos menos desperdícios, uma obra mais limpa,

racionalização e agilidade na produção, tudo isso gerando um menor custo no fim da construção.

Conclui-se a necessidade de fazer, sempre um acompanhamento técnico na execução de formas com intuito de evitar consequências graves com relação à segurança e à estética. No aspecto da segurança está ligado a erros no processo executivo, que afetam diretamente a segurança das estruturas e podem colocar em risco os colaboradores que atuam no canteiro de obras. Quanto à estética, podem proporcionar aumento nas espessuras de revestimentos, por exemplo, na camada de contrapiso, devido a grandes deformações, desaprumo de peças e defeitos nas superfícies. Esta atividade está relacionada com a disciplina de Construção Civil que tem a função de apresentar noções dos processos construtivos de forma a capacitar o aluno para planejar e acompanhar as etapas de execução envolvidas na construção e reforma de edificações.

2.2 Vivência do aluno Maikel Pressato

2.2.1 Apresentação

Sou nascido em Varginha, Minas Gerais, e minha trajetória teve início graças ao meu pai, minha grande inspiração. Desde o período em que eu cursava o ensino fundamental já acompanhava suas conquistas profissionais, de modo que ele alcançou sua realização profissional almejada apenas com a formação de técnico eletricista. Inspirado nessa realização, ingressei no curso técnico de eletrônica na escola Cetev, em Varginha, onde me formei em 1999. O curso teve duração de três anos e foi feito paralelamente ao estágio realizado na Empresa Polo Com. Ind. Ltda.

A Engenharia Civil é uma ciência, arte e profissão especializada que cresce constantemente ao longo dos tempos, ela abre um amplo campo de especializações e atrações diversas. Me identifiquei com o curso ao visualizar grandes obras e, assim, tomei a decisão de ingressar em uma graduação de Engenharia Civil. Em 2014 iniciei o curso no UNILAVRAS tendo a certeza que estava realizando a graduação correta, uma vez que as aulas são ministradas por profissionais extremamente capacitados que atuaram e atuam como Engenheiros Civis em diversas áreas do setor da construção civil.

2.2.2 Local do estágio

O estágio foi realizado na Usina Hidrelétrica de Funil, de propriedade da Aliança Geração de Energia S.A. A usina tem finalidade exclusiva de geração de energia elétrica através da formação de um conjunto estrutural civil, mecânico e elétrico. A Figura 14 apresenta a vista aérea de todo complexo instalado na UHE Funil.

Figura 14 - Vista aérea do empreendimento



Fonte: Google Earth (2018).

2.2.3 Apresentação da usina

Inaugurada na época pelo então Governador Itamar Franco, a primeira etapa da construção da unidade geradora 1 foi concluída em 30 de dezembro de 2002, iniciando a operação comercial com uma geração de 60MW. Em continuidade à execução do projeto de aproveitamento hidrelétrico do Funil, foram montadas mais duas unidades geradoras com entrada em operação comercial nas seguintes datas: Unidade 2 - 60MW: 04/06/2003 e unidade 3 – 60 MW: 04/07/2003.

O barramento (Barragem) é formado por dois tipos de estruturas sendo uma barragem de concreto e aterro, zoneada entre a ombreira esquerda e a tomada de água, a própria tomada, o vertedouro, um bloco de ligação e uma pequena barragem de aterro, fechando o espaço entre o vertedouro e a ombreira direita. A barragem de terra esquerda tem altura máxima de 54m no leito do rio e comprimento de 420m. A crista, parte superior da barragem, tem um comprimento total de 420m.

Para início das obras foi realizado o desvio do rio com a construção de um túnel na ombreira esquerda. Sendo que tem a seção arco retangular com diâmetro de 11,60m e comprimento de 210,85m, e com capacidade de vazão no período seco de 1.094m³/s (TR de 20 anos). A capacidade de armazenamento do reservatório, para condição de NA (nível de água) máximo normal, tem um volume de 267,14 hm³, ocupando uma área de 33,46km². A usina funciona a fio d'água e tem uma variação

de apenas 0,2m no seu NA normal, ou seja, o mesmo valor de vazão afluente que chega no barramento tem que ser repassado de forma de vazão defluente na mesma proporção da afluência do rio. A tomada de água é do tipo gravidade e consta com três tomadas de tubos metálicos de 7 metros de diâmetros, composto cada um de um bloco de concreto com largura de 14,90m, perfazendo um comprimento de crista de 44,70m.

Para os repasses excessivos de água nos períodos chuvosos, a instalação possui um vertedouro do tipo superfície, controlado com quatro comportas de segmento com dimensões de 12,50m de largura por 15,45m de altura, totalizando 64,60m de crista. A estrutura do vertedouro está situada à direita da tomada de água e sua capacidade máxima de descarga é de 7.356 m³/s. A casa de força é do tipo abrigada, composta de 3 unidades geradoras com potência unitária nominal de 60 MW e queda líquida máxima de 40,10m.

2.2.4 Atividades desenvolvidas

Durante a realização do estágio supervisionado, participei de vários treinamentos obrigatórios. Esses treinamentos têm como objetivo transmitir os conhecimentos necessários para a execução das atividades de inspeção, leitura, avaliação, registro, apuração de dados e contratação de profissionais externos, conforme resolução normativa 696/2015 da Aneel (ANEEL, 2015).

Realizei todo procedimento de leituras de instrumentação de barragem, sendo estas realizadas em diversos instrumentos, como Piezômetro casagrande, Piezômetro corda vibrante, medidores de vazões, medidores triortogonais de juntas, cadastramento, apurações de dados no *software* de gerenciamento de manutenções e participação na elaboração de memoriais descritivos para contratações de serviços externos e materiais.

2.2.4.1 Monitoramentos para segurança de barragem

Em entendimento uma barragem é qualquer estrutura que possui um fluxo permanente ou temporário de água ou outro fluido, com objetivo de realização de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de composições de líquidos com sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas. O estudo e aplicação de metodologias de segurança de um barramento visa manter a sua perfeita

condição de integridade estrutural e operacional, no âmbito de preservação de vidas, da saúde e do meio ambiente.

O significado de barragem provém do francês '*barre*' e do latim '*barra*', e significa 'tranca de fechar porta'. As barragens têm servido como pontos estratégicos, uma vez que permitem a estocagem e armazenamento de água confiável aos seres humanos para diversos fins. Registros arqueológicos mostram que ruínas e estruturas históricas ainda possuem bom funcionamento, o que demonstra a confiabilidade desse método de estocagem (CBDB, 2013). Através de processos de bombeamento ou por gravidade.

Segundo CBDB (2013), as barragens têm sido muito utilizadas pela população para armazenamento de água em abundância para sua utilização em períodos de secas, mantendo assim o sustento de cidades, fazendas com dispositivos de irrigações, para produção de alimentos e geração de energia elétrica.

As barragens de usinas hidrelétricas são construídas para armazenar e controlar especificamente água e destinam geralmente ao abastecimento residencial, comercial, industrial, à irrigação, à navegação, à recreação, ao controle de sedimentação e ao controle de fluxos de águas nas cheias. Algumas barragens têm apenas uma finalidade e são caracterizadas como "barragens de função única". Atualmente, as barragens são construídas para servir diversas funções e são, por isso, conhecidas como "barragens de múltiplas utilizações", que é o caso da usina hidrelétrica de Funil (UHE).

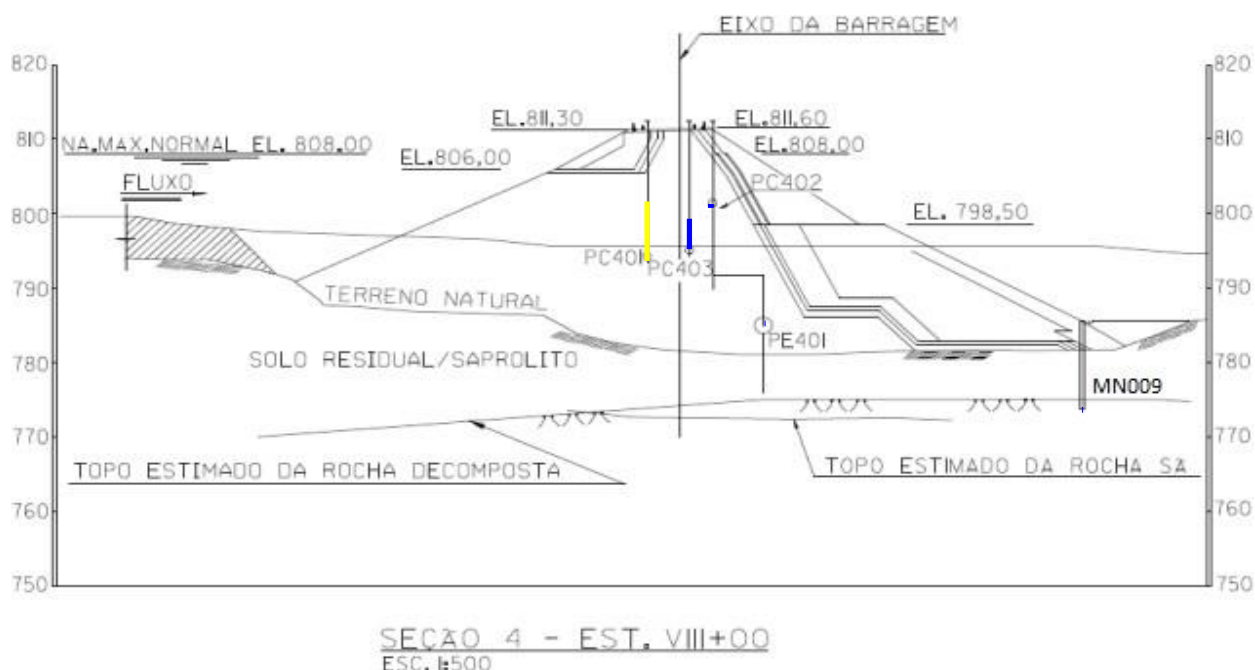
Os principais tipos de barragens existentes são aquelas constituídas de concreto e as de terra e enrocamento. As estruturas e acessórios ou adicionais das barragens incluem vertedouro, estruturas de descargas, casas de força elétrica e unidades de controle. Segundo a Aneel, as barragens devem ser classificadas quanto as categorias de riscos e ao dano potencial associado. A aplicação destas classificações das barragens visa indicar as condições das estruturas dos barramentos (Categoria de risco) e os efeitos causados por este barramento em casos de falhas ou até mesmo, no pior caso, de rompimento (Dano potencial associado).

As categorias de riscos são relacionadas como: Alto, Médio e Baixo e os danos potenciais associados são: Alto, Médio e Baixo. Nesta classificação podemos ter a

junção de risco alto e de potencial baixo, ou seja, risco alto de rompimento e baixo grau de destruição a jusante.

A Figura 15 mostra, em corte, as partes de uma barragem de terra e enrocamento com descritivo de suas partes de formação e com a disposição parcial de seus respectivos instrumentos.

Figura 15 - Corte Seção Transversal do Maciço



Fonte: PSB (2018).

O plano anual de segurança de barragem, segundo PSB (2018), apresenta informações detalhadas em que, as barragens são constituídas por diversas partes, como: maciço montante, maciço jusante, crista da barragem, eixo da barragem e bermas. Também possui vários tipos de instrumentações para leituras de várias grandezas como: piezômetros casagrande, piezômetros corda vibrante, medidores de níveis de água, medidores triortogonais de juntas e medidores de recalque magnéticos, e dentre os pontos de monitoramento de estabilidades do barramento ressalta os marcos superficiais, medidores triortogonais de juntas e medidores de vazões de furos de drenagens.

Em realizações de treinamentos com a equipe de engenharia da Aliança, obtive várias informações com o engenheiro responsável pela planta, em que, a disposição

dos instrumentos em uma seção a instrumentar não pode ter regras fixas, ela irá depender da avaliação de uma série de fatores do barramento. Entre estes fatores estão as experiências e preferências pessoais do profissional geotécnico responsável, de modo que é necessário a verificação das condições geológicas do terreno afim de definir os locais exatos para as instalações, pois haverá processos de escavações, aterros com utilizações de materiais existentes na região e compactações.

Segundo as informações técnicas repassadas pela equipe de engenharia da empresa, acidentes com barragens podem ocorrer devido a falhas no projeto, na construção e/ou na operação. Se considerarmos projeto e construção bem realizados utilizando-se de critérios de projetos consolidados, ainda assim haverá fatores ambientais não controláveis ou não previstos pelo homem. Também, deve-se considerar a vida útil e o desempenho da estrutura tendendo a declinar continuamente (deterioração dos materiais e dispositivos) para a redução do coeficiente de segurança. Após o enchimento do reservatório, caso a execução do projeto da barragem não for bem executado com todos os parâmetros conforme planejado, podem ocorrer falhas do tipo *piping*, que é uma erosão interna no maciço devido a problemas de vazões pela fundação e pelo maciço compactado.

2.2.4.1.1 Instrumentações da barragem da usina do Funil

As metodologias e os instrumentos utilizados para monitorar o comportamento da obra durante construção/operação, conforme PSB (2018), podem envolver medidas de pressões de águas subterrâneas, tensão total, deformação e/ou carregamento aplicado (ex. piezômetros, medidores de recalque magnéticos, inclinômetros e etc). Os equipamentos de instrumentação de uma barragem devem apresentar algumas características principais, como a sensibilidade, precisão e acurácia. A sensibilidade diz respeito a capacidade do instrumento de apontar as variações iniciais das grandezas que estão sendo medidas, e não somente quando uma variação significativa já ocorreu. Precisão é a aproximação real na leitura entre padrão e valor medido. A precisão é de extrema importância e pode ser considerada sinônimo de *reprodutibilidade* e de *repetibilidade*. Por fim, a acurácia, característica que diz respeito a aproximação das medições adquiridas ao valor real da grandeza, podendo ser considerado sinônimo de grau de correção. A acurácia (Exatidão + precisão) de um instrumento é avaliada durante sua calibração, quando o valor

medido pelo instrumento é comparado a um valor padrão conhecido. É usual expressar a acurácia como uma faixa centrada no valor zero.

As principais razões para o uso de instrumentação numa barragem, segundo Celeti (apud MATOS, 2002, p. 14), são de verificação do projeto, onde o principal objetivo é o de certificar-se de que além do mesmo ser seguro é também o mais econômico; verificação da conveniência de novas técnicas de construção; diagnóstico da natureza específica de algum evento adverso para uma prevenção de ocorrência futura; verificação contínua de uma performance satisfatória. Além disso, outras razões para o uso da instrumentação são razões preditivas, legais e para pesquisas para o estado da arte.

As principais grandezas monitoradas pela instrumentação de uma barragem, segundo Luz (apud MATOS, 2002, p. 16), são deslocamentos, deformações e tensões, temperatura, os níveis piezométricos em fundações, as pressões da água e vazões. Além disso, os principais fatores que influenciam as grandezas monitoradas, ainda segundo Luz (apud MATOS, 2002, p. 16,) são a carga direta, subpressões na fundação, pressão intersticial do concreto, calor de hidratação do cimento e sismos.

A carga direta são as forças exercidas pelos contatos com a barragem de terra ou enrocamento e pelos níveis d'água a montante e jusante. As subpressões na fundação ocorrem devido à percolação ou infiltração de água pela rocha de fundação, durante e após o enchimento do reservatório. A pressão intersticial do concreto é a pressão exercida pela água que infiltra pelos interstícios do concreto, juntas de construção e falhas de construção durante a concretagem. Já o calor de hidratação do cimento, é aquele que fica armazenado no interior de um bloco, provocando tensão de compressão no concreto. E o posterior resfriamento da estrutura, provocando tensões de tração. Já os sismos podem ocorrer de duas formas, aqueles naturais, que são causados pelo deslocamento de placas tectônicas e atividades vulcânicas, e aquele induzidos, causados pela criação de um reservatório, que altera as condições estáticas das formações geológicas, do ponto de vista mecânico (peso da massa d'água) e do ponto de vista hidráulico (a infiltração de fluidos pode causar pressões internas nas camadas rochosas profundas). É um fenômeno dinâmico, resultante das novas forças induzidas que passam a interferir sobre o regime das forças pré-existentes (LUZ apud MATOS, 2002, p. 16).

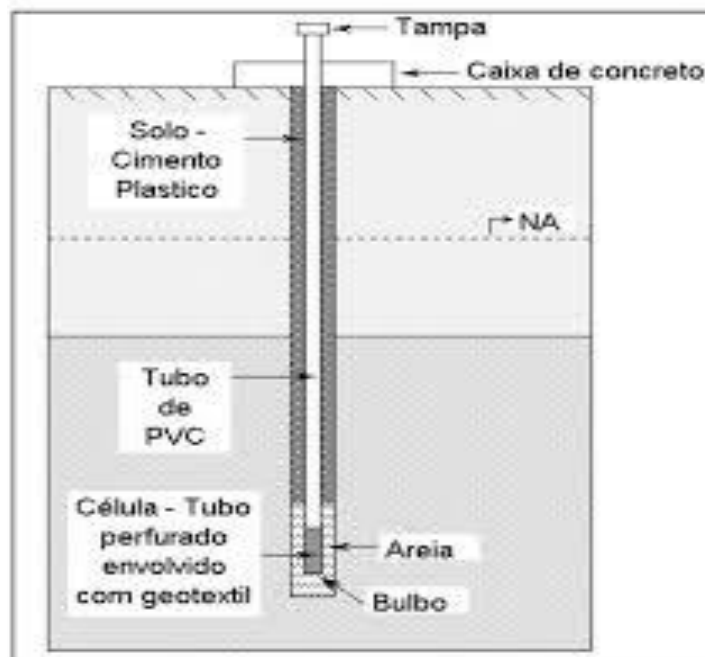
2.2.4.1.2 Piezômetro tipo casagrande

Conforme acompanhado no processo de instruções técnicas em que foram repassadas pelo engenheiro responsável pela planta, a finalidade do instrumento tipo piezômetro é de medir o valor de carga de pressão no ponto em que foi instalado para comparações aos valores de projeto, proveniente do NA (nível de água) do reservatório. Tendo o conhecimento da altura de coluna de água no tubo, calcula-se a carga total naquele ponto, que é a cota de instalação mais a coluna de água sobre o mesmo. No mercado, existem vários tipos de instrumentos de medições, sendo o *standpipe* (ou Casagrande) e o elétrico de corda vibrante os dois tipos mais utilizados. Em ambos os casos, o valor de leitura fornecido é a cota piezométrica, que é o somatório da carga de elevação mais a carga de pressão no ponto de instalação. Ou seja, é fornecida a carga total no ponto de instalação, em relação ao nível do mar.

