

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

FELIPE CARNEIRO PORTO

**MODELO DE ANÁLISE DE CUSTO, PRAZO E ESCOPO DE OBRAS CIVIS:
Estudo de caso em uma Pequena Central Hidrelétrica**

FLORIANÓPOLIS

2019

FELIPE CARNEIRO PORTO

**MODELO DE ANÁLISE DE CUSTO, PRAZO E ESCOPO DE OBRAS CIVIS:
Estudo de caso em uma Pequena Central Hidrelétrica**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido para a Graduação em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^ª Fernanda Fernandes Marchiori, Dr^ª.

FLORIANÓPOLIS

2019

Felipe Carneiro Porto

**MODELO DE ANÁLISE DE CUSTO, PRAZO E ESCOPO EM OBRAS CIVIS:
Estudo de caso em uma Pequena Central Hidrelétrica**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheiro Civil” e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 26 de junho de 2019.

Prof.^a Luciana Rohde, Dr.^a

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof.^a Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.^a

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Norberto Hochheim, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Pablo Soares Fernandez, PMP.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Porto, Felipe Carneiro

Modelo de Análise de Custo, Prazo e Escopo : Estudo de caso em uma Pequena Central Hidrelétrica / Felipe Carneiro Porto ; orientadora, Fernanda Fernandes Marchiori , 2019. 233 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Gerenciamento de Projetos. 3. Análise de Valor Agregado. 4. Gestão de Custos. 5. Gestão de Prazos. I. Marchiori , Fernanda Fernandes. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Este trabalho é dedicado aos meus avôs, Fernando Carneiro, que é meu espelho de vida, e Aroldo Porto, que me ilumina todo dia lá do céu.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Victoria e Fabrício, por me apoiarem durante todo este ano na execução deste trabalho e por me proporcionarem 5 anos e meio de estudos nesta universidade.

Agradeço à Professora Dr.^a Fernanda Fernandes Marchiori por me orientar na execução deste trabalho e me fazer encontrar o caminho profissional na área de gerenciamento de projetos.

Agradeço à banca examinadora, Professor Norberto Hochheim e Engenheiro Pablo Soares Fernandez, por estarem participando deste momento ímpar e tão importante da minha vida ao avaliarem este trabalho.

Agradeço aos Engenheiros Lucas Muller Biesuz e Marcelo Marten Mac Fadden pelos conhecimentos e informações compartilhadas que foram fundamentais para a execução deste trabalho.

Agradeço ao SESC Criciúma, ao Colégio Marista de Criciúma e a todos os meus amigos de Criciúma que me proporcionaram uma base importante para que eu alcançasse um dos meus objetivos de vida que se encerra neste trabalho.

Agradeço ao Escritório Piloto de Engenharia Civil, ao Centro Acadêmico Livre de Engenharia Civil, à Betonada da Civil e a todas as amigas que formei dentro da Universidade Federal de Santa Catarina nestes últimos 5 anos e meio por participarem ativamente da minha vida acadêmica que se encerra com este trabalho.

Agradeço ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina que me proporcionou todos os conhecimentos adquiridos e me forjou como novo engenheiro civil.

Agradeço à SETA Engenharia que me proporcionou dois anos de intensos trabalhos e conhecimentos adquiridos na área profissional da engenharia civil e que também me fez com que descobrisse minha vocação na gestão de obras de construção civil.

E por fim, agradeço a Deus, a São Marcelino Champagnat, ao meu avô Aroldo Porto e ao meu amigo Victor Pavei Goes, estes últimos que partiram mais cedo para a plenitude, que com certeza me iluminaram para realizar este trabalho.

“Ideias e somente ideias podem iluminar a escuridão.”
Ludwig Von Mises

RESUMO

O setor elétrico é um dos mercados mais competitivos no Brasil hoje. Em paralelo, o setor da construção civil brasileiro apresenta um cenário de baixa produtividade, baixa qualidade no processo e no produto final, atrasos na entrega e pouco controle de custos. A construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas depende de ambos os setores. Desta forma, é necessário que o setor de construção civil aprimore seus métodos e ferramentas de gerenciamento de projetos a fim de suprir esta demanda. Neste contexto, o objetivo deste presente trabalho é o desenvolvimento de um modelo de análise de três aspectos do gerenciamento de projetos: prazo, custo e escopo, no contexto das obras civis de uma Pequena Central Hidrelétrica localizada em Varginha, Minas Gerais. O modelo tem por base a Análise de Valor Agregado e conta com apoio de indicadores de assertividade de programação, análise de avanço físico, controle de custos e histogramas de recursos. Simulações de cenários foram realizadas, onde os dados de cada mês da obra foram inseridos no modelo de modo a identificar desvios no cronograma e no orçamento, analisar os seus motivos e estimar custo e prazo finais da obra a partir destas informações iniciais. Espera-se que o presente trabalho venha a contribuir para a academia, uma vez que se trata de um tema pouco pesquisado nacionalmente, e também para a empresa estudada, uma vez que, a partir da identificação das causas dos desvios, foram propostas ações corretivas para futuros projetos como “lições aprendidas”.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos. Análise de Valor Agregado. Construção Civil Pesada. Pequenas Centrais Hidrelétricas. Gestão de Custos. Gestão de Prazos.