A finalidade do medidor de nível de água é indicar a cota da superfície do lençol freático no ponto onde o medidor está instalado, a concepção do medidor é semelhante aos dos piezômetros, porém, com algumas características diferentes. Toda furação de instalação do instrumento é preenchida com areia até a superfície do terreno. O selo somente é aplicado próximo à superfície da crista. A leitura é feita de forma semelhante ao processo de leitura do piezômetro *standpipe*. Com um equipamento chamado pio elétrico mede-se a distância entre a boca do tubo (face) e o nível de água. Calcula-se, por subtração, a altura de coluna de água dentro do tubo. Conhecendo a cota de instalação do bulbo, realiza-se o somatório da altura de coluna de água juntamente à cota do bulbo e obtém-se a cota da superfície freática naquele ponto. A Figura 16 mostra a composição interna e externa da construção de um instrumento tipo Casagrande utilizado na barragem de terra da UHE Funil.

Durante minha vivência no estágio, realizei diversas medições nos instrumentos piezômetros tipo casagrande com a utilização do pio elétrico, em que, nas medições foram possíveis ter as obtenções das alturas de coluna de água no interior do tubo de cada instrumento, tendo assim as informações preliminares dos valores de pressões por capilaridade nas estruturas em que a carga do reservatório exerce no maciço da barragem de terra.

Figura 16 - Composição piezômetro casagrande



Fonte: Teixeira (2014).

A leitura do instrumento piezômetro tipo casagrande se obtêm de forma muito simples, pois as cotas de instalações dos instrumentos são fornecidas ao leitorista e com a descida da sonda pelo tubo do instrumento, ao atingir o nível de água, faz-se a visualização da medição na fita métrica na atuação do sinal sonoro do equipamento de medição, onde o valor medido deverá ser faceado com a boca do tubo. A Figura 17 retrata uma medição realizada no piezômetro casagrande.

Figura 17 - Medição Piezômetro casagrande



Fonte: O autor (2018).

A Figura 18 representa o equipamento de medição “pio elétrico”, no qual é inserido a fita métrica com dispositivo de contato na ponta no interior da tubulação. Ao atingir a cota do nível d’água, este dispositivo fecha o contato elétrico da ponta e aciona o dispositivo sonoro e luminoso do equipamento. Neste momento é possível verificar a indicação de metragem na fita, tendo como referência de altura a superfície do tubo de PVC. Está medição, após apuração da base de dados, informa o mca do respectivo instrumento.

Figura 18- Instrumento de medição – fita métrica eletrônica



Fonte: O autor (2018).

A verificação do valor medido pode ser vista na Figura 19, e em sequência, na Figura 20, está ilustrado a planilha na qual são realizadas as anotações dos padrões de dados recolhidos na medição.

Figura 19 - Verificação do valor medido



Fonte: O autor (2018).

Figura 20 - Realização das anotações na planilha padrão de dados

ADB LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGEM												
LOCAL UHE Funil			DATA DE EMISSÃO 13 9 2018			PREENCHER ↓ ↓ ↓			PÁGINA 27 (Código:)			
INSTRUMENTO Piezômetro Casagrande			DATA PREVISTA PARA LEITURA 14 11 2018			DATA DA LEITURA			USINA FN	LOCAL BT	TIPO PC	
NUMERO	OBS	FUN	LEITURA 1		LEITURA 2		LEITURA 3		LEITURA 4		LEITURA 5	
				S		S		S		S		S
102												
103												
104												
301												
302												
303												
401												
402												
403												
502												
503												

Fonte: O autor (2018).

A utilização do piezômetro casagrande possui algumas vantagens e desvantagens, dentre elas, relaciono como vantagens a simplicidade na realização de leituras, o baixo custo, a facilidade de montagem e de verificação do funcionamento, e o fato de permitir ensaios de permeabilidade ao longo do tempo. Por outro lado, tem como desvantagens a resposta lenta, o fato de o equipamento estar sujeito a entupimentos, a possibilidade de interferência do tubo vertical com a execução do aterro e o perigo de seccionamento do tubo durante a construção.

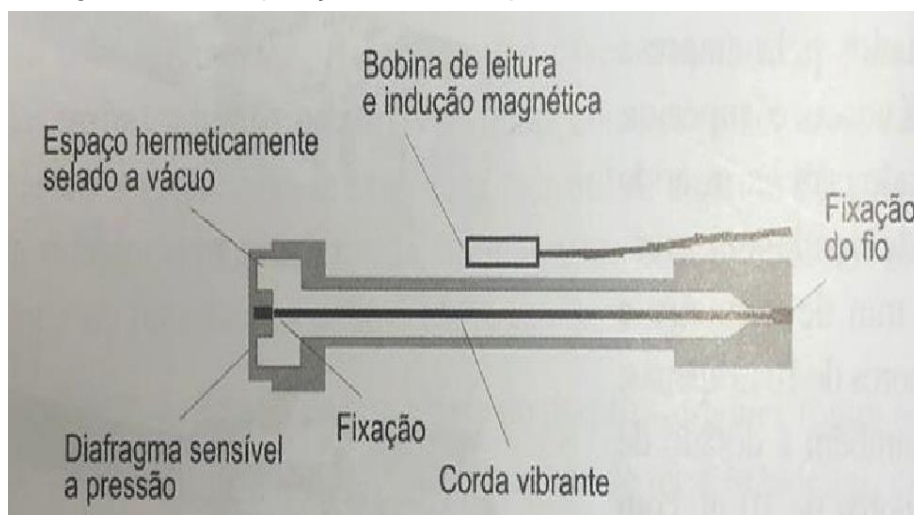
2.2.4.1.3 Piezômetro corda vibrante

Os instrumentos tipo piezômetros elétricos de corda vibrante medem a pressão de água através da deformação de uma membrana no interior da sonda, cuja deflexão é medida por um sensor de corda vibrante instalado perpendicularmente ao plano do diafragma. Esse equipamento começou a ser utilizado na década de 1970, na barragem da usina hidrelétrica de Ilha solteira da empresa CESP. Com pouco tempo de uso, observou-se um alto índice de falhas nos instrumentos, sendo essas oriundas de interferências de descargas atmosféricas e induções elétricas, uma vez que estavam instaladas em áreas com elevados níveis de tensões. Após anos de

avaliações verificou-se que os instrumentos deveriam ser constituídos por outros tipos de materiais, daí então todo processo de montagem passou a ser realizados com a utilização de cabos blindados e aterrados, aterramentos das caixas e tubulações, de modo que as falhas nas instrumentações cessaram (SILVEIRA, 2006).

Após essas modificações, os instrumentos piezômetros de corda vibrante vêm sendo largamente utilizados no monitoramento da auscultação de barragens, por serem precisos, sensíveis, poderem ser lidos a distância com informações de frequência e temperaturas, e também integrados a sistemas automáticos de aquisição de dados. Contudo, tem a desvantagem de vida útil limitada de 20 a 30 anos, e das alterações dos parâmetros de calibração que ocorrem ao longo do tempo, como o instrumento está instalado no maciço, não é possível recalibrar periodicamente, o que pode ocasionar perda de precisão nas leituras. A figura 21 representa a composição interna de um instrumento piezômetro cordavibrante com a segregação e cada parte do instrumento.

Figura 21 - Composição interna do piezômetro de corda vibrante



Fonte: Silveira (2006).

Este instrumento possui tecnologia sofisticada, com tempo de resposta reduzido, praticamente obtendo leitura imediata. Os instrumentos dessa categoria apresentam como vantagem principal a leitura remota com utilização de apenas um cabo de conexão podendo este ser conectado também com rede de computadores.

Na Figura 22 é possível observar o painel de conexão do piezômetro de corda vibrante.

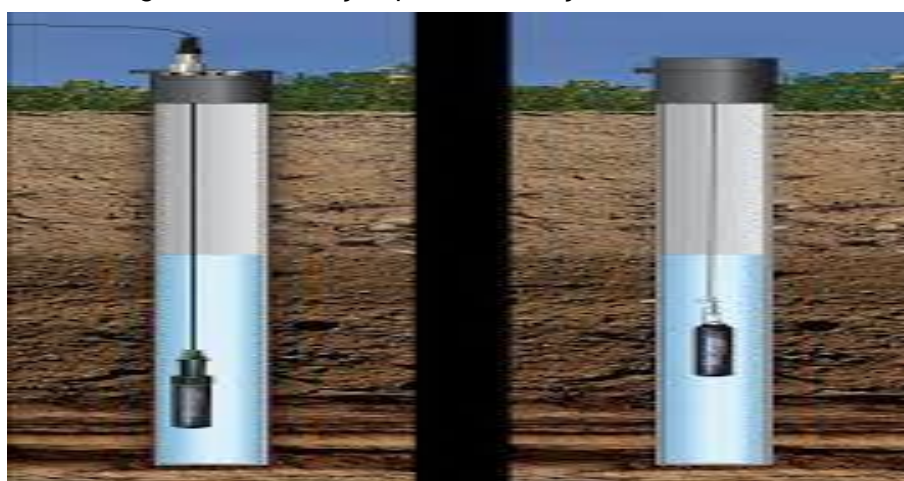
Figura 22 - Painel de conexão do instrumento



Fonte: O autor (2018).

Os posicionamentos de instalações dos instrumentos dependem de estudos técnicos antecipadamente às execuções do projeto, pois na construção da barragem, os responsáveis técnicos deverão conhecer todos os valores de cargas atuantes em determinados pontos do maciço para a distribuição dos instrumentos em pontos de maior criticidade e tendências de ocorrências futuras. A Figura 23 indica os pontos de instalações dos instrumentos conforme condições técnicas avaliadas pelo Engenheiro responsável pela construção do empreendimento.

Figura 23 - Definição ponto instalação do instrumento



Fonte: Romanini (2016).

A Figura 24 mostra a disposição do equipamento acoplado em uma pequena maleta de proteção, e demonstra como há grande facilidade de conexão entre equipamento e instrumento.

Figura 24 - Maleta de medição



Fonte: O autor (2018).

Já a Figura 25 mostra como é feita a leitura dos valores de frequência e temperatura no equipamento. Seguindo o passo a passo, primeiramente foi conectado o plug da maleta ao instrumento, posteriormente foi ligada a maleta através da chave ON/OFF e por último foram pressionadas as teclas em sequência ENTER- CHANGE- ENTER para obtenção de valores de frequência de aproximadamente 3000 Hz e temperatura em torno de 23°C. E a Figura 26 ilustra a planilha de anotações dos dados.

Figura 25 - Leitura dos valores de frequência e temperatura



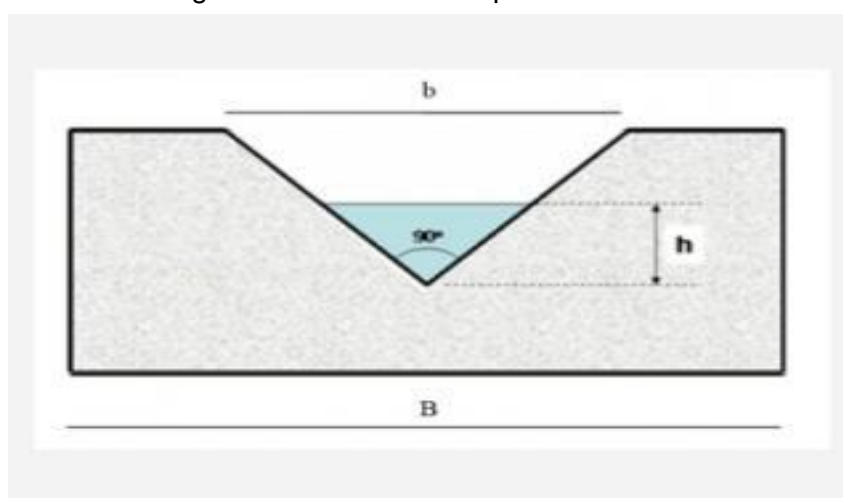
Fonte: O autor (2018).

Os vertedores devem ser construídos de forma geométrica definida, utilizando uma placa de inox com corte em ângulo de 90° na sua parte superior, correlacionando cota e vazão através de uma equação para base de cálculos, onde esta equação foi estudada em sala de aula, na matéria de vertedores triangulares, da disciplina de Saneamento I e sua análise é realizada considerando-o como orifícios sem a parte superior. Na realização dos cálculos obtemos os valores de vazões em m^3/s e a altura da carga hidráulica sendo medida em metros.

Semanalmente, realizei as leituras das cargas hidráulicas dos vertedores através de réguas de medições instaladas nas laterais dos instrumentos, obtendo os valores medidos em centímetros. Esta atividade está correlacionada com os estudos da disciplina Saneamento I.

A Figura 27 representa o desenho técnico para confecção de uma placa de inox referenciando os pontos de base, largura e altura da carga hidráulica.

Figura 27- Placa de inox para vertedores



Fonte: Sanecom Fibra (2015).

As Figuras 28 e 29 mostram as composições de instrumentos do tipo vertedor triangular e sua identificação.

Figura 28 - Vertedores Triangulares



Fonte: O autor (2018).

Figura 29 - Identificação do Vertedor



Fonte: O autor (2018).

A Figura 30 mostra a parte superior do vertedor de vazão com a fixação da régua lateral, instalada através de pontos topográficos referentes ao ponto de vazão de água. Através das alterações dos valores medidos na régua se obtêm indicativos de elevações ou reduções de fluxos infiltrados. Já a Figura 31 ilustra a planilha para as anotações dos valores obtidos em campo.

obtendo como resultado de que as instrumentações estavam operando conforme projetado.

2.2.4.1.5 Medidor triortogonal de junta

O medidor triortogonal de junta é um instrumento simples, de fácil fabricação e instalação, que é utilizado para a medição de deslocamentos em juntas e trincas de estruturas de concreto, túneis, galerias e maciços rochosos. Consiste em duas peças de aço inoxidável combinadas geometricamente e dotadas de braços orientados em três direções ortogonais. Cada parte é fixada em um lado da junta (blocos separados) ou trinca por meio de um gabarito. Para efetuar as leituras, utiliza-se um relógio comparador adaptado.

Os relógios comparadores são instrumentos de medições de precisão em que se obtêm os resultados dos valores medidos através de comparações que garantem alta qualidade, exatidão e confiabilidade. As resoluções para este tipo de equipamento podem variar entre 0,01mm a 0,001mm.

Na Figura 32 mostra-se os pontos de fixações dos instrumentos no bloco de concreto da barragem, em seguida, são informados os processos de aferições, calibrações do relógio comparador, realizei todas as leituras dos instrumentos conforme procedimentos internos da instalação obtendo as medições relativas nos sentidos verticais, longitudinais e horizontais, respectivamente.

Figura 32 - Medidor Triortogonal de Junta



Fonte: O autor (2018).

A Figura 33 mostra a realização de leitura dos instrumentos triortogonais devem ocorrer logo após a aferição e calibração do ponto zero do relógio comparador tomando como padrão o dispositivo Invar (Base de Aço Invar), nada mais é que uma peça metálica de características de material invariável independentemente de condições climáticas.

Figura 33 - Aferição padrão do instrumento Invar



Fonte: O autor (2018).

A Figura 34 mostra a execução de leitura vertical do instrumento, a obtenção desta medição indica ao leitorista se houve deslocamento entre os blocos para condições de recalques das estruturas.

Figura 34 - Medição vertical



Fonte: O autor (2018).

As Figuras 35 e 36 mostram as execuções de leituras longitudinais e horizontais dos instrumentos, as obtenções destas medições indicam possíveis deslocamentos significativos entre blocos na ordem de medição de centésimo de milímetro.

Figura 35 - Medição Longitudinal



Fonte: O autor (2018).

Figura 36 - Medição Horizontal



Fonte: O autor (2018).

A Figura 37 apresenta a planilha de anotação dos padrões de dados deste instrumento, durante as realizações de leituras em campo, esta planilha deve ser preenchida com os respectivos valores medidos para posteriormente serem lançados no software de gerenciamento de manutenções.

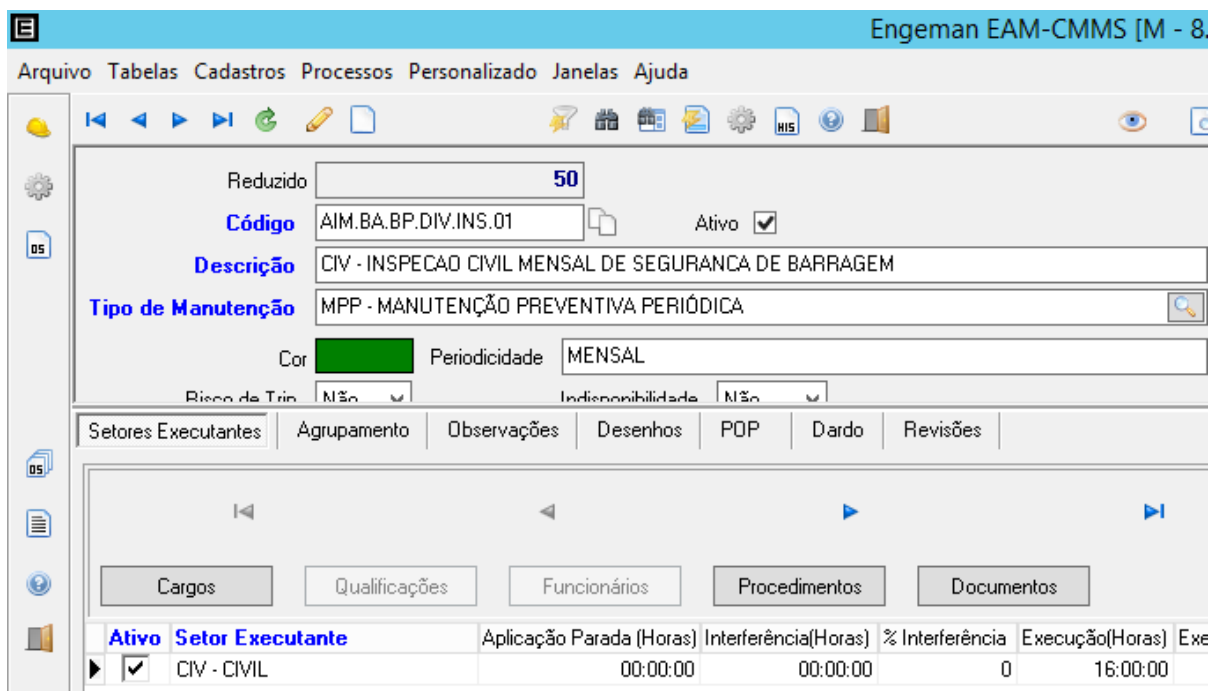
documentos gerados antes, durante e após uma manutenção em seu banco de dados de forma simples e objetiva. Através de sua aplicação, é possível planejar, organizar e controlar as funções desenvolvidas pelo PCM (Planejamento e Controle de Manutenções) em que é direcionada toda demanda de serviços de uma empresa para o departamento de manutenção, possibilitando o cadastro de qualquer tipo de manutenção - planos, roteiros de serviços, tipo de manutenções, pontos onde serão aplicados a manutenção, peças e sobressalentes, etc., o planejamento de serviços que serão executados pela equipe de manutenção, a programação de execuções de serviços através de controles automáticos, o provisionamento de recursos de acordo com a programação realizada. Ainda é possível emitir alarmes e documentos referentes aos serviços programados de forma automática, processar todos os dados referentes a quais quer tipos de manutenções e transformá-los em informações de controle, criar históricos dos eventos, gerar cronogramas, elaborar gráficos, analisar perdas de produção, fazer cálculo de custos, análise de ocorrências, controlar o consumo e o estoque de materiais e controlar executantes dos serviços.

2.2.4.2.1 Cadastramento dos planos de manutenção

A estrutura principal para um bom planejamento da manutenção depende diretamente dos planos de manutenções, no qual são apropriados recursos humanos, materiais, ferramentas sendo informado o *checklist* para a execução de serviços preventivos, periodicidades de execuções, inspeções ou reparos programados. Posteriormente ao cadastramento, estes planos serão programados automaticamente gerando assim as Solicitações de Serviços e as Ordens de Serviços.

A Figura 38 mostra os pontos de configurações dos planos de manutenção. Neles devem serem preenchidos todos os campos com os níveis de detalhamentos dos manuais dos fabricantes dos equipamentos que serão monitorados. A partir dessas informações os planos terão uma consistência robusta de dados para que possam ser manipuladas todas as informações de programação do *software*.

Figura 38 - Cadastramento dos planos de manutenções



Ativo	Setor Executante	Aplicação Parada (Horas)	Interferência(Horas)	% Interferência	Execução(Horas)	Exe
<input checked="" type="checkbox"/>	CIV - CIVIL	00:00:00	00:00:00	0	16:00:00	

Fonte: O autor (2018).

2.2.4.2.2 Geração de ordens de serviços

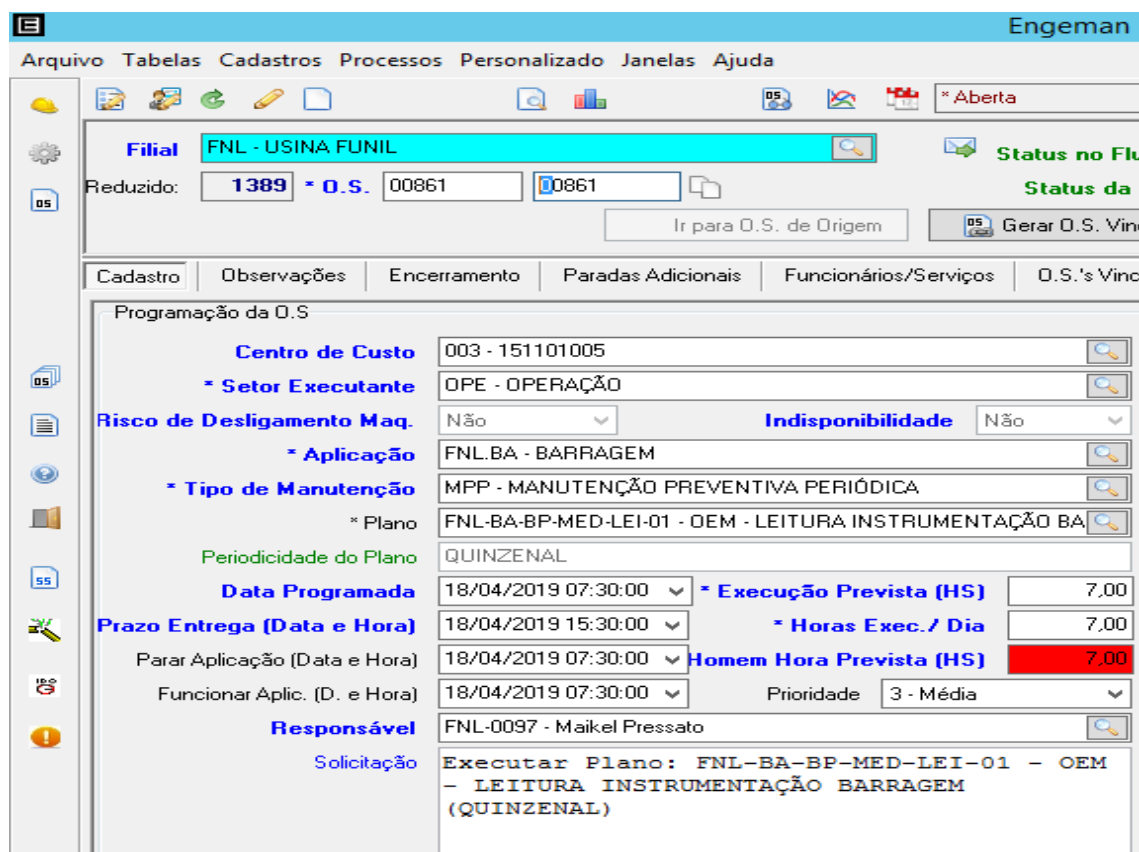
O sistema gera basicamente dois tipos de ordens de serviço que são definidas como as programadas e as não-programadas. As ordens de serviços programadas são geradas de acordo com as configurações feitas através dos cadastramentos dos planos, e podem ser classificadas por: periódicas, data específica, acumulativa, tendência, eventual e eventual/serviço. Ao acessar a tela de geração de ordem de serviços, deverá ser informado o período para geração das ordens e após o preenchimento o sistema irá processar os registros automaticamente. Durante o processamento de dados para geração da ordem de serviço, o solicitante poderá visualizar a mesma em tela antes de realizar a impressão.

As ordens de serviços não-programadas são geradas a partir da tela de solicitação serviços, quando esta é feita pela equipe de manutenção e aprovada pelo PCM. Este tipo de geração é utilizado na maioria das vezes para registrar os serviços corretivos em que o problema está ocorrendo naquele instante.

A Figura39 mostra os pontos de configurações na tela dos planos de manutenções para que o sistema gere as ordens de serviços automaticamente. Estas

ordens são feitas para os serviços programados, no caso das ordens de serviços corretivas, que ocorrem em tempo real, estas deverão serem feitas manualmente.

Figura 39 - Geração de ordens de serviços programadas e não-programadas



Engeman

Arquivo Tabelas Cadastros Processos Personalizado Janelas Ajuda

Filial: FNL - USINA FUNIL

Reduzido: 1389 * O.S.: 00861 00861

Ir para O.S. de Origem

Gerar O.S. Vinc

Cadastro Observações Encerramento Paradas Adicionais Funcionários/Serviços O.S.'s Vinc

Programação da O.S.

Centro de Custo 003 - 151101005

*** Setor Executante** OPE - OPERAÇÃO

Risco de Desligamento Maq. Não **Indisponibilidade** Não

*** Aplicação** FNL.BA - BARRAGEM

*** Tipo de Manutenção** MPP - MANUTENÇÃO PREVENTIVA PERIÓDICA

* Plano FNL-BA-BP-MED-LEI-01 - OEM - LEITURA INSTRUMENTAÇÃO BA

Periodicidade do Plano QUINZENAL

Data Programada 18/04/2019 07:30:00 *** Execução Prevista (HS)** 7,00

Prazo Entrega (Data e Hora) 18/04/2019 15:30:00 *** Horas Exec. / Dia** 7,00

Parar Aplicação (Data e Hora) 18/04/2019 07:30:00 **Homem Hora Prevista (HS)** 7,00

Funcionar Aplic. (D. e Hora) 18/04/2019 07:30:00 **Prioridade** 3 - Média

Responsável FNL-0097 - Maikel Pressato

Solicitação Executar Plano: FNL-BA-BP-MED-LEI-01 - OEM - LEITURA INSTRUMENTAÇÃO BARRAGEM (QUINZENAL)

Fonte: O autor (2018).

2.2.4.2.3 Coletas de tendência, acumulativa e geração gráficos

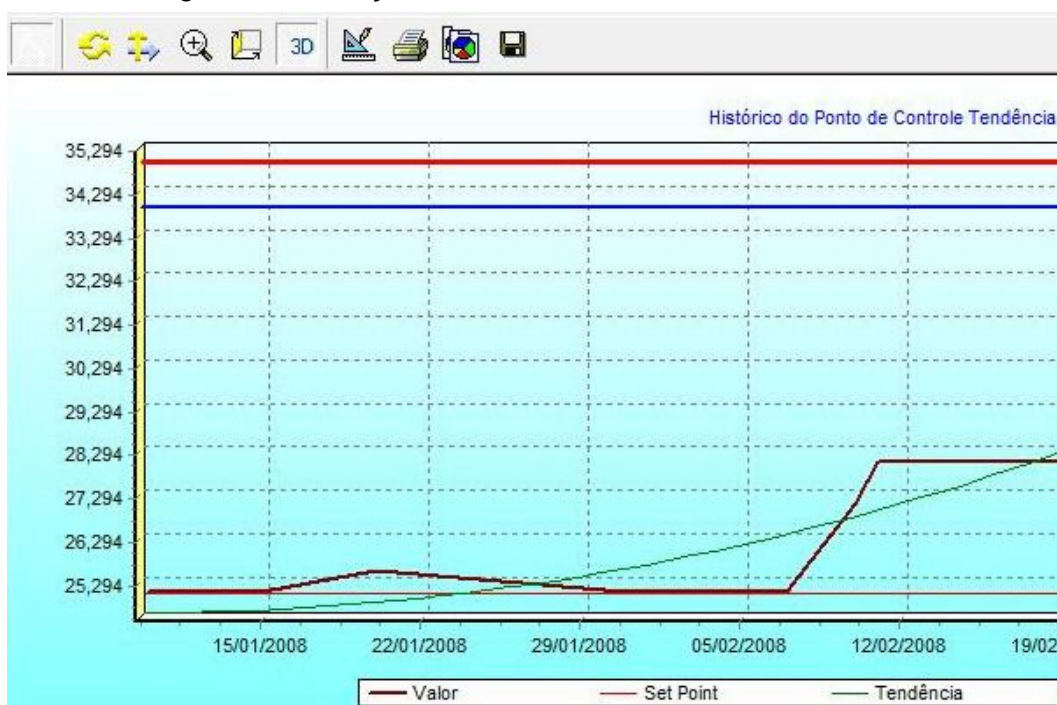
O recurso de coleta de tendência é utilizado especialmente para registrar dados coletados em campo de uma forma mais rápida e eficiente, sem a necessidade de abrir o cadastro da aplicação para acessar a tela de ponto de controle de tendência de variáveis. Normalmente ela é usada nas operações de movimentação visual de aplicações. Quando é exibida, o sistema traz os pontos de controle da aplicação em um tópico, mostrando a data e a leitura da última coleta. Após a seleção do ponto de controle, o colaborador que estará acessando a informação deverá informar apenas a data da coleta e a leitura do ponto. O registro é gravado respeitando a criticidade das consistências da tela de coleta do sistema. Ela dispõe de pontos de acompanhamento das tendências de variações dos valores registrados, de modo que se por alguma ocasião esses valores venham a apresentar alterações significativas, o sistema

automaticamente dispara uma ordem de serviço para a devidas verificações necessárias.

A coleta acumulativa é utilizada para registrar dados acumulativos de um ponto de controle de forma mais rápida e eficiente, sem a necessidade de abrir o cadastro da aplicação e entrar na tela de ponto de controle acumulativo. Sua metodologia de registros e controles são semelhantes ao de tendências. O sistema dispõe de uma representação gráfica mais objetiva e eficiente na forma de demonstrar o agrupamento dos dados em formatos de figuras geométricas (diagramas, desenhos, figuras ou imagens). Assim, ela fornece ao leitor uma interpretação mais rápida, simples e precisa.

A Figura 40 mostra a tela de um gráfico de curva de tendências com os valores coletados e registrados no banco de dados, tendendo a sair do padrão nominal da curva cadastrada no sistema.

Figura 40 - Geração de Gráficos de Curvas de Tendências



Fonte: O autor (2018).

2.2.4.3 Memorial descritivo


Na atual conjuntura, as empresas possuem profissionais extremamente qualificados para diversas demandas de serviços, porém para algumas demandas é necessário realizar uma contratação externa. Essas demandas normalmente não são

rotineiras, e dessa forma, existe também a necessidade de contratações de equipamentos, mão de obra especializada e certificada conforme normas regulamentadoras.

Diante este fato de contratação, utiliza-se uma ferramenta de trabalho de suma importância denominada 'memorial descritivo'. O memorial descritivo é um documento textualizado explicativo que detalha vários tipos de processos, como o processo de contratação de serviços, realização de estágio curricular supervisionado, bens materiais e outros. Nestes documentos devem constar os principais pontos do processo da forma mais clara possível, relatando os interesses, descrevendo de forma sucinta todo o detalhamento das atividades a serem contratadas. Tanto para este caso, quanto para o caso da construção civil e industriais, os documentos devem conter os seguintes tópicos: objetivo, escopo do serviço, localização da obra, local de execução, forma técnica de execução, vigência da contratação, responsabilidades da contratante e contratada, disponibilização de informações técnicas, solicitação de apresentação de propostas técnicas e orçamentária, medições e formas de pagamentos.

A Figura 41 ilustra o índice de um modelo de memorial descritivo industrial, onde no corpo do documento devem conter as descrições detalhadas das atividades a serem contratadas respeitando sempre o sequencial padrão do documento para que o mesmo fique sempre em condições padronizadas conforme recomendações gerenciais da empresa.

Figura 41 - Modelo Memorial Descritivo Industrial

 <small>A nova geração da energia.</small>	GERÊNCIA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	REV00
Objeto: Serviço de inspeções, Medições e Ensaio Elétricos no Gerador		

|
ÍNDICE

1. OBJETO	2
2. ESCOPO DOS SERVIÇOS.....	2
3. ABRANGÊNCIA	3
4. EQUIPE ETURNO DE TRABALHO	3
5. FERRAMENTAS.....	3
6. PRAZO	3
7. OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA	4
8. OBRIGAÇÕES DA CONTRATANTE	4
9. QUADRO DE RESPONSABILIDADES ALIANÇA X CONTRATADA.....	4
10. CRITÉRIOS PARA MEDIÇÃO/FATURAMENTO.....	5
11. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS.....	6
12. DISPOSIÇÕES GERAIS	6
13. ANEXOS	7

Fonte: O autor (2018).

Durante o período do estágio, realizei o preenchimento de vários memoriais descritivos com a supervisão do engenheiro responsável, para a solicitação de contratações de mão de obra externa para atendimento à diversas demandas de serviços no interior da instalação sendo uma delas a execução de serviços de pavimentação asfáltica no pátio de acesso à casa de força e correções nas declividades das canaletas de drenagens de águas pluviais da subestação de 138 kv. Esta atividade de descrição do escopo de serviço para contratação externa está correlacionada aos aprendizados obtidos na disciplina de Estradas I.

2.2.4.3.1 Termo de referência

O termo de referência é um documento muito utilizado em grandes empresas, assemelha-se ao memorial descritivo industrial, porém, este documento trata de forma mais técnica e precisa os pontos de ataque do escopo do serviço. Nele contém imagens, caixas de textos explicativas referenciando a cada parte das atividades a

UNILAVRAS

Centro Universitário de Lavras

www.unilavras.edu.br



65

serem executadas, e são muito utilizados por equipes de engenharia mecânica, elétrica, mas pouco utilizados pela engenharia civil.

2.3 Vivência do aluno Rubens Martiniano Vilela

2.3.1 Apresentação

Eu, Rubens Martiniano Vilela, estudante de Engenharia Civil do Centro Universitário de Lavras-MG, realizei meu estágio na empresa Fellipe Ferreira Rezende, CFG Engenharia, situada na cidade de Lavras-MG.

2.3.2 Apresentação do local de estágio

A CFG Engenharia é um escritório de Engenharia situado na Av. Juscelino Kubitschek, 524 - Retiro, Lavras-MG, com experiência em planejamento, gerenciamento e execução de projetos em concreto armado e fundações. Na Figura 42 é possível ver a fachada do escritório.

Figura 42 - Local de realização do estágio



Fonte: O autor (2018).

2.3.3 Atividades desenvolvidas no estágio

No período da realização do Estágio Supervisionado tive a oportunidade de realizar projetos arquitetônicos, acompanhar a execução de diversas obras e desenvolver atividades correspondentes à aprovação de projetos nos órgãos competentes. Essas atividades são descritas nos tópicos seguintes.