ABSTRACT

Nowadays, electric sector is one of the most competitive market at Brazil. In the same time, the Brazilian construction sector shows a low productivity scenario, low quality on process and in final product, delays on the schedule and less cost control. The Small Hydropower Plant's construction depends from both sectors. To supply this demand, the construction sector needs to improve the application of Project Management's methods and tools. At this context, the objective of this term paper is the development of an analysis' model for three project areas: schedule, cost and scope, applied in a case of civil works of a Small Hydropower Plant located at Varginha, Minas Gerais, Brazil. This model has based on Earned Value Analysis and it has support of efficiency programming indicators, Progress-S curve, analysis of costs and recourse histograms. Scenario's simulators have been done, in that the data of each month was put in this model to identify variances on the schedule and on the budget, analyze its causes and estimate the final cost and final schedule through this initial data. It has expected that this term paper come to contribute for Academy, once that it is a theme less studied nationally, and also contribute for studied enterprise, once that, to identify the variances' causes, corrective actions were purposed for future projects as "learned lessons".

Keywords: Project Management. Earned Value Analysis. Heavy Construction. Small Hydropower Plant. Cost Management. Schedule Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da matriz energética brasileira - Empreendimentos em Operação.....	23
Figura 2 - Ciclo de vida de um empreendimento e atividades típicas por fase	30
Figura 3 - Ciclo PDCA.....	31
Figura 4 - Fluxograma do Método PERT/CPM.....	37
Figura 5 - Etapas para execução do orçamento.....	41
Figura 6 - Curva S para Análise de Valor Agregado	54
Figura 7 - Curva-Chave da região do canal de fuga da PCH em estudo - Rio Verde - Varginha (MG).....	63
Figura 8 - Arranjo esquemático da PCH Cristina com adução longa.....	65
Figura 9 - Esquema típico de PCH com adução curta.....	66
Figura 10 - Ábaco para determinar tipo de turbina	69
Figura 11 – Vista Geral da PCH objeto de estudo	71
Figura 12 - Fluxograma do método adotado	90
Figura 13 - Fluxograma do Modelo de Controle.....	93
Figura 14 - Atrasos de atividades ocorridos entre julho/2017 e junho/2018.....	130
Figura 15 - Quantidades executadas versus previstas na obra	138
Figura 16 – Cenários mais precisos de estimativa de custo no término utilizando dados da fase inicial da obra.....	145
Figura 17 - Cenários mais precisos de estimativa de custo no término utilizando dados para fase intermediária da obra.....	146
Figura 18 - Cenários mais precisos de estimativa de custo no término utilizando dados para fase final da obra.....	147
Figura 19 - Cenários mais precisos de estimativa de prazo utilizando dados da fase inicial da obra.....	148
Figura 20 - Cenários mais precisos de estimativa de prazo utilizando dados da fase intermediária da obra	148
Figura 21 - Cenários mais precisos de estimativa de prazo utilizando dados da fase final da obra	149
Figura 22 - Perfuração para detonação de rocha no vertedouro.....	214
Figura 23 - Proteção da ensecadeira de primeira fase com enrocamento.....	214
Figura 24 - Montagem da central de britagem	214
Figura 25 - Aterro da ensecadeira de primeira fase.....	214
Figura 26 – Armação do pilar 01 do vertedouro	215
Figura 27 – Concretagem do pilar 02 do vertedouro.....	215
Figura 28 – Escavação em rocha do canal de fuga.....	215
Figura 29 – Armação na casa de força	215
Figura 30 - Concretagem na casa de força	215
Figura 31 – Retirada de fôrmas na tomada d’água.....	215
Figura 32 – Trabalhos de armação no muro de ligação	216
Figura 33 – Protensão das cordoalhas das vigas de munhão do vertedouro – pilar 03	216
Figura 34 – Conclusão da concretagem do muro de aproximação esquerdo – visão de montante	216
Figura 35 – Concretagem de segundo estágio das guias no vão 01 do vertedouro.....	216
Figura 36 - Desforma do concreto de primeiro estágio na casa de força	216
Figura 37 - Tratamento de transição e enrocamento de rocha sã - barragem ME.....	216