2.3.3.1 Terraplanagem

A terraplanagem é um processo de movimentação de terras, e está presente em diversas obras, independentemente do seu porte. Para realizar essa ação é necessário o conhecimento prévio do terreno, das características do solo, sua composição, entre outros. A partir disso, a terraplanagem se encarrega de construir plataformas inclinadas e horizontais (SERPA apud CHINAGLIA, 2015).

A movimentação de terras ou terraplanagem pode ser entendida também, como o conjunto de operações necessárias para remover a terra de locais em que se encontra em excesso para aqueles que necessita de reposição, tendo em vista um determinado projeto a ser implantado (GRECO, 2010).

Conforme as características específicas do terreno encontrado, a preparação do local a ser construído é composta pelas seguintes etapas: desmatamento, destocamento, limpeza e remoção de camada vegetal. O desmatamento diz respeito a retirada da vegetação de grande porte e pode ser realizada tanto por moto-serra, quanto por processo mecânicos como dozer. O destocamento diz respeito a retiradas de tocos e raízes que sobram após o dematamento. A seguinte etapa é limpeza, no qual se retira a vegetação rasteira e, por fim, a remoção da camada do solo que funciona como um banco genético vegetal. Essa camada, por ter baixa resistência, alta permeabilidade e compressibilidade não pode ser utilizada em aterros (ABRAM; ROCHA, 2000).

As disciplinas correlacionadas com esta atividade são Topografia e Construção civil. Elas ajudam a determinar o volume de corte ou aterro que será utilizado para deixar o local em condições favoráveis de trabalho e, conseqüentemente, iniciar a execução do projeto de fundação.

A Figura 43 mostra a máquina retroescavadeira fazendo a terraplanagem do terreno de modo que o local fique com o mesmo nível.

Figura 43 - Terraplanagem



Fonte: O autor (2018).

Neste terreno foi realizado aterro para nivelar o local, pois o lote apresentava uma topografia irregular em declive e o nivelamento facilitou os trabalhos no canteiro de obra.

2.3.3.2 Sondagem

A sondagem à percussão é um procedimento essencial em qualquer obra de engenharia, especificamente no dimensionamento de fundação (CHAMBEL, 2013).

De acordo com Teixeira (1974), a sondagem à percussão apresenta custo baixo e facilidade de desempenhar suas tarefas em locais de difícil acesso, permitindo coletar as amostras em diversas cotas, possibilitando o conhecimento do solo como capacidade, consistência e nível do lençol freático.

De acordo com Décourt (1992) e com a NBR 6484 (ABNT, 2001), a utilização de procedimentos inadequados de perfuração e limpeza compromete a precisão da sondagem, é necessário que no momento em que se alcança a cota de amostragem, que é feita através da circulação d'água, se espere algum tempo para que todos os resíduos sólidos decorrentes do processo sejam extraídos. A Figura 44 ilustra a realização do procedimento.

Figura 44 - Sondagem



Fonte: O autor (2018).

Na Figura 44 é possível ver os profissionais realizando a sondagem no lote para obtenção de amostras das camadas do solo com a finalidade de analisá-las em laboratório e posteriormente definir o tipo de formação geológica do local e sua resistência à compressão. Através das informações obtidas pelo método de sondagem o engenheiro define qual o tipo de fundação será utilizada na construção de determinada obra, se rasa ou profunda. No caso apresentado, a fundação utilizada para a construção da edificação foi do tipo fundação rasa.

Esta atividade está correlacionada com as disciplinas de Construção Civil e Geologia que visam o conhecimento na identificação dos tipos de fundação e investigação geológica-geotécnica de solos.

2.3.3.3 *Fundação rasa*

A Figura 45 mostra a vala que foi trabalhada para receber ferragens e concreto para construção de uma sapata retangular que será utilizada juntamente com outras sapatas para a realização da fundação de um galpão comercial. Neste caso específico trata-se de sapata retangular que é um dos elementos estruturais da construção de uma fundação rasa

Figura 45 - Fundação rasa



Fonte: O autor (2018).

Uma fundação rasa se caracteriza pela profundidade da vala da sapata. Neste caso, que se trata de uma fundação rasa, a vala deve estar próxima a superfície, com no máximo 2,5 metros de profundidade (FABIANI apud MELHADO *et al*, 2002). A definição de sapata se resume no elemento de fundação especial, de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele resultantes sejam resistidas pelo emprego de armadura especialmente disposta para esse fim (AZEVEDO apud PIRES *et al*, 2014). As sapatas, ao contrário dos blocos, não trabalham apenas à compressão simples, mas também a flexão, e neste caso devem ser executadas incluindo material resistente à tração (BRITO, 1987). A NBR 6118 (ABNT, 2014, p.188), afirma que “[...] no caso de fundação direta, as sapatas são estruturas de volume usadas para transmitir ao terreno as cargas de fundação”.

Esta atividade está correlacionada com a disciplina de Construção Civil, que visa o conhecimento em identificar projetos e executar a obra, analisando as diversas formas de executar as diferentes etapas da construção.

2.3.3.4 Procedimentos de construção da sapata retangular

A Figura 46 mostra a sapata já concluída com todos os componentes para a sua formação, desde o concreto magro (concreto com pouco cimento) que é utilizado como apoio para a ferragem e também evitar contato com o solo evitando a oxidação

da armadura de aço da sapata, até o concreto de 30 MPa e a armadura arranque do pilar que fica exposta para eventuais amarrações com as vigas baldrame e pilares.

Figura 46 - Procedimentos de construção da sapata retangular



Fonte: O autor (2018).

O recomendado para sapatas sob pilar de edifício é que a menor dimensão não deve ser inferior a 60 cm, conforme NBR 6122 (ABNT, 2010). “A indicação é que, em princípio, a utilização de sapatas só é viável técnica e economicamente quando a área ocupada pela fundação abranger, no máximo, 50% a 70% da área disponível” (ALONSO, 1983).

A base de uma fundação deve ser assente a uma profundidade tal que garanta que o solo de apoio não seja influenciado pelos agentes atmosféricos e fluxos d’água. Nas divisas de terrenos vizinhos, salvo quando a fundação for assente sobre rocha, tal profundidade não deve ser menor que 1,5 metros (MARANGON, 2012, p. 94).

Os elementos estruturais são fundações com função de transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia (AZEREDO, 1988)

Na aplicação de no mínimo 5 cm de espessura, todas as partes da fundação superficial (rasa ou direta) em contato com o solo (sapatas, vigas de equilíbrio, etc.) devem ser concretadas sobre um lastro de concreto não estrutural, a ser lançado sobre toda a superfície de contato solo-fundação. No caso de rocha, esse lastro deve

servir para regularização da superfície e, portanto, pode ter espessura variável, no entanto observado um mínimo de 5 cm (BRITO 1987).

Esta atividade está correlacionada com as disciplinas de Construção Civil, Concreto Armado e Topografia. Essas disciplinas visam os elementos de estruturas e seus dimensionamentos de acordo com a tipologia do solo, perfil do terreno e a finalidade que será utilizada a obra.

2.3.3.5 Armaduras de aço dos pilares

“Elementos de concreto armado são aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras de materialização dessa aderência” (ASSOCIAÇÃO... apud CIOLA, 2012, p. 21). Trabalhar com a aderência do aço ao concreto tem como finalidade adicionar ao concreto uma resistência à tração. A partir desse processo adiciona-se ao produto final diversas vantagens, como resistência aos diversos tipos de ações atuantes, durabilidade da estrutura e aumento da rigidez das peças (BARROS; MELHADO, 1998, p. 24).

A Figura 47 mostra as armaduras dos pilares centralizadas e prumadas conforme solicitado no projeto e de acordo com o gabarito da obra. Estes pilares e os demais outros que estão sobrepostos às sapatas, que neste caso são sapatas isoladas, estão inclusos no projeto estrutural, arquitetônico e serão utilizados para alcançar a viga baldrame na superfície do solo, pois a topografia do terreno é em declive. Os pilares também terão a função de resistir às solicitações de cargas da viga baldrame e de toda a carga da superestrutura que se distribui sobre a mesma.

Figura 47 - Armadura de aço dos pilares



Fonte: O autor (2018).

Esta atividade está correlacionada com a disciplina de Concreto Armado e Fundações que visam o conhecimento na identificação dos tipos de cargas solicitadas que os pilares terão que resistir. É de extrema importância técnica e prática analisar o posicionamento do centro de gravidade do pilar com o centro de gravidade da sapata, uma vez que se eles estiverem em posicionamentos diferentes pode resultar numa excentricidade podendo comprometer a fundação e toda a edificação.

2.3.3.6 *Fôrma de madeira do pilar*

A Figura 48 retrata a fôrma de madeira utilizada para dar o formato da seção do pilar. Além do formato que as fôrmas dão aos pilares, é importante estabelecer um espaçamento de cobertura das ferragens de no mínimo 3 cm para que as armaduras fiquem protegidas das intempéries. Neste caso específico, trata-se da confecção e posicionamento da fôrma de madeira do pilar para que posteriormente se faça a concretagem deste elemento estrutural, que faz parte da fundação rasa estudada.

Figura 48 - Fôrma de madeira do pilar



Fonte: O autor, 2018.

Barros e Melhado (1998), definem algumas propriedades das fôrmas como resistência mecânica à ruptura, resistência à deformação, estanqueidade, regularidade geométrica, textura superficial adequada, estabilidade dimensional, correto posicionamento da armadura, baixa aderência da fôrma ao concreto, possibilidade de uma maior facilidade no desempenho do trabalho para o correto lançamento e adensamento do concreto.

De acordo com Iglesia (apud CIOLA, 2012), as principais funções das formas são de molde, dando forma ao concreto, contenção do concreto fresco até que tenha resistência suficiente para suportar seu peso próprio ou carregamento acrescido, e, por fim, dar textura à superfície do concreto.

Esta atividade está correlacionada com a disciplina de Construção Civil, que visa o conhecimento na identificação de projetos e execução da obra em relação à organização do canteiro de obra, desenvolvimento do gabarito do canteiro, analisando as diversas formas de executar as etapas da construção.

2.3.3.7 Concretagem do pilar

A Figura 49 mostra o pilar concretado e aguardando seu período de cura para atingir sua capacidade resistente à compressão. Neste caso específico, trata-se de um pilar retangular de concreto armado que adquiriu este formato através da utilização

das fôrmas de madeira. As fôrmas, juntamente com os demais outros elementos estruturais, farão parte da fundação rasa de um galpão comercial.

Figura 49 - Concretagem do pilar



Fonte: O autor (2018).

O concreto armado é um dos materiais mais utilizados em edificações, uma vez que é de fácil produção, baixo custo, é fácil de moldar-se ao modelo estrutural, não exige mão de obra especializada para a construção e resiste as solicitações estruturais de forma segura, com qualidade e durabilidade. Essa resistência vem principalmente da forma que é produzido o concreto, na junção de agregados graúdos e finos, cimento e água. Porém, dependendo da solicitude que se exprime a construção, como as de tração, necessita de se adicionar elementos específicos. No caso da tração, por exemplo, o aço possui boa resistência e é mais deformável que o concreto e é dessa forma que surge o concreto aramado (CARVALHO; FIGUEIREDO apud CIOLA, 2012).

Esta atividade prática está correlacionada com o conhecimento teórico adquirido nas disciplinas de Concreto Armado e Construção Civil. Dessa forma, os conhecimentos teóricos são utilizados para o dimensionamento dos elementos estruturais e análises das resistências dos materiais e os conhecimentos práticos são utilizados em função do procedimento de execução.

2.3.3.8 Pilar concretado e desenformado

A Figura 50 mostra o pilar que foi desenformado após o período de cura do concreto e o arranque da ferragem para amarração com a viga baldrame que será posteriormente executada. Neste caso específico, trata-se do pilar retangular que após o período de cura foi desenformado e está pronto para o próximo procedimento de execução.

Figura 50 - Pilar concretado e desenformado



Fonte: O autor (2018).

Barros e Melhado (1998) indicam que o concreto pode ser feito na própria obra ou ser comprado de uma central de produção, porém precisam ser controlados para que possam estar aptos ao uso. Dessa forma, alguns procedimentos devem ser realizados como o ensaio da sua consistência, por meio do cone de abatimento, e da resistência, pelo ensaio de compressão de corpos de prova. Depois o concreto passa pela modelagem, e por fim inicia-se o processo de cura do concreto, e de acordo com o elemento estrutural, viga, pilar e laje, ele exige um período mínimo para a retirada das formas e seu escoramento, de acordo com a resistência mínima atingida (ASSOCIAÇÃO... apud CIOLA, 2012).

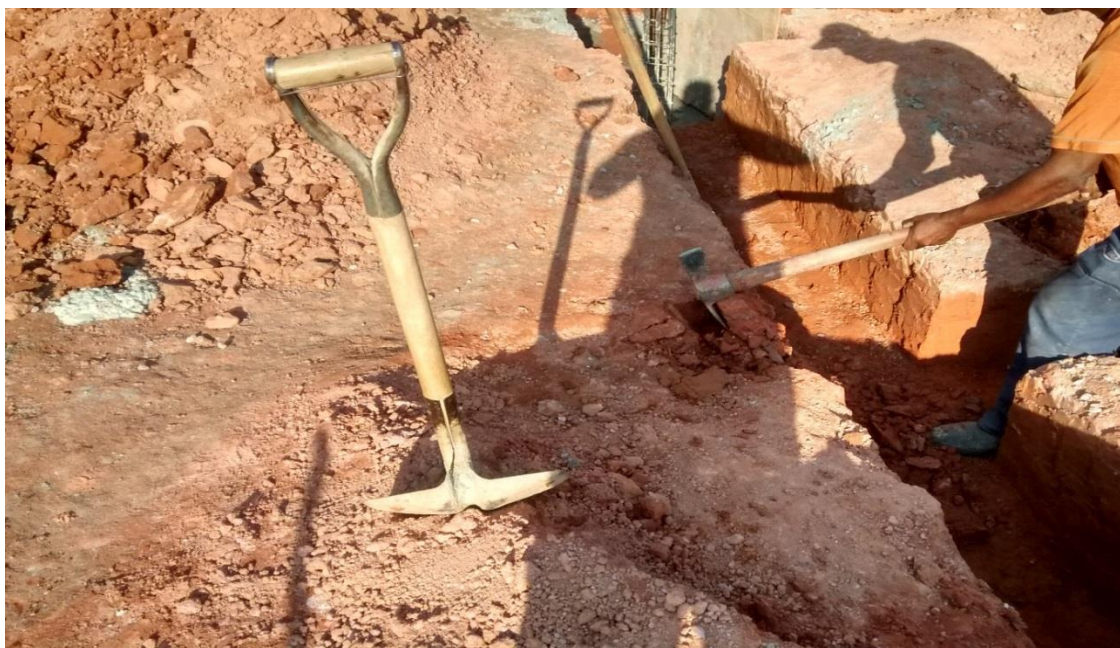
Esta atividade está correlacionada com a disciplina de Concreto Armado e Construção Civil, que visam os conhecimentos em função da metodologia de execução e resistência dos materiais para que sejam viáveis tanto economicamente,

quanto construtivamente, a fim de atender as necessidades de resistência às cargas que a estrutura estará solicitada e ao custo benefício para o cliente.

2.3.3.9 Escavação da viga baldrame

A Figura 51 mostra a escavação da viga baldrame sendo feita pelo auxiliar de pedreiro que utiliza de uma ferramenta (enxadeta) para a realização do trabalho. A viga baldrame tem finalidade de interligar as sapatas, estacas, com as armações de ancoragem e as bases dos pilares. Neste caso, após finalização da escavação das vigas baldrames, o local estará pronto para receber a ferragem específica e posteriormente o concreto. Sendo que o conjunto aço e concreto, que foi dimensionado para a viga baldrame, trabalhará a compressão, tração e cisalhamento.

Figura 51 - Escavação da viga baldrame



Fonte: O autor (2018).

O procedimento utilizado em vigas baldrames é o mesmo das estacas para marcar no terreno o eixo da parede que é também o eixo da viga. Marca-se com a escala 5 cm para cada lado obtendo-se a largura da viga (10 cm) (ARRUDA FILHO; SILVA; SOUZA, 2001).

“A altura das vigas depende de diversos fatores, sendo os mais importantes, o vão, o carregamento e a resistência do concreto” (BASTOS, 2017, p. 4).

A correlação desta atividade com as disciplinas de Construção Civil e Concreto Armado foca na identificação das melhores condições de se construir com segurança e maior viabilidade econômica.

2.3.3.10 Ferragens da viga baldrame

A Figura 52 mostra a armadura utilizada na construção da viga baldrame, como ela está posicionada em referência aos arranques dos pilares e a sua altura de seção transversal. Neste caso específico foi determinado que a armadura fosse feita com 7 barras de 1/2", sendo 4 na parte superior da viga, 3 na parte inferior e estribos de 3/16" (espaçados a 10 cm).

Figura 52 - Ferragens da viga baldrame



Fonte: O autor (2018).

Assim como acompanhado na vivência, o aço utilizado na parte superior da viga combate aos esforços de compressão, já o aço utilizado na parte inferior resiste aos esforços de tração. O concreto armado é feito pela junção do concreto e do aço, sendo que:

O concreto resiste muito bem aos esforços de compressão e muito pouca aos esforços de tração. O aço, em compensação, apresenta boa resistência a ambos os esforços. A união do aço com o concreto visa, portanto, a suprir as deficiências do concreto em relação aos esforços de tração, reforçando a sua resistência à compressão. Além disso, o aço absorve os esforços de cisalhamento ou cortantes que atuam nos elementos de concreto. (ALONSO, 2006, p.1).

A utilização dos estribos permite a colocação da armadura principal durante a obra (função construtiva) e garantem a viga contra o cisalhamento (BOTELHO, 2011).