Figura 38 - Concretagem do muro de ligação	217
Figura 39 - Perfuração para detonação de rocha no canal de fuga	217
Figura 40 - Concretagem da galeria de adução 01	217
Figura 41 - Armação e aplicação de fôrmas na caixa separadora de água e óleo - subestação ..	217
Figura 42 - Aplicação de fôrmas no muro de aproximação direito	217
Figura 43 - Cobertura e fechamento lateral da casa de força	217
Figura 44 – Montagem de fôrmas na galeria de adução da UG-01	218
Figura 45 – Assentamento de alvenaria na galeria elétrica da casa de força	218
Figura 46 – Concretagem do muro esquerdo da bacia de dissipação	218
Figura 47 – Montagem de fôrmas e armação na camada superior do vertedouro	218
Figura 48 – Execução das bases dos equipamentos da subestação	219
Figura 49 – Execução da ensecadeira de segunda fase	219
Figura 50 - Concretagem da parede do canal de saída do sistema de transposição de peixes ..	219
Figura 51 – Execução do dique de contenção	219
Figura 52 – Execução do aterro em argila na barragem margem direita	220
Figura 53 – Execução de canaletas de drenagem superficial da subestação	220
Figura 54 – Execução de acabamentos na casa de força	220
Figura 55 – Aplicação de fôrmas e armação para soleira alteada de vão do vertedouro	220
Figura 56 – Ensecadeira de segunda fase de montante	220
Figura 57 – Concretagem do canal principal do sistema de transposição de peixes	220

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Linha de Base para Orçamento.....	105
Gráfico 2 - Linha de Base do Avanço Físico PCH.....	110
Gráfico 3 - Linha de Base do Avanço Físico Consolidado	111
Gráfico 4 - Histograma previsto de mão de obra	112
Gráfico 5 - Histograma previsto de equipamentos.....	112
Gráfico 6 - Análise de Valor Agregado em Maio/2017	114
Gráfico 7 - Avanço Físico da obra em Maio/2017	114
Gráfico 8 – Atividades executadas em Maio/2017	115
Gráfico 9 - Eventos medidos em Maio/2017.....	115
Gráfico 10 - Análise de Valor Agregado em Outubro/2017	116
Gráfico 11 - Avanço Físico da obra em Outubro/2017	117
Gráfico 12 - Atividades executadas em Outubro/2017	118
Gráfico 13 - Eventos medidos em Outubro/2017.....	118
Gráfico 14 - Análise de Valor Agregado em Janeiro/2018	119
Gráfico 15 - Avanço Físico da obra em Janeiro/2018.....	120
Gráfico 16 - Atividades executadas em Janeiro/2018	120
Gráfico 17 - Eventos medidos para Janeiro/2018	121
Gráfico 18 - Análise de Valor Agregado em Março/2018	123
Gráfico 19 - Avanço Físico da obra em Março/2018	123
Gráfico 20 - Atividades realizadas em Março/2018.....	124
Gráfico 21 - Eventos medidos para Março/2018.....	124
Gráfico 22 - Análise de Valor Agregado em Maio/2018	126
Gráfico 23 - Avanço Físico da obra em Maio/2018	127
Gráfico 24 - Atividades executadas em Maio/2018	127
Gráfico 25 - Eventos medidos em Maio/2018.....	128
Gráfico 26 - Análise de Valor Agregado Global.....	132
Gráfico 27 - Índices de Desempenho Acumulado da Obra.....	133
Gráfico 28 - VC e VPr acumulados da Obra.....	134
Gráfico 29 - IDPT durante a obra.....	134
Gráfico 30 - PPC do Cronograma Físico Contratual.....	136
Gráfico 31 - PPC do Eventograma Contratual	137
Gráfico 32 – Avanço Físico Consolidado da Obra.....	141
Gráfico 33 - Histograma Previsto versus Realizado de Mão de Obra.....	142
Gráfico 34 - Histograma Realizado de Equipamentos	145

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Curva A de Custos Previstos.....	135
Tabela 2 - Curva A de Mão de Obra Prevista	143
Tabela 3 - Quantidades de Equipamentos Pesados na obra	144

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cenários avaliados para o desempenho de prazo e de custo	50
Quadro 2 - Causas para PPCs altos e baixos	55
Quadro 3 - Cenários para cálculo de estimativas de prazo da obra.....	101
Quadro 4 - Cenários para cálculo de estimativas de custo no término da obra.....	102

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)