Esta atividade está correlacionada com as disciplinas de Sistema Estrutural e Concreto Armado que visam informar sobre a tensão de tração que é resistida pelo aço.

2.3.3.11 Formas de madeiras das vigas baldrames

A Figura 53 mostra as formas de madeira que foram utilizadas para a concretagem final das vigas baldrames do projeto executivo da fundação do galpão. Através da utilização das formas, é possível realizar o nivelamento juntamente como parâmetro as extremidades das formas.

Figura 53 - Formas de madeira das vigas baldrame



Fonte: O autor (2018).

Esta atividade correlaciona-se com a disciplina de Concreto Armado que estabelece os procedimentos de construção no canteiro de obra. Dentre os procedimentos necessários para execução de uma viga baldrame, as formas representam um custo bem relevante.

Segundo Magalhães apud Carmo (2007, p.3), estudos realizados

mostram que as fôrmas representam de 40 % a 60 % do custo total da estrutura de concreto armado e cerca de 8 % a 12 % no custo final de uma

edificação. Hoje, com os materiais alternativos que existem no mercado, o valor da forma para uma construção deve girar em torno de 2%.

Para montagem das formas é de suma importância ter conhecimento de vários cuidados como a escolha da madeira resistente, fixação das formas, aplicação de desmoldante, prumo, nível e toda a atenção no momento de aplicação do concreto para realização do devido adensamento. Todos esses fatores são necessários para que não ocorra segregação dos materiais, formas indesejáveis das seções dos elementos, etc.

Devido aos cuidados necessários no procedimento de execução,

Consideramos nos fundos das vigas a massa do concreto e acrescentamos 10 % devido à vibração do concreto, totalizando assim 2.750 kgf/m³, já que se trata da ação gravitacional agindo diretamente sobre os painéis de fundo. No caso de painéis laterais, levam-se em conta mais itens, como a altura da peça, a velocidade de lançamento no interior da fôrma, a temperatura e também o processo de vibração (MOLITERNO apud CARMO, 2007, p. 4).

É preciso ter muita atenção nos processos de execução das vigas, para que quando cheias, temos que ser cautelosos em função da movimentação de pessoas sobre a fôrma, equipamentos, o concreto concentrado em determinados pontos antes de ser espalhado. Isso é denominado sobrecarga e como critério de cálculo adota-se 0,15 a 0,20 kN/m² (GUILHERME apud CARMO, 2007).

2.3.3.12 *Concretando a viga*

A Figura 54 mostra o resultado da concretagem que foi realizada nas vigas baldrame e a etapa da retirada das fôrmas de madeira. Neste caso, o concreto utilizado na construção desta viga foi de 30 MPa de resistência. Esta atividade está correlacionada com as disciplinas de Construção Civil e Sistema Estrutural que visam os conhecimentos na especificação do tipo de concreto em função do fck (resistência característica à compressão do concreto).

Figura 54 - Concretando a viga



Fonte: O autor (2018).

As formas utilizadas podem ser reaproveitadas de modo a economizar no escoramento e nas formas (GUILHERME apud CARMO, 2007).

A escolha dos materiais a serem utilizados no procedimento de execução das vigas é importante para que se tenha bons resultados. O concreto é definido como pedra artificial, da mistura de um ou dois tamanhos, areia, cimento e água. Resiste pouco à tração e muito bem à compressão. Possui grande vantagem de ser moldável na forma que se queira utilizando para isso as formas (BOTELHO, 2009).

Além do cimento e água, há também na confecção do concreto, agregados miúdos e graúdos. A definição de agregados se dá pelos materiais granulosos e inertes que entram na composição das argamassas e concretos (BASTOS, 2006).

No procedimento de execução da viga foram utilizados aço e concreto, conforme projeto. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014, p.3), “[...] elementos de concreto armado são aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência”.

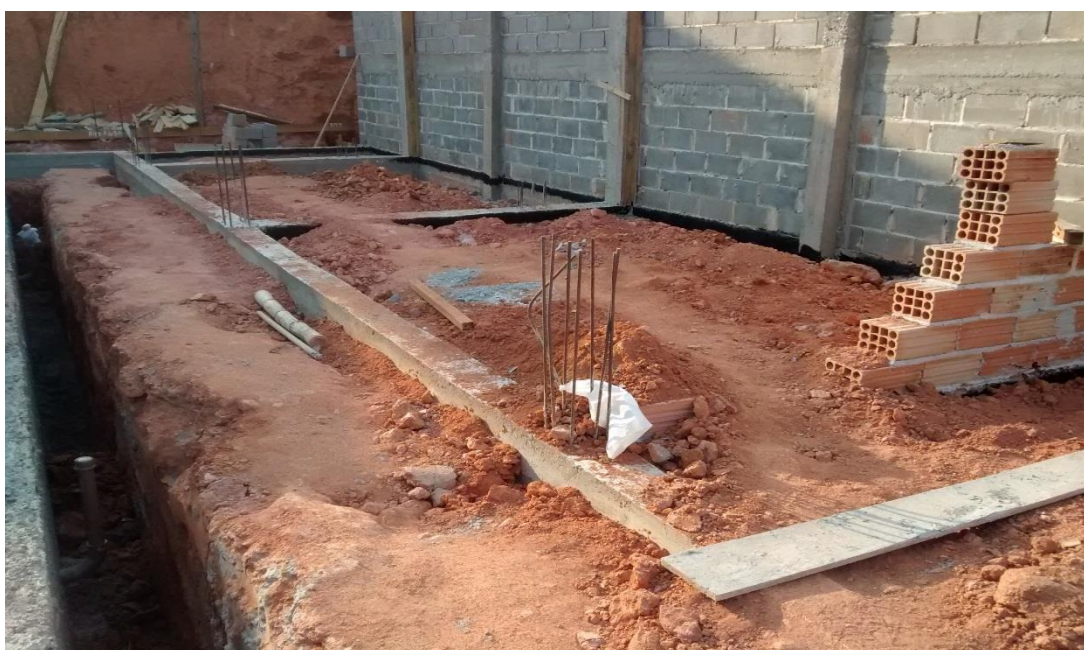
2.3.3.13 Impermeabilização

A Figura 55 mostra a impermeabilização realizada nas vigas baldrame. De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010, p.6), “O Sistema de Impermeabilização é o conjunto de produtos e serviços destinados a conferir estanqueidade às partes de uma

construção”. Este processo é indispensável de ser feito pois mantém a vida útil do concreto e evita a oxidação do aço por ação do intemperismo. Além disso, ele também diminui a intensidade de umidade nas paredes. Especificamente na impermeabilização destas vigas baldrame foi utilizado o produto denominado Vedacit, ele é um aditivo impermeabilizante para concretos e argamassas, que age por hidrofugação do sistema capilar e permite a respiração dos materiais, para realização do trabalho.

O contato da viga diretamente com o solo sem a devida proteção da impermeabilização, pode gerar problemas futuros como patologias do tipo umidade por capilaridade, ou seja, umidade ascendente que vem do solo e sobe pelas paredes e que geram manchas, bolor, mofo podendo chegar a mais de um metro.

Figura 55 - Impermeabilização



Fonte: O autor (2018).

Conforme acompanhado na vivência, a impermeabilização protege a viga baldrame da infiltração por capilaridade, impedindo que a mesma atinja a alvenaria da edificação gerando patologias. No entanto,

Deve-se compreender a patologia encontrada em uma dada edificação como consequência do processo de um agente qualquer sobre um determinado componente, sistema ou mesmo sobre o conjunto edificado e que gera um ou mais danos (QUERUZ apud SOARES, 2014, p. 16).

Segundo Queruz apud Soares (2014, p.18),

a água é um dos maiores causadores de patologias, de forma direta ou indireta, quer se encontre no estado líquido, de gelo ou mesmo enquanto vapor de água. Pode ser vista como um agente de degradação ou como meio para a instalação de outros agentes.

A função do procedimento de impermeabilização se dá pela estanqueidade da umidade que passa de uma área para outra através de pequenas trincas nas divisórias que as separam. Esta água de percolação, geralmente é ocasionada pela água da chuva e pode ser intensificada com o vento (VENTURINI apud SOARES, 2014).

Esta atividade está correlacionada com a disciplina de Materiais de Construção que visa o conhecimento em identificar produtos que tenham eficácia nas construções civis e priorizam a vitalidade dos materiais de construção.

2.4 Vivência do aluno Ruy Caram Coutinho

2.4.1 Apresentação

Meu nome é Ruy Caram Coutinho, sou natural de Campo Belo, e desde a infância gostava muito da área industrial, pois tinha curiosidade em saber as coisas da área de construções. Ao decorrer dos anos escolares minha disciplina favorita e que sempre tive facilidade foi matemática, de modo que fazia e faço vários cálculos mentais rapidamente, além de que esta era a disciplina que mais me levava a aprender e buscar novos conhecimentos. Apesar disso, estudar nem sempre foi visto por mim como algo bom e prioritário, somente pensava em passar de ano e terminar o meu ensino médio. Após a conclusão fiquei um período de cinco anos sem estudar e pensar em uma formação acadêmica. Foi durante uma conversa com meu pai que comecei a pensar em fazer uma faculdade. Assim, comecei a fazer algumas pesquisas sobre quais cursos ingressar, quais disciplinas seriam estudadas, dentre outras pesquisas e foi daí que tomei a decisão em fazer Engenharia Civil. Essa decisão foi tomada porque com a Engenharia Civil podia juntar a vontade de estudar e a matéria que mais me identificava durante minha época de escola. Sendo assim, prestei vestibular para o curso de Engenharia Civil e iniciei o curso no segundo semestre de 2014.

2.4.2 Apresentação da empresa

Realizei meu estágio na empresa CRV – Construtora Rezende e Alvarenga LTDA, situado na Rua Reverendo Samuel Brust, número 165, no município de Campo Belo - MG, CEP 37270-000. A Figura 56 mostra a fachada do escritório.

Figura 56- Fachada da empresa CRV



Fonte: O autor(2019).

Tive a oportunidade de ser o primeiro estagiário da empresa e ter como supervisor o engenheiro Henrique Barbosa Faria, que concluiu sua graduação no Centro Universitário de Formiga, no ano de 2015. Todos me receberam muito bem e sempre me auxiliaram em tudo que precisava. No estágio consegui ampliar e adquirir conhecimentos sobre vários assuntos que foram estudados durante o período na faculdade. Porém optei por aprofundar mais sobre piso industrial, drenagem e pavimentação asfáltica.

2.4.3 Atividades desenvolvidas

2.4.3.1 Piso Industrial

Pisos industriais são definidos como sendo

elementos que estão continuamente apoiados e que são dimensionados para suportar cargas diferenciais quanto à intensidade e forma de atuação. Para atender as variadas situações de carregamentos a que são impostos podem ser executados sobre diferentes aspectos estruturais e funcionais (SÁ, 2009, p. 2).

A seguir serão apresentadas algumas imagens da obra, com o objetivo de mostrar a evolução da mesma ao longo do tempo e explicar sobre cada elemento desta construção. A compactação do solo para recebimento de uma camada de berço de brita e armadura com ferragens de diâmetro 3/8” que pode ser visto na Figura 57.

Figura 57 - Compactação do solo



Fonte: O autor (2018).

A etapa de compactação do solo visa aumentar as capacidades do mesmo em resistir aos esforços aplicados nele e é definida:

A compactação é um processo que visa melhorar as propriedades do solo através da redução dos seus vazios pela aplicação de pressão, impacto ou vibração. Além disso, esse processo torna o maciço mais homogêneo. Esta operação resulta no aumento do peso específico aparente do solo. Com a diminuição dos vazios do solo, espera-se uma redução da variação dos teores de umidade, da compressibilidade e da permeabilidade e um aumento da resistência ao cisalhamento e à erosão (PEREIRA, 2013, s/p.).

O berço e a armadura já posicionada sobre o solo que é apresentado na Figura 58 nos mostra que

o uso de armadura em tela soldada tem como objetivo o reforço estrutural no caso dos pisos industriais ou pavimentos de concreto. Barras de transferência e de ligação são utilizadas, respectivamente, para transferência de carga e ligação das placas de concreto. As armaduras estruturais especificadas no projeto também são consideradas para minimizar o efeito da retração do concreto, evitando-se fissuras de retração (SILVA, 2012, s/p.).

Figura 58 - Berço de brita e armadura



Fonte: O autor (2018).

Para a realização da concretagem do piso industrial, é necessário tomar certas medidas de modo a não retirar a armadura de posição enquanto o concreto é lançado e assim perder o seguimento de projeto, como nos mostra a Figura 59.

Figura 59 - Concretagem do piso industrial



Fonte: o autor (2018).

Dalgedan (2016), nos diz que “a concretagem do piso é feita com concreto usinado com resistências superiores a 25 MPa. É importante que no projeto estrutural esteja indicado a resistência característica à compressão, o fator água cimento e o módulo de elasticidade do concreto”. O autor cita ainda que o lançamento e adensamento devem seguir todas as boas técnicas da engenharia.

O lançamento do concreto é uma tarefa simples, uma vez que são utilizadas bombas para tal fim, mas deve-se tomar o cuidado de lançar e espalhar de forma uniforme o concreto para que facilite o acabamento do piso. “Um bom adensamento é essencial para que não sejam formados espaços vazios ou segregação de material. No caso de pisos de alto desempenho são utilizadas as régua vibratórias para a execução deste adensamento” (DALDEGAN, 2016, s/p.).

2.4.3.2 Drenagem de águas pluviais

O sistema de drenagem de águas pluviais é desenvolvido por estruturas e instalações de engenharia dedicadas ao transporte, retenção, tratamento e disposição final das águas das chuvas.

Segundo Souza; Cruz; Tucci; (2012), após o crescimento da população e o crescimento das cidades sem o devido planejamento foi preciso ainda mais visar a etapa de captação de águas pluviais e controlar as doenças que estavam aparecendo devido a exposição dessa água nas ruas.

A seguir, serão apresentadas algumas imagens da obra, com o objetivo de mostrar a evolução da mesma ao longo do tempo e explicar sobre cada elemento dessa construção. Primeiramente, na Figura 60, temos a escavação de vala para iniciar o processo de drenagem.

Figura 60 - Escavação de vala



Fonte: O autor (2018).

A NBR 12266 (ABNT, 1992) é a norma que “fixa as condições exigíveis para projeto e execução de valas para assentamentos de tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana e também estabelece critérios para posicionamento da vala na via pública e dimensionamento do escoramento”. O processo se desenvolve nas definições essenciais; tipos de escavação; medidas preventivas e sinalização; dimensionamento, posicionamento e preparo do fundo da vala; escavação; escoramento; esgotamento e o reaterro da vala e recomposição do pavimento.

O escoramento da vala é a parte fundamental para a segurança dos trabalhadores para escavações com profundidade superior a 1,50m, como é visto na Figura 61. Ele é um serviço utilizado em sua grande maioria em obras de saneamento, drenagem, construção de redes de gás e oleodutos, de modo a “evitar desmoronamentos e manter estáveis os taludes das escavações. O objetivo é garantir condições para a realização das atividades no local e, principalmente, a segurança dos trabalhadores” (NAKAMURA, 2014).

Figura 61 - Escoramento de valas



Fonte: O autor (2018).

Na Figura 62 é apresentada a camada de impermeabilização do solo para assentamento de manilha de concreto, conhecido como berço.

Após a vala escavada executa-se o berço que é uma base de concreto sobre a qual serão assentados os tubos. O berço serve para suportar os tubos,

formando uma base rígida para evitar abatimento da rede, principalmente em caso de vazamentos na tubulação (ROSSI, 2018, s/p.).

Figura 62 - Berço para assentamento de tubo de concreto



Fonte: O autor (2018).

As manilhas de concreto já assentadas sobre o berço e o rejuntamento entre elas são exibidas na Figura 63.

Figura 63 - Assentamento de manilhas e rejuntamento



Fonte: O autor (2018).

Segundo Nakamura (2014), “o assentamento deve ser feito no sentido a jusante para a montante, com cuidado para evitar a entrada de terra em seu interior. Alguns

projetos exigem o contra berço, ou seja, uma concretagem das laterais da vala para travar a tubulação”. Os encontros das juntas dos tubos (macho fêmea) devem ser rejuntados com argamassa, geralmente traço 1:3 (ROSSI, 2018).

2.4.3.3 Pavimentação asfáltica

Segundo Nakamura (2011), o sistema da pavimentação é segmentada por camadas, as principais são: revestimento de base asfáltica, base, sub-base e reforço do subleito. Dependendo do tipo de tráfego que a via irá suportar, deverá se ter alguns cuidados com camadas inferiores do pavimento.

A seguir, serão apresentadas algumas imagens da obra de pavimentação, com o objetivo de mostrar a evolução da mesma ao longo do tempo e explicar sobre cada elemento dessa construção, começando pela terraplanagem do local onde será a pavimentação, que pode ser vista na Figura 64.

Figura 64 - Terraplanagem



Fonte: O autor (2018).

Terraplanagem é o ato de nivelar o terreno de acordo com o que é definido no projeto. Esse processo é realizado através do aterramento de depressões, cortes e remoções de materiais em excesso. Em geral, a principal função da terraplanagem é aperfeiçoar os terrenos, principalmente com o objetivo de nivelar, encher e retirar o excesso do solo existente.

O processo de compactação do solo através do rolo pé de carneiro, ajuda no preenchimento dos espaços vazios no solo melhorando sua capacidade de resistência, apresentado na Figura 65.

Figura 65 - Compactação do solo



Fonte: O autor (2018).

Segundo Gewehr (2013), a compactação reduz os espaços vazios no solo aumentando sua capacidade de absorver as cargas que serão aplicadas na via devido ao fluxo de veículos.