Equação 2 – Preço por soma de BDI

Equação 3 – Preço por índice de BDI

Equação 4 – Cálculo do I_{BDI}

Equação 5 – Cálculo do Índice K do I_{BDI}

Equação 6 – Cálculo do Preço pela Empresa X

Equação 7 – Variação de Custo (VC)

Equação 8 – Percentual de Variação de Custo (%VC)

Equação 9 – Variação de Prazo (VPr)

Equação 10 – Percentual de Variação de Prazo (%VPr)

Equação 11 – Índice de Desempenho de Custo (IDC)

Equação 12 – Índice de Desempenho de Prazo (IDP)

Equação 13 – Índice de Desempenho de Prazo e Custo (IDPC)

Equação 14 – Estimativa para Término (EPT)

Equação 15 – Estimativa no Término (ENT)

Equação 16 – Variação no Término (VNT)

Equação 17 – Índice de Desempenho de Capital Restante (IDCR)

Equação 18 – Duração Agregada (DA)

Equação 19 – Estimativa no Término – Duração Agregada (ENT_{DA})

Equação 20 – Duração Agregada sem considerar o desempenho passado

Equação 21 – Duração Agregada considerando o Índice de Desempenho de Prazo

Equação 22 – Duração Agregada considerando o Índice de Desempenho de Prazo e Custo

Equação 23 – Percentual de Programação Concluída (PPC)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Actual Cost

ACWP – Actual Cost of Work Performed

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

BAC – Budget at Complete

BCWP – Budget Cost of Work Planned

BCWS – Budget Cost of Work Scheduled

BDI – Benefícios e Despesas Indiretas

BOOT – Build-Own-Operate-Transfer

BTCC – Bueiro Tubular de Concreto Celular

CAP – Cost Account Plan

CATR – Custo Atual do Trabalho Realizado

COTP – Custo Orçado do Trabalho Planejado

COTR – Custo Orçado do Trabalho Realizado

CPI – Cost Performance Index

CR – Custo Real

CV – Cost Variance

DA – Duração Agregada

DB – Design and Build

DBB – Design-Bid-Build

DBB-CM – Design-Bid-Build Construction-Management

DBO – Design-Build-Operate

DMT – Distância Máxima de Transporte

DRE – Demonstrativo de Resultados do Exercício

EAP – Estrutura Analítica de Projeto

EAR – Engineer At Risk

ED – Earned Duration

ENT – Estimativa no Término

EPC – Engineering-Procurement-Construction

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EPT – Estimativa para Término

ERP – Enterprise Resource Planning

EV – Earned Value

EVA – Earned Value Analysis

EVM – Earned Value Management

FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço

FIDIC - Federation Internationale Des Ingenieurs-Conseils

ICPMA – International Council for Project Management Advancement

IDC – Índice de Desempenho de Custo

IDCR – Índice de Desempenho de Capital Restante

IDP – Índice de Desempenho de Prazo

IDPC – Índice de Desempenho de Prazo e Custo

INSS – Instituto Nacional de Seguridade Social

KV - Quilovolt

MACPE – Modelo de Análise de Custo, Prazo e Escopo

MW - Megawatt

ONT – Orçamento no Término

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PLR – Participação no Lucro Real

PMI – Project Management Institute

PPC – Percentual de Programação Concluída

PV – Planned Value

SCI – Schedule Cost Index

SPI – Schedule Performance Index

STP – Sistema de Transposição de Peixes

SV – Schedule Variance

TCPI – To-Complete Performance Index

UHE – Usina Hidrelétrica

VA – Valor Agregado

VAC – Variance at Complete

VC – Variação de Custo

VNT – Variação no Término

VP – Valor Planejado

VPr – Variação de Prazo

WBS – Work Breakdown Structure

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA	23
1.2	JUSTIFICATIVA	24
1.3	OBJETIVOS	26
	1.3.1 Objetivo Geral	26
	1.3.2 Objetivos Específicos.....	26
1.4	DELIMITAÇÕES	27
	1.4.1 Quanto aos termos aditivos	27
	1.4.2 Quanto aos custos considerados.....	27
	1.4.3 Quanto ao avanço físico e cronograma contratual.....	29
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	30
2.1	GERENCIAMENTO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	30
2.2	PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	33
	2.2.1 Premissas para Planejamento de Obras de Construção Civil Pesada	34
2.3	CRONOGRAMA	36
2.4	ORÇAMENTO	38
	2.4.1 Composição do Preço	39
	2.4.2 Curva ABC.....	42
2.5	CONTROLE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	42
	2.5.1 Análise de Valor Agregado.....	45
	2.5.2 Análise de Duração Agregada.....	54
	2.5.3 PPC	55
	2.5.4 Histograma de Recursos	56
2.6	GESTÃO CONTRATUAL	56
2.7	PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS	60
	2.7.1 Estudos Topográficos.....	61
	2.7.2 Estudos Geológicos e Geotécnicos.....	62
	2.7.3 Estudos Hidrológicos.....	63
	2.7.4 Arranjos das Estruturas	65
	2.7.5 Principais Estruturas	66
3	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO DO TRABALHO	71
3.1	INFORMAÇÕES GERAIS DA OBRA	71
3.2	ANÁLISE DO PROJETO BÁSICO	72

3.2.1 Estudos Hidrológicos.....	72
3.2.2 Estudos Geológicos e Geotécnicos.....	73
3.2.3 Ensecadeira de primeira fase	74
3.2.4 Ensecadeira de segunda fase	75
3.2.5 Vertedouro	75
3.2.6 Tomada d'água.....	76
3.2.7 Galerias de Adução e Condutos Forçados	77
3.2.8 Casa de Força	77
3.2.9 Tubos de sucção e canal de fuga	78
3.2.9 Barragem Margem Direita	79
3.2.10 Barragem Margem Esquerda	80
3.2.11 Subestação elevadora	80
3.2.12 Implantação de acessos	81
3.2.13 Canteiro de obras	81
3.2.14 Sistema de transposição de peixes	82
3.2.15 Áreas de empréstimo, áreas de bota-fora e supressão vegetal	83
3.2.16 Especificações Técnicas.....	83
3.3 ESCOPO DO CONTRATO DA OBRA	85
4 MÉTODO DE PESQUISA	88
4.1 ETAPAS DA PESQUISA.....	88
4.1.1 Análise do objeto de trabalho.....	90
4.1.2 Análise do cronograma físico e orçamento contratual	91
4.1.3 Construção do modelo de análise.....	92
4.1.4. Análise mensal de custo, prazo e escopo	97
4.1.5 Análise da precisão das Estimativas no Término (ENT) a partir dos cenários estudados.....	100
5 RESULTADOS.....	103
5.1 PREMISSAS ADOTADAS NA ANÁLISE DO ORÇAMENTO	103
5.2 LINHA DE BASE DO ORÇAMENTO	105
5.3 ANÁLISE DO CRONOGRAMA FÍSICO	105
5.4 LINHA DE BASE DO AVANÇO FÍSICO	108
5.5 HISTOGRAMAS BASE DE RECURSOS	111
5.6 ANÁLISE MENSAL DE PRAZO, CUSTO E ESCOPO	113
5.6.1 Maio de 2017	113
5.6.1.1 Análise de desempenho de prazo	113
5.6.1.2 Análise de desempenho de custo.....	113

5.6.1.3	Análise de execução de escopo	114
5.6.2	Outubro de 2017	116
5.6.2.1	Análise de desempenho de prazo	116
5.6.2.2	Análise de desempenho de custo.....	116
5.6.2.3	Análise de execução de escopo	117
5.6.3	Janeiro de 2018.....	119
5.6.3.1	Análise de desempenho de prazo	119
5.6.3.2	Análise de desempenho de custo.....	119
5.6.3.3	Análise de execução de escopo	120
5.6.4	Março de 2018.....	122
5.6.4.1	Análise de desempenho de prazo	122
5.6.4.2	Análise de desempenho de custo.....	122
5.6.4.3	Análise de execução de escopo	123
5.6.5	Maio de 2018	125
5.6.5.1	Análise de desempenho de prazo	125
5.6.5.2	Análise de desempenho de custo.....	125
5.6.5.3	Análise de execução de escopo	126
5.7	ANÁLISE GLOBAL.....	128
5.7.1	Análise de Valor Agregado.....	128
5.7.2	Análise de Custo	135
5.7.3	Análise de Escopo e Cronograma	136
5.7.4	Análise de Avanço Físico	141
5.7.5	Histograma de Recursos	142
5.7.5.1	Histograma de Mão de Obra.....	142
5.8	ANÁLISE DE PRECISÃO DAS ESTIMATIVAS NO TÉRMINO (ENT)	145
5.8.1	Escolha do cenário que melhor representa o custo no término	145
5.8.2	Escolha do cenário que melhor representa o prazo	147
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	150
6.1	AÇÕES CORRETIVAS PARA OS PRÓXIMOS EMPREENDIMENTOS	152
6.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	152
	REFERÊNCIAS	154
	ANEXO A – PLANO DE CONTAS DO ORÇAMENTO – OBRA CIVIL	
	PRODUÇÃO	158
	ANEXO B – CRONOGRAMA CONTRATUAL	159
	ANEXO C – MODELO DE RELATÓRIO DE CUSTOS REALIZADOS.....	160
	APÊNDICE A – ORÇAMENTO BASE DA PCH – OBRA CIVIL PRODUÇÃO	161