O processo de imprimação do solo, que ajuda no preenchimento dos espaços vazios através de um asfalto diluído (CM-30), está apresentado na Figura 66. Segundo a NBR 12.950 (ABNT, 1993):

a imprimação asfáltica impermeabilizante consiste na aplicação de uma fina película de material betuminoso sobre uma superfície granular concluída de uma das camadas do pavimento - como a base ou a sub-base, por exemplo. Seu objetivo é aumentar a coesão da superfície imprimada graças à penetração do material betuminoso utilizado. Como o próprio nome da técnica indica, também tem como objetivo impermeabilizar a camada inferior e aumentar a aderência com a camada superior. (NBR 12.950, ABNT, 1993, p. 2).

Figura 66 - Imprimação



Fonte: O autor (2018).

O processo de pintura de ligação tem como finalidade a aderência entre uma camada e outra. “Trata-se da aplicação de um ligante betuminoso (emulsão asfáltica) que promove a aderência entre a camada de base e o revestimento asfáltico. É aplicada também entre camadas asfálticas” (GEWEHR, 2013, s/p.). Esse processo está ilustrado na Figura 67.

Figura 67 - Pintura de Ligação.



Fonte: O autor (2018).

De acordo com Nakamura (2011), a aplicação de massa asfáltica deve ser realizada com a vibroacabadora que além de aplicar o material uniformemente ainda faz a pré-compactação da mistura asfáltica na via.

Esta etapa, que constitui em aplicar a massa asfáltica após a aplicação da pintura de ligação a aplicação de CBUQ na pista, é apresentada na Figura 68.

Figura 68 - Aplicação de massa asfáltica



Fonte: O autor (2018).

Após a aplicação da massa asfáltica, foi realizado o acabamento final com o rolo pneumático. Estas vivências estão vinculados diretamente com disciplinas como; estradas; saneamento básico; mecânica dos solos.

2.5 Vivência do aluno Talyson Faria Carvalho

2.5.1 Apresentação do aluno

Sou natural de Bom Sucesso, Minas Gerais, e mediante minhas inclinações e curiosidades, desde cedo me interessei pela área da matemática, que busca explicar acontecimentos pela linguagem dos números. Meus questionamentos eram sobre como como isso acontecia, o que desenvolvia em mim uma espécie de fascínio por essa ciência. Dessa forma, busquei essas áreas e pude ver que a Engenharia Civil seria um grande passo para a construção do meu conhecimento.

Iniciei meus estudos no segundo semestre de 2014 e até hoje vejo a liberdade de pensamentos e a criatividade que é incentivada pela Engenharia em seus profissionais, o que além de ser uma ciência, se comporta como uma arte para sofisticação da consciência humana.

2.5.2 Apresentação da empresa

Realizei meu estágio na MH Engenharia e Arquitetura da cidade de Bom Sucesso. O escritório tem foco na elaboração de projetos arquitetônicos, estruturais, hidrossanitário, elétricos, regularizações e execução de obras. A Figura 69 mostra as informações da empresa.

Figura 69 - Informações da Empresa



Fonte: O autor (2018).

2.5.3 Atividades desenvolvidas

No estágio desenvolvi projetos arquitetônicos contendo planta baixa, corte longitudinais e transversais, planta de locação e situação, diagrama de coberturas e

fachadas. Acompanhei também projetos estruturais em concreto armado no *software*, assim como a execução de obras, sendo uma delas a edificação de uma garagem de um apartamento. Realizei também levantamentos para regularizações de projetos, dentre outras atividades.

2.5.3.1 Fundação

2.5.3.1.1 Desaterro e limpeza do terreno

Com os preparativos para a inicialização da obra que pude acompanhar na cidade de Bom sucesso-MG, uma primeira intervenção foi realizar o desaterro do terreno, limpando o lote e retirando parte da camada do solo até a cota desejada para iniciar a perfuração das sapatas. O entulho foi transportado e retirado do local afim de não causar obstruções e nem ocupar espaços que seriam utilizados para armazenagem de insumos para suprir as necessidades da obra.

As Figuras 70 e 71 mostram os processos de desaterro e limpeza, nas quais é possível visualizar que, a escavação do terreno até a cota desejada aconteceu com o auxílio de uma mini escavadeira.

Figura 70 - Desaterro e limpeza do terreno



Fonte: O autor (2018).

Figura 71 - Desaterro do terreno



Fonte: O autor (2018).

De acordo com Salgado (2009), após a retirada dos entulhos e outros materiais, deve ser retirada toda a vegetação juntamente a uma camada de solo vegetal em torno de 20 cm, uma vez que se deixado poderia comprometer a estabilidade da base de aterros e de pisos. Na concepção de um projeto de fundações devemos condicionar as cargas das estruturas à resistência do solo de modo que o mesmo possa suportar sem haver rupturas (ADÃO; HEMERLY, 2010).

Sempre é importante ressaltar que além da escavação e corte, é necessário a proteção das obras quanto a ação das águas pluviais (chuva) de modo que não causem prejuízos durante o andamento dos trabalhos (SALGADO, 2009).

2.5.3.1.2 Escavação das sapatas isoladas

Posteriormente a limpeza do terreno e a marcação das furações com o gabarito, através dos pontos de interseção de linha, começou a escavação das sapatas com dimensões que variavam de 100x100 cm a 120x120 cm, a uma cota de profundidade de 150 cm tomando a rua como ponto zero.

Na Figura 72, as duas sapatas já foram escavadas a uma cota de aproximadamente 165 cm, para receber o apiloamento, onde posteriormente foi inserido pedras de mão, e juntamente com o fundo da sapata foi realizado o

apiloamento com o objetivo de regularizar o fundo da sapata, de acordo com a Figura 73.

Posteriormente ao apiloamento do fundo com pedras de mão, como mostra na Figura 73, foi aplicado um berço de concreto magro de 5 cm, que teve por objetivo receber a armadura da sapata evitando que a mesma entre em contato direto com o solo, e novamente foi feito a regularização, deixando-a a uma cota de 150 cm como estabelecido no projeto.

Figura 72 - Perfuração das sapatas



Fonte: O autor (2018).

Figura 73 - Apiloamento da vala da sapata



Fonte: O autor (2018).

Para uma decisão perfeita sobre o tipo de fundações é imprescindível não só conhecer as cargas atuantes no solo como também as características do solo em questão. Se o terreno é considerado bom, a escolha deve ser a fundação rasa pois é mais econômica, e no caso de a fundação rasa não oferecer segurança para a obra deve-se utilizar a profunda (SALGADO, 2009; ADÃO; HEMERLY, 2010).

2.5.3.1.3 Armadura das sapatas isoladas

Como foi acompanhado na obra, a armadura utilizada na base da sapata foi aço CA-50 de 10 mm e 12,5 mm, sendo algumas das sapatas com dimensões de 120x120 cm e altura de 50 cm. A armadura das sapatas é mostrada na Figura 74.

Figura 74 - Armadura usada na sapata e pilares



Fonte: O autor (2018).

As armaduras foram montadas de acordo com o projeto elaborado pelo responsável da obra, por profissionais que seguiram à risca as descrições e definições em projeto. Após as armaduras estarem prontas, elas foram colocadas em suas devidas posições com os espaçadores a fim de levantar um pouco a armadura da base da sapata para estabelecer uma cobertura de aproximadamente 5cm, evitando que elas entrassem em contato direto com o berço.

Os arranques do pilar com medidas de aproximadamente 220 cm foram alinhados de acordo aos eixos do gabarito e amarrados juntamente as armaduras da sapata, para posteriormente receberem o concreto.

As sapatas são elementos estruturais que recebem esforços que não podem ser absorvidos somente pelo concreto, sendo necessário o uso de armadura para absorver os esforços de tração. As sapatas cêntricas são aquelas em que seu centro de gravidade coincide com o centro de gravidade do pilar e são utilizadas sempre que possível pois são mais econômicas que as excêntricas (SALGADO, 2009; ADÃO; HEMERLY, 2010).

No caso de a sapata ser excêntrica com carga razoável (aquelas que são superiores a uma média entre 20 tf e 25 tf) elas vão exigir o uso de outro elemento estrutural chamado viga de equilíbrio, já as sapatas com cargas pequenas pode se dizer que as vigas de alicerce ou cintas de fundação podem substituí-la no combate a excentricidade (ADÃO; HEMERLY, 2010).

2.5.3.1.4 Concretagem das sapatas

Durante o acompanhamento da obra, foi realizado o enchimento das sapatas de forma controlada e cautelosa como mostram as figuras 75 e 76. A concretagem se deu com um traço de concreto convencional com $f_{ck} = 25$ MPa, virado na obra com auxílio de uma betoneira, composto de brita 0, areia grossa e cimento CP II E 32.

Figura 75 - Concretagem das sapatas



Fonte: O autor (2018).

Figura 76 - Acabamento da concretagem



Fonte: O autor (2018)

O concreto foi misturado e transportado até cada sapata onde foi despejado de forma cuidadosa adicionando pedras de mão simultaneamente. A falta de um vibrador fez com que fosse necessário utilizar barras de aço que foram introduzidas de forma rítmica no concreto. Esse processo é necessário para evitar vazios que futuramente depois de seco tornam-se brocas.

Após o preenchimento com o material até a cota desejada, foi feito o acabamento das sapatas deixando à mostra os arranques dos pilares, que seriam necessários para a próxima etapa da edificação.

Se o concreto for mal misturado, terá seus agregados com falha de envolvimento da argamassa de cimento, afetando sua homogeneidade o que causa pontos fracos na estrutura (SALGADO, 2009).

2.5.3.2 Pilares

2.5.3.2.1 Arranque dos pilares

Os arranques dos pilares utilizados na obra foram em sua maioria pilares de seção retangular e seção “T”, sendo os retangulares com seis barras de aço de 12,5mm, e os pilares de seção “T” com 10 barras de aço de 10mm. Na Figura 77 é apresentado vários arranques de pilares, também conhecidos como esperas, que posteriormente irão receber o aço do pilar para compor a estrutura do mesmo.

Figura 77 - Pilar de arranque



Fonte: O autor (2018).

Este é um arranque de um pilar que apresenta um transpasse de 40cm sobre a viga baldrame. Cada barra de aço do pilar foi amarrada paralelamente a cada barra do arranque por um arame recozido que fez a junção do aço do pilar de arranque com o aço do pilar da edificação para a concretagem do mesmo. Assim como também foi visto na disciplina de Sistemas Estruturais, um pilar está sujeito a esforços como momento fletor e esforços normais, sendo esta uma força que passa no sentido do eixo da peça, gerando efeitos de compressão sobre a estrutura da fundação.

Na disciplina de Mecânica dos Sólidos e Concreto Armado, foi visto que em relação as propriedades dos materiais, alguns apresentam maiores resistência a esforços de tração, como é o caso do aço presente nesta estrutura. Os pilares recebem esses esforços e os transferem para sua base causando reações de compressões e trações em sua estrutura. Mais tarde são determinados por cálculos a bitola das armaduras, espaçamentos entre estribos, tomando como parâmetro o f_{ck} do concreto e dimensões de sua seção, sempre visando o equilíbrio entre sollicitação e resistência.

O arranque acima traz suporte para um pilar que depois de pronto deverá apresentar dimensões de 40x40 cm nas maiores dimensões do "T". A norma brasileira NBR 6118 (ABNT, 2014), determina que a seção transversal de pilares e pilares-paredes maciços, não deve apresentar dimensão menor que 19 cm, qualquer que seja a sua forma, dado em casos especiais que permite a consideração de dimensões

entre 19 cm e 14 cm, sendo multiplicado os esforços solicitantes de cálculos por um coeficiente adicional.

No mercado da construção civil encontramos os seguintes tipos de aço:

CA-25: de grande maleabilidade, utilizado principalmente como tirantes nas formas de concreto armado.

CA-50: utilizado como elemento que participa do concreto armado, principalmente as barras longitudinais.

CA-60: também utilizado no concreto armado, mas utilizado preferencialmente nos estribos. (SALGADO, 2009, p.78)

O Quadro 1 apresenta as correspondentes tensões de escoamento de cada tipo de aço.

Quadro 1 - Tensões de escoamento de cada tipo de aço

Aço	Tensão de escoamento
CA 25	2.500 kgf/cm ² ou 250 MPa
CA 50	5.000 kgf/cm ² ou 500 MPa
CA 60	6.000 kgf/cm ² ou 600 MPa

Fonte: Salgado (2009, p.78)

O concreto armado, quando tracionado, faz com que o aço tenha uma condição de desprender ou escorregar por dentro do concreto. Para que isso não ocorra ou tenha um menor efeito, as barras são feitas com saliências chamadas mossas que têm o objetivo de proporcionar maior atrito e aderência ao concreto (SALGADO, 2009).

Quanto a comercialização do aço, o Quadro 2 traz cada tipo em função da bitola e dos respectivos diâmetros de comercialização.

Quadro 2 - Diâmetros de comercialização de aço

Ø (mm)	3,2	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	22	25
CA 50				○	○	○	○	○	○	○	○
CA 60	○	○	○	○	○	○					
Peso(kgf/m)	0,06	0,10	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	3,0	4,0
Seção(cm ²)	0,080	0,125	0,200	0,315	0,500	0,800	1,250	2,000	3,150	3,880	5,000

Fonte: Salgado (2009, p.79).

Nos pilares, uma armadura principal longitudinal aumenta a resistência do mesmo à compressão e no caso de acontecer alguma tração o aço resiste bem (BOTELHO, 2011).

2.5.3.2.2 Estrutura de aço do pilar

Durante o acompanhamento da obra os pilares utilizados foram pilares de seção retangular formados de seis barras de aço, e seção “T” formados de dez barras de aços. O engenheiro responsável mostra que em um projeto estrutural é sempre bom buscar uma padronização das armaduras visto que a padronização traz vantagens como na hora da compra, separação e montagem da armadura, evitando assim erros. Esta padronização é feita de forma igual para área ou para áreas de aços superiores ao projeto.

A Figura 78 mostra um pilar de seção “T”, com amarrações de arames recozidos fazendo a junção de estribos de $\varnothing 5.0$ mm, com espaçamentos de 15 cm em 15 cm.

Figura 78 - Armadura do pilar



Fonte: O autor (2018).

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014, p.84), pilares são “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes”. Os pilares possuem a função de transmitir os esforços para as fundações, assim são estudados na disciplina de Construção Civil.

Um objetivo importante no projeto estrutural de concreto armado é o posicionamento correto das barras de aço longitudinais e transversais dentro do elemento estrutural. Desse modo, de acordo com os esforços solicitantes, são

fabricados os estribos que possuem a finalidade de posicionar as barras e, dessa forma, também receber a influência de alguns esforços (SALGADO, 2009).

Para as armações das barras de aço são utilizados os fios de arames recozidos, produzido por um aço com baixo teor de carbono, por trefilação, que posteriormente recebe um tratamento térmico controlado, adquirindo resistência e maleabilidade. O Quadro 3 é referente aos diâmetros de fios de arames recozidos, sendo comum utilizar arames BWG nº 18 do tipo recozido, retorcido em fio duplo.

Quadro 3 - Diâmetros de fios de arames recozidos

BWG (Ø)	Diâmetro nominal (mm)	Massa nominal (kg/m)
4	6,05	0,226
7	4,76	0,129
8	4,19	0,108
10	3,4	0,071
12	2,77	0,047
14	2,11	0,027
16	1,65	0,017
18	1,25	0,01

Fonte: Salgado (2009, p.79).

De acordo com Botelho (2011, p.56),

O concreto e a armadura nas estruturas de concreto armado trabalham juntos e solidários, mas com funções diferentes no tocante ao dimensionamento. Nesse funcionamento, a seção de concreto é uma aproximação grosseira da solução e a armadura principal é a aproximação fina, sensível. Face a isso, uma seção de concreto pode atender a uma grande faixa de solicitações e será a taxa de armadura que fará o ajuste fino.

2.5.3.2.3 Forma do pilar

No acompanhamento da obra, a forma foi montada e utilizada como uma contenção da mistura ainda mole do concreto, sendo usada até que o mesmo adquirisse resistência e forma. Na Figura 79 é mostrado a forma de um pilar de concreto armado, suas características e dimensões. Ela foi montada com madeira de pinos, geralmente usada na construção civil na espessura de 2,5 cm. A forma foi

usada para conter o concreto antes de atingir sua consistência, foi montada de modo a deixar o pilar alinhado verticalmente.

A forma foi montada com pregos e alguns arames recozidos, sendo uma estrutura provisória, além disso ela foi montada no prumo e atentando a possíveis vazamentos, passando uma demão de desmoldante no seu interior para evitar que quando o concreto ganhasse consistência, tivesse problemas para desenformar.

Figura 79 - Forma de um pilar de concreto armado



Fonte: O autor (2018)

De acordo a NBR 7190 (ABNT, 1997), a aceitação da madeira para execução da estrutura depende de suas propriedades de resistência aos valores especificados do projeto.

As formas podem ser removíveis, sendo retiradas após a cura do elemento concretado, podendo ser reaproveitadas ou não, utilizadas em lajes, painéis, vigas, pilares e outros elementos (SALGADO, 2009). Se forem reutilizadas é necessário utilizar desmoldante. Na falta de desmoldante, passe água com sabão nas faces internas das lajes e vigas, assim o concreto fresco terá menos possibilidade de aderir ao material da forma (BOTELHO; MARCHETTI, 2011).

2.5.3.2.4 Preparação e concretagem do pilar

Durante a experiência, foi possível acompanhar a concretagem do pilar com seção “T” de concreto armado, assim como as técnicas empregadas, e medidas a serem tomadas para a concretagem do mesmo.

Na Figura 80, é mostrado como deve ser preparado a armação e a forma de modo que o pilar receba o concreto sem apresentar falhas na sua estrutura, sendo a preparação tão importante quanto a concretagem, e ficando atento quanto a detalhes que podem afetar a sua estrutura.

Figura 80 - Preparação e concretagem de um pilar de concreto armado



Fonte: O autor (2018).

Esta etapa visa o alinhamento vertical da armadura dentro da forma deixando um espaçamento de 3,0 cm entre aço e forma para que após a concretagem, ele ainda obedeça ao mínimo estabelecido por norma de cobrimento, visto na disciplina de Construção Civil, Sistemas Estruturais e Concreto Armado.