APÊNDICE B – LINHA DE BASE DO AVANÇO FÍSICO - PCH	162
APÊNDICE C – LINHA DE BASE DO AVANÇO FÍSICO - STP	163
APÊNDICE D – PREMISSAS ADOTADAS NO ORÇAMENTO	164
APÊNDICE E – HISTOGRAMA DETALHADO DE MÃO DE OBRA	203
APÊNDICE F – HISTOGRAMA DETALHADO DE EQUIPAMENTOS	210
APÊNDICE G – IMAGENS DA OBRA.....	214
APÊNDICE H – INDICADORES OBTIDOS COM O MODELO	220
APÊNDICE I – EAP DA OBRA	230

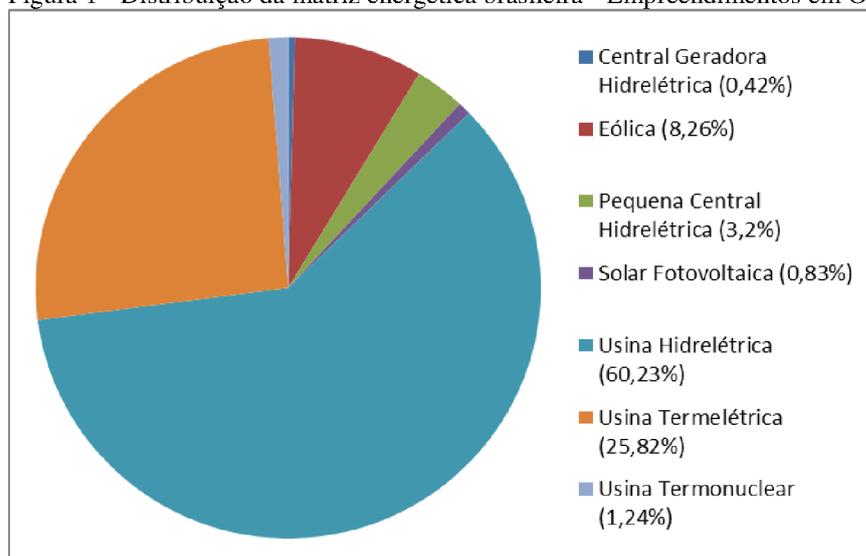
1 INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA

O recente crescimento econômico ocorrido no Brasil a partir da estabilização da moeda com a implantação do Plano Real, em 1994, acompanhado do crescimento populacional também verificado neste período, fez com que a demanda energética brasileira aumentasse e, conseqüentemente, estimulou o crescimento do mercado de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Segundo (BRASIL, 2016a), a projeção de crescimento no consumo de eletricidade na rede brasileira, entre 2016 e 2026, é de 3,6%, o que oportuniza o desenvolvimento de novas geradoras para suprir esta demanda.

A distribuição da atual matriz energética brasileira é indicada pela Figura 1, conforme (BRASIL, 2018), considerando apenas empreendimentos em operação no mês de Setembro de 2018.

Figura 1 - Distribuição da matriz energética brasileira - Empreendimentos em Operação



Fonte: adaptado de (BRASIL, 2018)

Desta maneira, verifica-se a expansão nos investimentos em fontes consideradas renováveis e de baixo custo ambiental, como eólicas e as próprias PCHs. Vilela (2007) pontua que as PCHs são uma das principais alternativas para o aumento da matriz energética brasileira, tanto pelo interesse privado, governamental e social. Friedrich e Grau (2010) pontuam que os investimentos em PCHs entraram nas metas de vários grupos de energia no Brasil e no radar de fundos de investimento.

Assim, se observam maiores níveis de competitividade entre o setor privado pela outorga de empreendimentos de geração energética e que, por sua vez, influenciam diretamente nas empresas do setor de construção civil pesada, responsáveis pela execução das obras civis de empreendimentos de infraestrutura de transportes, de energia e de comunicações.

Deste modo, observando pelo ponto de vista de empresas de construção civil pesada, há um estímulo premente para adentrar no mercado de centrais geradoras eólicas e PCHs, este último objeto do presente trabalho, porém com exigência de preços cada vez menores para se manterem competitivos. Para isto, exige-se que as construtoras foquem em desenvolver orçamentos cada vez mais baixos e também, possuam uma expertise em gerenciamento de projetos que garanta o sucesso dos empreendimentos.