Após o alinhamento da armadura, antes de receber o concreto, a forma foi molhada ao ponto de encharcar suas fibras. Esse método impede que a madeira extraia a água do concreto afetando diretamente sua resistência. O pilar foi concretado até a metade para evitar que o concreto fosse jogado de uma altura superior a dois metros, causando segregação e tornando-o mais fácil de adensa-lo. Posteriormente

ao levantamento da alvenaria foi concretado o restante, sendo utilizado um concreto de boa trabalhabilidade afim de envolver toda a armadura, e facilitando seu adensamento. Para efeito de adensamento foi utilizado técnicas de vibração nas formas e adensamento por barras de aço, que penetram na mistura de forma sucessiva e rítmica. De acordo a disciplina de Materiais de Construção Civil, o concreto deve ser vibrado por um vibrador de modo que não deixe encostar na armação para não causar danos na estrutura do pilar.

Os pilares visam absorver, principalmente, os esforços verticais que atuam sobre um pavimento (teto ou piso) de um prédio, onde as cargas são transmitidas por ações das vigas. Vale ressaltar que seu peso próprio também fornece carga vertical, apesar do seu valor ser pequeno em relação ao somatório geral das cargas.

Os pilares são os únicos elementos estruturais que têm continuidade ao longo da prumada de um prédio, sendo necessário muita atenção quanto seu alinhamento e sua resistência (ADÃO; HEMERLY, 2010). As formas devem ser intensamente molhadas antes de receber o concreto, pois fôrmas secas, as vezes velhas, podem absorver a água do concreto lançado nelas, causando desidratação do concreto e influenciando na resistência (MARCHETTI, 2011).

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014, p.19), “A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento”.

As brocas são responsáveis por diminuir a resistência da estrutura mediante a esforços, assim de acordo com Botelho (2011), depois de lançar o concreto nas formas, o mesmo deve ser vibrado para minimizar os vazios, pois isso diminui a resistência do concreto. O adensamento do concreto é um processo de grande responsabilidade e deve ser feito por um profissional qualificado, pois o excesso de vibração pode provocar a segregação do concreto, comprometendo assim a sua qualidade e eficiência (SALGADO, 2009). Nas pequenas obras, onde talvez não haja vibrador, pode-se usar barras que de maneiras ritmas, penetram e saiam da massa do concreto e pequenas batidas nas formas também ajudam no adensamento do concreto (MARCHETTI, 2011).

2.5.3.2.5 Cura do pilar de concreto armado

Como visto no estágio e no processo de aprendizado na instituição, o processo de cura de um pilar de concreto armado é muito importante quando se leva em consideração a sua resistência. A falta de água pode fazer com que o concreto perca sua resistência, pois é ela que alimenta toda a sua reação química ao longo do seu processo de ganho de resistência e maturidade. Na Figura 81 é mostrado um pilar de concreto armado depois de concretado em que já foi realizado seu processo de cura e ganho de resistência.

Figura 81 - Pilar de concreto armado



Fonte: O autor (2018).

No processo de cura, o pilar recebeu aguamento três vezes por dia, durante aproximadamente sete dias, para que tanto a forma quanto a evaporação não extraíssem do concreto parte da sua água, deixando a água para suas reações e ganho de resistência. Sua forma foi retirada ao final dos sete dias, e posteriormente o processo para montagem das vigas aconteceu. Após a concretagem do pilar ele deve receber aguamento para evitar a evaporação da água de mistura, também chamado de cura. E deve-se atentar que quando feita de forma irregular, haverá influências diretas na resistência do concreto (BOTELHO, 2011).

Durante o processo de cura há liberação de calor de hidratação do cimento, e se este processo não for controlado, a incidência de fissuras de retração é muito

grande. Além disso, ela cria condições para a umidade penetrar no concreto, gerando corrosão ao longo do tempo nas armaduras. Logo, é necessário, após o endurecimento, promover uma irrigação da peça concretada, inclusive nas formas durante os sete primeiros dias, principalmente nas primeiras 48 horas (SALGADO, 2009).

2.5.3.3 Vigas de concreto armado

2.5.3.3.1 Formas e escoras das vigas de concreto armado

Na obra, ainda foi acompanhado o processo de montagem das formas para concretagem das vigas. Essas formas são destinadas a conter a mistura mole de concreto até atingir sua devida resistência. Portanto foram utilizadas escoras metálicas para conter a tábua inferior e alinha-la juntamente com a armadura, e gravatas, que são pequenos seguimentos de tábuas, amarrados com arame recozido com a função de unir as tábuas laterais. A Figura 82 mostra a preparação das formas das vigas e suas respectivas escoras, sempre prezando pelo alinhamento vertical (prumo) e alinhamento horizontal (nível).

Figura 82 - Formas e escoras das vigas



Fonte: O autor (2018).

As vigas apresentam dimensões de 20 cm de largura, e 30 cm a 40 cm de altura. Cada viga apresenta armaduras de aço dimensionado conforme os esforços solicitantes. Foi utilizado nas vigas, formas de madeira de pinos com as escoras metálicas.

Conforme apresentado na disciplina de Construção Civil, as formas devem ser bem-feitas, alinhadas e não apresentar fissuras para não escapar água da mistura, pois assim, a desidratação de uma determinada seção poderia comprometer diretamente a resistência da estrutura, neste caso, a viga.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), a seção transversal das vigas não deve apresentar largura menor que 12 cm e das vigas-parede, menor que 15 cm. Assim como Marchetti (2011) afirma que as vigas não podem possuir menos que 12cm de largura, pois abaixo disso ficaria difícil o uso de vibradores.

As formas são elementos pertencentes à estrutura, na fase da sua execução é destinado a dar formato definitivo ao concreto. Na montagem de um sistema de escoramento e formas, além de prever a sua estabilidade dimensional, sobrecarga de movimentação das montagens, armação e concretagem é necessário também prever seu reaproveitamento na mesma obra posteriormente a cura do elemento estrutural (SALGADO, 2009).

Os pontalotes não devem apoiar no chão no caso de andar térreo, e sim em uma tábua para distribuir esforços, pois o apoio direto ao chão causa recalque (afundamento). A dimensão mínima para pontalotes devem ser de 5cm para madeiras duras e 7cm para madeiras mais moles (BOTELHO; MARCHETTI, 2011).

A madeira para execução de formas deve possuir elevado módulo de elasticidade e resistência razoável, não ser excessivamente dura, de modo a facilitar seus aparos, possuir baixo custo e pequeno peso específico (SALGADO, 2009).

2.5.3.3.2 Armadura de aço da viga

As armaduras das vigas, como visto no estágio, foram armadas *in loco*, no chão da obra, depois foram elevadas até suas posições finais, e alinhadas de modo que cumprissem com sua utilidade de acordo com o projeto, após as armaduras estarem em suas disposições e ancoragens aos pilares determinadas, as tábuas laterais foram montadas e preparadas para receberem o concreto.

A Figura 83 apresenta a armadura de uma viga assim como a disposição dos seus estribos ao longo de sua extensão, sendo ajustada no processo de concretagem.

Figura 83 - Armadura das vigas



Fonte: O autor (2018).

Na armadura de viga apresentada, são usadas barras longitudinais para esforços negativos e positivos, as armaduras longitudinais variam de \varnothing 10mm a \varnothing 16mm. A armadura transversal varia de \varnothing 5,0mm a \varnothing 6,3mm. Assim como estudado em algumas disciplinas a presença de algumas barras de aço na parte inferior da viga indica a necessidade de combater os esforços de tração, sendo assim denominados de esforços positivos, ou armadura positiva, e a presença de algumas barras a mais na parte superior indica a necessidade de combater esforços de compressão, também chamados de esforços negativos ou armadura negativa.

Nas vigas coloca-se barras de aço nos pontos onde apresentam trações, nestes pontos podem até haver fissuras no concreto, que o aço irá resistir, e a armadura deve ser dividida em várias barras, aumentando assim a área de contato e atrito com o concreto (BOTELHO, 2011). No projeto estrutural cada componente da armadura recebe uma identificação composta de um desenho específico que mostra as dimensões a serem formatadas na dobra, uma numeração que indica a posição do elemento na armadura, a quantidade de barras, o diâmetro do aço e ainda o comprimento total de cada elemento usado na armadura (SALGADO, 2009).

O engenheiro responsável deve verificar todas as medidas, bem como dimensões, ingredientes e componentes de tudo que compõe uma estrutura, ou seja, formas, armações e concreto. Dentro das formas deve-se verificar o escoramento, as dimensões das peças estruturais e seus devidos

posicionamentos. Dentro das armações devem ser verificados a bitola, quantidade, posicionamento e estado geral dos ferros (ADÃO; HEMERLY, 2010, p. 53).

A quantidade de barras de aço calculadas para absorver o momento fletor máximo, positivo ou negativo, não são necessárias nas regiões da viga onde os momentos são menores, ou seja, não é necessário que todas as barras vão de apoio a apoio, podendo ser interrompidas onde deixarem de ser necessárias (REBELLO, 2005).

A flexão ou dobramento ocorre quando numa determinada estrutura agem forças distribuídas longitudinais ao longo do seu eixo forçando o dobramento ou flexão. Já o cisalhamento ocorre quando existe uma tendência de cortar uma estrutura, sendo a flexão em uma viga a tendência da separação de suas lamelas, gerando o efeito de cisalhamento na flexão (BOTELHO, 2011). A NBR 6118 (ABNT, 2014), defende que as armaduras que resistem aos esforços de tração provocados por torção podem ser constituídas por estribos normais ao eixo da viga, combinados com barras longitudinais paralelas no mesmo eixo. De acordo com Botelho (2011, p.57), “os estribos têm a função de posicionar as armaduras principais e também de grampear a viga, combatendo os efeitos de cisalhamento”.

2.5.3.3.3 Concretagem das vigas

Também acompanhei na empresa a preparação e concretagem da viga, com as armaduras dispostas e ancoradas nos pilares, distante das formas no lado inferior e lateral pela presença de espaçadores. As formas já estavam com uma fina camada de desmoldante do lado de dentro quando foi aplicado o concreto e adensado. A Figura 84 mostra o início do processo de cura após a concretagem da viga.

Figura 84 - Concretagem das vigas



Fonte: O autor (2018).

Nesta etapa a concretagem já tinha ocorrido, juntamente aos processos de adensamento, a mistura tinha ganhado seus primeiros níveis de resistência, e o concreto necessitava de aguçamento para evitar retrações e continuar ganhando resistência. Pode-se notar que as escoras metálicas auxiliam no processo de concretagem não deixando que a viga apresente flechas muito grandes, fazendo com que a mistura do concreto ainda plástica ganhe consistência e sejam solicitadas somente com o ganho de resistência suficiente para combater as solicitações.

De acordo a NBR 6120 (ABNT, 1980), as estruturas suportam cargas permanentes e acidentais. A carga permanente é constituída pelo peso próprio da estrutura e pelo peso de todos os elementos constituídos fixos e instalações permanentes, a carga acidental é aquela que atua sobre a estrutura de edificações em função do seu uso (pessoas, móveis, materiais diversos, veículos e outros).

Em conformidade com a NBR 6118 (ABNT, 2014), todas as barras das armaduras devem ser ancoradas, de modo que os esforços a que sejam submetidos sejam transmitidos integralmente ao concreto, por aderência ou dispositivos mecânicos.

A armadura, seja em lajes, vigas, ou pilares, deve sempre estar afastada da sua extremidade para ser protegida contra umidade do próprio concreto. Assim devem ser usados espaçadores de concreto ou plástico, que garantam o distanciamento entre a armadura e a extremidade (BOTELHO, 2011).

Na concretagem das armaduras dos elementos estruturais deve-se verificar a concentração de armaduras principais nos encontros de pilares com vigas e em seções que contenham muitas emendas por transpasses. Com isso o espaçamento não pode ser menor na armadura que o agregado de maior diâmetro, comprometendo o envolvimento da armadura pelo concreto. Neste caso a solução seria um reposicionamento dos transpasses e da armadura ou ainda uma diminuição no diâmetro dos agregados, evitando ninhos ou brocas (SALGADO, 2009).

Resistência, deformidade, formação de fissuras são aspectos que pelo menos numa primeira abordagem em estruturas prediais, pouco têm a ver com o tipo de cimento. Seu tipo influencia somente na velocidade de crescimento de resistência, resistência a ambientes agressivos, custos e durabilidade (MARCHETTI, 2011). As estruturas de concreto podem fissurar na parte em que foi tracionado o concreto, sendo assim deve haver uma armadura para resistir. As fissuras aceitáveis são em torno da percepção visual humana, próximo de 0,2mm (BOTELHO, 2011).

3 AUTOAVALIAÇÃO

3.1 Autoavaliação do aluno Diogo Ferreira da Silva

Sobre o aprendizado adquirido no canteiro de uma obra, foi uma das etapas mais importantes da graduação, em que tive a oportunidade de acompanhar diversas etapas da construção. Esse acompanhamento me permitiu entender os conceitos apresentados em sala de aula e fazer uma conexão prática com as disciplinas, tendo uma visão mais técnica.

Contudo percebe-se que o aprendizado prático adquirido é apenas uma pequena parte do necessário, de modo que devemos nos esforçar, mesmo fora do expediente acadêmico, a buscar a aprendizagem prática, considerando a real diferença entre esta última e as aulas teóricas. Como já mencionado, o conhecimento prático agrega uma rica experiência, talvez não tão fácil de ser adquirido na teoria, sendo assim essencial para o desenvolvimento profissional.

Busca-se o aperfeiçoamento profissional, possibilitando novos conhecimentos, métodos e meios de qualificação, mas adquirimos uma realização pessoal, pois podemos entender e vivenciar a realidade. Saber das dificuldades no exercício da profissão de um engenheiro. Criamos nossos métodos de acordo com a realidade, almejando aprofundar ao máximo o conhecimento prático de uma obra. Hoje foi o estudo de uma obra, porém, criamos perspectivas no exercício de engenheiro civil, traçamos grandes projetos, de magnitude e complexidade avançadas.

3.2 Autoavaliação do aluno Maikel Pressato

Durante toda realização da tarefa de inspeções estruturais e monitoramento da instrumentação de barragem, foi estabelecida uma sequência de etapas a serem cumpridas para que a execução das atividades fosse realidade em perfeita harmonia com o cronograma previsto. Antes do início de cada tarefa todos os colaboradores envolvidos eram reunidos em uma sala de reuniões para alinhar as informações sobre as leituras anteriores. O objetivo destas reuniões era estabelecer se havia algum ponto específico das leituras de valores diferente dos valores padrões da estrutura, e caso houvesse, dedicar maior atenção a esses pontos. Posteriormente a reunião, eram realizadas as verificações de provisionamento dos equipamentos e materiais de registros que seriam utilizados de modo a certificar as condições físicas e funcionalidades destes. Os equipamentos que não apresentarem funcionamento satisfatórios e confiáveis de leitura e segurança, deveriam ser substituídos por outros equipamentos de mesma categoria. Em campo, próximo ao ponto de execução da leitura, ocorre obrigatoriamente a conversa de segurança denominada de conversa ao lado do instrumento, ou seja, essa conversa trata de todos os detalhes que envolvem a segurança de pessoas, materiais e equipamentos.

O acompanhamento vivenciado nessa instalação trouxe grande aprendizado para minha carreira profissional, pois a visão de monitoramento das estruturas civis de uma barragem após o enchimento do reservatório e os controles necessários para um bom monitoramento de desempenho das estruturas fez com que alguns aprendizados teóricos vistos em sala de aula sejam realizados na prática. Em campo foi possível ter em mãos toda documentação da instalação desde o projeto, listagem de materiais, listagem de ferramentas, permissões para trabalho e análise de riscos. O conhecimento adquirido durante toda a tarefa foi de grande importância pois o contato direto com os especialistas nesta atividade proporcionou uma troca de conhecimentos e novos aprendizados de outras instalações.

Para o meu desenvolvimento profissional, essa vivência trouxe a abertura de novas visões sobre a gama de demandas solicitadas na Engenharia Civil, desde pequenos projetos estruturais até os mais complexos. Em determinadas fases da tarefa, pude perceber que houve pequenas alterações nas programações de serviços devido a necessidade de substituição de equipamentos de medições ou até mesmo a

realização de inspeções visuais mais dedicadas, conforme variações climáticas. Os desvios da programação que podem ocorrer conforme citados acima, faz com que o leitorista responsável pelo monitoramento tome as devidas providências para substituição do equipamento imediatamente, e no caso das inspeções visuais, sendo detectada alguma anormalidade nas estruturas, a equipe de Engenharia da empresa deve ser comunicada imediatamente.

Essa experiência trouxe para o meu desenvolvimento pessoal um aprendizado de que um Engenheiro Civil deve estar atento a cada detalhe na instalação e se manter atualizado com as inovações do mercado e da área em que atua. Adquiri um grande conhecimento quanto ao tempo de resposta para resolução de problemas na instalação e de que forma as alterações podem ser feitas levando em conta também a experiência profissional dos colaboradores com suas opiniões e vivências em outras instalações. Hoje, após ter acompanhado o monitoramento de instrumentação de barragem consegui definir qual área da Engenharia Civil quero atuar, pois a logística do processo me despertou o interesse em trabalhar com barramentos, tanto para empresas de mineradoras, quanto para usinas hidrelétricas. No final das atividades, com a equipe trabalhando comprometida, foi possível obter resultados satisfatórios de todas as instrumentações com valores precisos trazendo toda tranquilidade quanto à estabilidade das estruturas.

3.3 Autoavaliação do aluno Rubens Martiniano Vilela

O Portfólio, trabalho requerido no curso de Engenharia Civil pela disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, proporcionou a oportunidade de escolher três temas relacionados à Construção Civil, podendo ser a construção de uma obra para fazer o acompanhamento dos procedimentos de execução do início ao fim, seja no desaterro, sondagem, fundação, alvenaria, lajes, coberturas, etc.