Vieira Netto (1988) cita que o desenvolvimento tecnológico, o crescimento populacional e os recursos financeiros disponíveis fizeram com que fosse criada a demanda por empreendimentos mais complexos e de elevado custo, demandando maior tecnologia executiva e melhor gerenciamento destes projetos. A responsabilidade da gerência destes projetos de construção civil deve recair sobre o engenheiro pois ele detém o entendimento tanto da área técnica quanto gerencial como pontua Jungles e Avila (2006).

A partir disto, o presente trabalho é motivado a construir uma ferramenta de análise de desempenho de obras civis com porte semelhante a uma PCH, baseado no gerenciamento de valor agregado (ou *Earned Value Management* – EVM), a ser adotado por empreiteiras de construção civil pesada, objetivando garantir maior controle sobre orçamentos, cronogramas e fornecer dados que permitam a tomada de decisões mais ágeis e assertivas pelo gestor de projetos. Esta ferramenta de análise de prazo, escopo e custo será construída contendo também análise de demais indicadores de desempenho. Sem ferramentas adequadas de controle do planejamento dos projetos, as construtoras estão fadadas a perder competitividade neste mercado e não alcançar os objetivos de seus projetos.

1.2 JUSTIFICATIVA

O setor de construção civil pesada representou 31,12% dos valores das obras de construção em 2016 concentrados em 9,51% das empresas de construção ativas no

mesmo período (BRASIL, 2016b). Desta maneira, pode-se depreender que se trata de um setor dentro da construção civil que representa somas vultosas de recursos em número restrito de empresas que atuam no setor. Apesar disso, o recente crescimento econômico e concessões ao setor privado nas áreas de infraestrutura atraem novos *players* ao mercado, o que aumenta a competitividade no setor e força estas empresas a investirem em gerenciamento de projetos para se manterem competitivas.

O panorama geral da construção civil no Brasil aponta para uso de métodos ultrapassados de gestão, baixa produtividade da mão de obra, resistência às inovações tecnológicas, ocorrência significativa de desperdícios ao longo da produção e alta incidência de problemas de qualidade no empreendimento (MUTTI, 2008). Este cenário se deve muito a deficiências no planejamento e no controle, conforme estudos trazidos por Mattos (2010). A construção civil também é caracterizada por Kern (2005) como um ambiente incerto, variável, complexo e dinâmico, o que exige maior controle sobre os seus objetivos.

O uso de ferramentas para gestão de projetos na construção civil já se mostrou valioso em vários estudos. Filho (2014) verificou que, em projetos que não utilizaram ferramentas de controle de custos, o desvio médio do orçamento ficou em 36%; para empreendimentos que utilizaram alguma ferramenta, a média melhorou para 9%. Filho (2014) também coloca que um erro no planejamento e no controle de custos da ordem de 20% significa uma redução de 10% do faturamento do projeto. Estudos realizados pelo Project Management Institute (PMI) indicam que as organizações desperdiçaram quase 12% do seu investimento em projetos em 2018 por mau desempenho dos projetos (PMI, 2019). O uso destas ferramentas é mais recomendado para grandes projetos devido a maior possibilidade de insucesso do controle de custos conforme disserta Gabriele (2011).

Dentre as ferramentas de gestão de projetos, a Análise de Valor Agregado é uma das mais utilizadas na construção civil. Netto e Quelhas (2014) mostram que pesquisa realizada pelo International Council for Project Management Advancement (ICPMA) aponta que, dentre os tipos de projeto por setores, a construção civil é o setor que mais utiliza a *Earned Value Analysis (EVA)*.

As construtoras devem se atentar também para a gestão de seus projetos a fim de cumprir com os prazos estabelecidos em cláusulas contratuais com o cliente. A falta de planejamento e de controle adequados da obra pode levar a atrasos no cronograma que atingem marcos estabelecidos em contrato, levando a multas e retenções que

prejudicam o resultado econômico do projeto e à ampliação indevida de escopo, o que ora aumenta os custos realizados em relação ao previsto, outrora estica o prazo para a realização das atividades.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma proposta de modelo de análise de prazo, custo e escopo de obras civis de uma Pequena Central Hidrelétrica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Analisar o projeto básico, o contrato e seus termos aditivos, a Estrutura Analítica de Projeto (EAP), o cronograma físico contratual, o eventograma contratual e o orçamento base da obra;
- b) Construir a ferramenta de análise com indicadores do Gerenciamento de Valor Agregado, comparação de custos realizados em relação ao orçado, Análise de Avanço Físico, análise de escopo e de cronograma com uso do indicador PPC (Percentual de Programação Concluída) e comparação entre atividades realizadas e previstas e controle de histogramas de mão de obra e de equipamentos;
- c) Coletar dados mensais sobre os custos incorridos no projeto, avanço físico, alocação de mão de obra e de equipamentos, atividades realizadas, eventos de pagamento medidos para a obra a fim de realizar análises de desempenho de prazo, custo e escopo para cada mês da obra;
- d) Equalizar os dados obtidos a fim de alimentar o modelo;
- e) Analisar os dados pelo modelo e identificar possíveis causas de desvios em relação ao planejamento inicial, comparando com demais indicadores de desempenho;
- f) Gerar cenários de estimativas de prazo e custo final da obra e analisar a sua precisão.