Os temas que escolhi para o desenvolvimento deste trabalho foi o procedimento de execução de sapata, pilar e viga baldrame de um Galpão Comercial. Nesta experiência, desde a primeira vivência no local já tive contato com os funcionários da obra que me deram total atenção e informações dos procedimentos iniciais.

O aterro realizado para nivelar o terreno, a sondagem à percussão, foi realizado no solo para descrever, através de amostras recolhidas do local, as camadas do subsolo e por meio dos resultados analisarem a resistência do solo de todas as camadas, podendo assim determinar o tipo de fundação a ser construída. Estas informações eu adquiri somente em conversas com os funcionários da obra, pois quando realizei a primeira visita no local já estava na fase de furação das valas e sapatas.

As visitas foram realizadas diariamente e os procedimentos de execução da obra foram sendo avaliados e registrados em fotos por mim, desde a furação das sapatas, profundidade e correção da parte interna das mesmas, as ferragens utilizadas para cada tipo de sapata, os arranques para os pilares, fôrmas de madeira, abertura das valas para as vigas baldrames, as ferragens utilizadas para confecção destas vigas, concretagens das sapatas, pilares e vigas, impermeabilização das vigas baldrames, o gabarito de tábuas para identificar todos os pontos de sapatas, pilares e vigas, e os devidos cuidados no canteiro de obra.

A realização desta vivência na área da construção civil, registrada como a parte prática do Portfólio, das disciplinas já concluídas teoricamente dentro de sala de aula ministrada pelos professores, o acúmulo de informações e conhecimentos adquiridos neste período se somam e irão compor o profissional que serei no futuro.

A relação com os funcionários no canteiro de obra, a convivência com os prestadores de serviço no âmbito construtivo, faz parte do desenvolvimento pessoal e

esse tipo de contato interfere totalmente no desenvolvimento profissional, pois existe a necessidade de se ter uma boa desenvoltura e um bom conhecimento. Após a graduação em Engenharia Civil pretendo trabalhar, adquirir muita experiência profissional em geral e especializar em alguma área.

3.4 Autoavaliação do aluno Ruy Caram Coutinho

Este portfólio possibilitou expor minhas vivências adquiridas em campo, onde obtive grande conhecimento na parte prática de minha vida acadêmica, que até então estava mais focada na parte teórica.

A convivência com um profissional da área em campo possibilita assimilar a teoria com a prática, o que me preparou cada dia mais para os desafios futuros que me aguardam na carreira como Engenheiro Civil.

Hoje, o mercado da construção civil está demandando um profissional qualificado para desempenhar suas atividades do dia a dia e estou mais preparado após essa vivência em campo.

3.5 Autoavaliação do aluno Talyson Faria Carvalho

Através do conhecimento adquirido na vivência do estágio foi possível acompanhar as técnicas aplicadas na edificação de fundações, pilares e vigas. É muito importante que exista acompanhamento por parte do mestre de obras ou responsável técnico, não só da obra, mas também da resistência do concreto. Além disso, é de suma importância se condiz com o projeto em execução, para que não apresente riscos e perigos a estrutura e a vida das pessoas.

Embasando-se no desenvolvimento profissional, chega-se à ideia que a Engenharia Civil é uma profissão que exige muito, presando atenção, liderança e responsabilidade, dado o modo como o engenheiro imputa sua vontade e a sua escolha ao grupo de colaboradores. Sendo necessário que passe confiança, não criando divergências entre sua equipe que influencie no andamento da obra, é de grande importância na atribuição da carreira que o engenheiro domine esses fatores para atingir um bom desempenho.

No aspecto do desenvolvimento pessoal, foi notória a tomada de conhecimento e experiência, assim como a visualização dos diferentes pontos de vistas dentro de uma obra por parte dos responsáveis técnicos e operários. Vi que é importante ouvir o modo que cada um reage com um problema dentro de uma obra, pois dada às diversas experiências, alguém sempre terá uma solução mais prática e eficaz para o problema, sendo assim, o simples “fazer” se torna ouvir.

Quanto às perspectivas de formação continuada, é importante estar sempre atualizado sobre as tecnologias e novas aplicações na construção civil, assim como métodos de trabalhos, materiais no mercado que darão maior vantagens no seu uso. Dessa forma, é sempre necessário o acompanhamento de cursos, congressos e informações no ramo de modo a compor um ótimo currículo, concentrando confiança profissional.

4 CONCLUSÃO

A realização deste trabalho se mostrou muito proveitosa para todos integrantes do grupo, tendo em vista que cada estudante desenvolveu suas vivências em campos de atuação diferentes, todavia complementares. Durante o registro, neste portfólio, de nossas experiências como estagiários, tivemos a oportunidade de discutir e de trocar amplas experiências no que diz respeito à compatibilização de atividades e as técnicas utilizadas em suas execuções.

É de suma importância registrar a evolução de toda a equipe ao longo do curso, principalmente durante a realização do estágio e, ao realizar este trabalho, avaliamos pontos que complementaram nossa formação, além de podermos fazer uma auto avaliação de nossas competências e criar uma visão crítica de nós mesmos para que possamos melhorar constantemente.

É de nossa sugestão que os demais e futuros alunos da instituição busque conhecimento por meio de vivências práticas e de constantes questionamentos acompanhados de pesquisas, não se contentando apenas em adquirir o conhecimento de forma pacífica. Os problemas encontrados muitas das vezes na vivência já foram descritos por autores de forma didática que passaram pela mesma experiência, sendo necessário que o engenheiro solucione seus problemas de forma consciente, através de conhecimento prático, teórico e multidisciplinar. Além de se embasar em raciocínio lógico para que seja bem-sucedido.

No entanto, concluímos que a realização da vivência do curso de engenharia civil, foi de grande valia no acúmulo de conhecimentos teóricos e práticos no processo de formação acadêmico. Chegamos no final deste percurso com imenso orgulho e gratidão aos nossos apoiadores que de alguma forma trouxeram incentivo, motivação e perseverança para que alcance nossos objetivos. Nosso compromisso será de sempre manter os valores éticos e morais na profissão, além de buscar capacitações e atualizações, a fim de nos aperfeiçoar pessoalmente e profissionalmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAM, I.; ROCHA, A. V. **Manual prático de terraplanagem**. Salvador: ABEOR, 2000.

ADÃO, F. X.; HEMERLY, A. C. **Concreto armado**: Novo milênio: Cálculo prático e econômico. 2. Ed. rev. Rio de Janeiro: E. Interciência, 2010.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução normativa 696/2015**. Brasília: ANEEL, 2015. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2015/052/documento/ato_008_-_resolucao_segurancabarragem_vf_srg_sfg_ap_\(2\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2015/052/documento/ato_008_-_resolucao_segurancabarragem_vf_srg_sfg_ap_(2).pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2018.

ALMEIDA, M. Gerenciamento da Manutenção. **Qualy**, [2012]. Disponível em: <<http://marcioqualy.blogspot.com/2012/10/gerenciamento-da-manutencao.html>>. Acesso em: 8 set. 2018.

ALONSO, U. R. **Exercícios de fundações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.

ALONSO, U. R. **Previsão e controle das fundações**: uma introdução ao controle da qualidade em fundações. 2. Ed.- São Paulo: Blucher, 2011.

ALVES, S. D. K. **Apostila de ESSE**. Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2011.

ANDRADE, E. B. B. de. **Principais manifestações patológicas encontradas em edificações**. Engenharia. Monografias Brasil Escola, 2019. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm>>. Acesso em 18 fev. 2019.

ARRUDA FILHO, A. B. de; SILVA, S. L da; SOUZA, W. P. **Cartilha do pedreiro – Aprendendo construindo**. Salvador: UNEB, 2001. Disponível em: <<https://organizacaotc.files.wordpress.com/2014/04/cartilha-do-pedreiro1.pdf>>. Acesso em: 8 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12266/1992**: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto e drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12950/1993**: Execução de imprimação impermeabilizante. Rio de Janeiro, 1993.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6120/1980**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6122/2010**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6484/2001**: Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190/1997**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9575/2010**: Impermeabilização – seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.

AZEREDO, H. A. de. **O edifício até sua cobertura** – Prática da construção civil. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1988, 182 p.

BARROS, C. **Apostila de fundações**: Técnicas construtivas edificações. Pelotas: IFET Sul Rio-Grandense, 2011. Disponível em: <<https://edificacoes.files.wordpress.com/2011/04/apo-fundac3a7c3b5es-completa.pdf>>. Acesso em: 8 set. 2018.

BARROS, M. M. S. B. de.; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. São Paulo: UPSUP, SENAI, 1998. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/tt_00004.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2019.

BASTOS, P. S. dos S. **Fundamento do concreto armado**. Estruturas de Concreto I. Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista. Bauru: UNESP, 2006. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

BASTOS, P. S. dos S. **Sapatas de fundação**. Estruturas de concreto III – notas de aula. Bauru: UNESP, 2016. Disponível em: <<http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto3/Sapatas.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2018.

BASTOS, P. S. dos S. **Vigas de Concreto Armado**. Estruturas de concreto II – notas de aula. Bauru: UNESP, 2017. Disponível em: <<http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto2/Vigas.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2018.

BOMJARDIM, T.; FERNANDES, D. S. G. A história do concreto armado no Brasil. **Oficina de textos**. [20??]. Disponível em: <<https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/o-concreto-armado-no-brasil/>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

BOTELHO, M. H. C. **Concreto armado eu te amo**, para arquitetos. 2. Ed. rev. e aum. São Paulo: E. Blucher, 2011.

BOTELHO, M. H. C. **Manual de Projetos e Edificações**. São Paulo: Pini, 2009.

BRITO, J. L. W. de. **Fundações do edifício**. São Paulo: EPUSP, 1987.

CARMO, E. J. Z. do. **Fôrmas e Escoramentos**. Monografia (Bacharel Engenharia Civil). Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Francisco, Itatiba, 2007. Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1057.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

CHAMBEL, S. **Prospecção Geotécnica** - Ensaio SPT. Castelo Branco: ESTCB, 2013.

CHINAGLIA, M. **Determinação da altura média de um aterro em terraplenagem**. 2015. Disponível em: <<https://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Artigo-Terraplenagem/74129824.html>>. Acesso em: 06 maio 2019.

CIOLA, B. C. **Avaliação de viabilidade econômica de utilização de estrutura pré-moldada em edificação de sobrado residencial**. 2012. 84f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Coordenação de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012. Disponível em: <repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1649/1/CM_COECI_2012_1_03.PDF>. Acesso em: 06 maio 2019.

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS (CBDB). **Apresentação**. Rio de Janeiro: CBDB, 2013. Disponível em: <<http://cbdb.org.br/5-38/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20das%20Barragens>>. Acesso em: 8 set. 2018.

CONCEITO de concreto armado. Iniciação profissional. **Portal Educação**. [2018]. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/conceito-de-concreto-armado/40689>>. Acesso em 20 fev. 2019.

DALGEDAN, E. Piso Industrial de Concreto: Aprenda o processo executivo. **Engenharia Concreta**, 2 set. 2016. Disponível em: <<https://www.engenhariaconcreta.com/piso-industrial-de-concreto-aprenda-o-processo-executivo/>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

DÉCOURT, L. Fundações Rasas. In: Mesa-redonda Solos na Cidade de São Paulo, 1992, **Anais...**, São Paulo, p. 217-228, 1992.

FAJERSZTAJN, H.; LANDI, F.R. **Formas para concreto armado**: aplicação para o caso do edifício. São Paulo: EPUSP, 1992.

GEWEHR, J. Compactação de Solos e Base. **Asfalto de Qualidade**, 23 maio 2013. Disponível em: <<http://asfaltodequalidade.blogspot.com/2013/05/>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

GOOGLE EARTH. **Google Earth Website**. [S.l.]: Google, 2018. Disponível em: <www.earth.google.com>. Acesso em: 20 fev. 2019.

GRECO, J. A. S. **Terraplenagem**. Notas de aula: Construção de Estradas e Vias Urbanas. [S.l: s.n.], [2010]. Disponível em: <<http://files.labtopope.webnode.com/200000282-5c49b5d445/Notas%20aula%20Terraplenagem.pdf>>. Acesso em 06 maio 2019.

ISAIA, G. C. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: IBRACOM, 2007. 2 v.

MARANGON, M. Previsão do Comportamento de Fundações. In: _____, **Geotécnica de Fundações**. Juiz de Fora: UFJF, parte 2, p. 87-114, 2012. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/GF04-Considerações-sobre-fundações-diretas-20121.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2019.

MARANHÃO, G. M. **Fôrmas para concreto**: subsídios para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97. São Carlos: USP, 2000.

MATOS, S. F. **Avaliação de instrumentos para auscultação de barragens de concreto**. Estudo de caso: Deformímetros e tensômetros para concreto na barragem de Itaipu. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002, 117 f. Disponível em: <<http://livrozilla.com/doc/779388/silvia-frazão-matos---universidade-federal-do-paraná>>. Acesso em 10 jan. 2019.

MELHADO, S. B. *et al.* **Fundações**. Tecnologia da construção de Edifícios I. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, mar. 2002. Disponível em: <http://www.civilnet.com.br/Files/FUNDACOES/Apostila_Fundacoes1.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2019.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, C. N.; SCHNAID, F. **Patologia das Fundações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Oficina de Texto, 2015.

MONGUILHOTT, I. de O. e S.; HENTZ, M. I. de B.; BORTOLOTTI, N. **Orientações para elaboração de memorial descritivo de prática docente**. Florianópolis: UFSC, 2014. Disponível em: <https://ead.ufsc.br/portugues/files/2014/12/ORIENTA%C3%87%C3%95ES-ELABORA%C3%87%C3%83O-MEMORIAL-DESCRITIVO-DE-PR%C3%81TICA-DOCENTE_VERS%C3%83O-FINAL_Revisada-Luciana.doc>. Acesso em: 20 fev. 2019.

NAKAMURA, J. Escoramento de valas. Fundações e Contenção. **Infraestrutura projetos, custos e construção**. Ed. 45, dez. 2014. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/45/escoramento-de-valas-332706-1.aspx>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

NAKAMURA, J. Pavimentação asfáltica. Transporte. **Infraestrutura projetos, custos e construção**. Ed. 16, dez. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/pavimentacao>>

asfaltica-os-tipos-de-revestimentos-o-maquinario-necessario-260588-1.aspx>.
Acesso em: 16 ago. 2018.

NÁPOLES NETO, A.D.F. História das fundações: uma breve história das fundações. In: HACHICH, W.; FALCONI, F.F.; SAES, J.L.; FROTA, R.G.Q.; CARVALHO, C.S.; NIYAMA, S. (Org.). **Fundações: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998. p. 17-33.

NAZAR, N. **Fôrmas e escoramentos para edifícios: critérios para dimensionamento e escolha do sistema**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2007.

NEGRI, N. **Estágio supervisionado** – Acompanhamento da execução de um condomínio residencial na cidade de Lages. Relatório de Estágio Supervisionado (Bacharelado em Engenharia Civil). Curso de Engenharia Civil, Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2015.

PEREIRA, C. Compactação de solos. **Escola Engenharia**, 29 set. 2013. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/compactacao-de-solos/>> Acesso em 16 ago. 2018.

PIRES, F. C. *et al.* **Relatório Final de Fundações**. Relatório final (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto de Ciências Exatas, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Poços de Caldas, nov. 2014. Disponível em: <<https://www.trabalhosfeitos.com/topicos/cronograma-a-fundação-sapata/0>>. Acesso em: 06 maio 2019.

PLANO SEGURANÇA DE BARRAGEM (PSB). **UHE Funil- nº: 11.187-SB-B01-0001-c1**, 2018.

REBELLO, Y. C. P. **Estruturas de aço, concreto e madeira: Atendimento da expectativa dimensional**. 1. Ed. São Paulo: E. Zigurate, 2005.

RIPPER, Ernesto. **Manual prático de materiais de construção**. São Paulo: Pini, 1995. 253p.

ROMANINI, A. **Aula 09 – Barragens Instrumentação**. Curso de Engenharia Civil – Geotécnica II. [S.l.]: UEMT, 2016. Disponível em: <http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_12428aula_09-_pdf_Aula_09-.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

ROSSI, F. Drenagem em Manilhas de Concreto, Passo a Passo! **Pedreiro, macetes e construção**. [2018]. Disponível em: <<https://pedreiro.com.br/drenagem-em-manilhas-de-concreto-passo-a-passo/>> Acesso em: 18 ago. 2018.

SÁ, R. R. de. Pisos Industriais de Concreto. **Tecnologia em Concreto Modernidade a serviço do Cliente**. Informativo técnico, v. 4. n. 3, dez. 2009. Disponível em: <http://www.realmixconcreto.com.br/downloads/informativo3_alterado.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2018.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 2. Ed. rev. São Paulo: E. Érica, 2009.

SILVA, D. A. da. **Técnicas da construção civil**. Florianópolis: [s.n.], 2003.

SILVA, F. B. da. Piso industrial de alta resistência de concreto armado com tela dupla. *Sistemas Construtivos*. **Téchne**. Ed. 187, out. 2012. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/187/piso-industrial-de-alta-resistencia-de-concreto-armado-com-tela-286955-1.aspx>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

SILVEIRA, J. F. A. **Instrumentação e segurança de barragens de terra e enrocamento**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SOARES, F. F. **A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil**. 2014. 120f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012331.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2019.

SOUZA, C. S.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, p. 9-18, jbr/Jun, 2012.

TEIXEIRA, A.H. A Padronização de Sondagens de Simples Reconhecimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 5, 1974, São Paulo. **Anais...** São Paulo, v. 3, 1974.

TEIXEIRA, S. **Instrumentação**. [S.l]: UFPR, 25 nov. 2014. Disponível em: <<http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/archive/3/32/20170521140414%21InstrumentacaoTC070R1.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. de R. W. **Fundações**: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

VERTEDOR Triangular. **SanecomFibra**. São Paulo, [2015]). Disponível em: <<http://sanecomfibra.com.br/produto/vertedor-triangular>>. Acesso em 12 dez. 2018.