1.4 DELIMITAÇÕES

Conforme os dados disponibilizados pela empreiteira, algumas delimitações quanto à análise da obra foram tomadas pelo autor para este trabalho.

1.4.1 Quanto aos termos aditivos

Como esta pesquisa foi realizada após a conclusão das atividades na obra, considerou-se que os termos aditivos ao contrato principal já eram de conhecimento dos gestores da obra a partir do início das obras, tais como seus anexos contratuais e os projetos básicos dos aditivos. Isto, como visto, incorre em uma limitação da pesquisa necessária para propiciar a equalização do projeto. Porém, tendo visto que os custos foram apropriados para uma única obra, sem distinção de contratos, realizou-se esta consideração com os dados analisados para que a Análise de Valor Agregado não seja distorcida. Quanto a esta retroação¹ dos valores dos contratos analisados, tomou-se o cuidado de considerá-los na mesma data base, que é abril de 2015, a fim de evitar que haja indevidas variações no cálculo do avanço físico e do valor agregado da obra. Já os custos previstos nos orçamentos base já consideram a previsão de inflação para o período em que são alocados.

1.4.2 Quanto aos custos considerados

A empreiteira apropria os custos das obras dentro do sistema de gestão empresarial do tipo *Enterprise Resource Planning (ERP)* em chamados centros de custos. Dentro do sistema, há centros de custos “pais”, que são as obras, e centros de custos “filhos”, que são como pacotes de trabalho dentro das obras. No caso da obra estudada, os custos estão divididos entre Produção, Administrativo e Saúde/Segurança do Trabalho/Meio Ambiente. A empreiteira possui um plano de contas que define quais serviços e recursos (mão de obra, materiais e equipamentos) são considerados em cada centro de custo, conforme pode ser visto no Anexo A para os custos referentes à Produção. Porém, como informado pelo gestor do contrato da obra, esta divisão foi

¹ Ato de retornar ao que era no passado; busca demonstrar que os valores de termos aditivos que estavam em data base diferente do contrato principal tiveram que ser corrigidos conforme a inflação para a data base do contrato principal (N. do A.)

realizada somente a partir do mês de setembro de 2017 e, portanto, anteriormente a este mês todos os custos com a obra eram apropriados no centro de custo da Produção. Conforme delimitou-se no capítulo 1, a pesquisa se debruça somente nos custos com a produção das obras civis e não considera os custos indiretos, benefícios e despesas indiretas (BDI). Exceção a ser feita ao avanço físico, que considera os custos indiretos devido ao fato deste estar considerado no preço global do contrato e por conseguinte, na receita total; apesar disto, não há influência significativa desta limitação sobre os resultados.

Deste modo, quanto aos custos anteriores a setembro de 2017, considerou-se apenas aqueles que estavam classificados no plano de contas da obra, excetuando-se custos com Vigilância e Segurança que é considerado custo administrativo e incluindo-se custos com água potável, energia elétrica e Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Materiais de Segurança, considerados estes ligados à produção. Quanto à mão de obra, desconsiderou-se a mão de obra classificada como Administrativo, Meio Ambiente, Saúde e Segurança do Trabalho no histograma base para o orçamento contratual das obras. Para que esta divisão fosse realizada na mão de obra, a empreiteira disponibilizou holerites ou demonstrativos de salários dos colaboradores mobilizados na obra entre os meses de janeiro de 2017 e fevereiro de 2017 para que fosse considerado o total de vencimentos de cada colaborador ligado à produção das obras civis, valor este que considera salário e mais todos os encargos sociais envolvidos (férias, 13º salário, Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), horas in-itinere, horas extras, Instituto Nacional da Seguridade Social (INSS)). Devido à característica sigilosa dos dados, o modelo de holerite não é apresentado em anexo a esta pesquisa.

Para os custos posteriores a setembro de 2017, as mesmas considerações são adotadas para a apropriação dos custos analisados, considerando todos os custos no centro de custo da Produção e incluindo custos com água potável e energia elétrica, apropriados no centro de custos da Administração, e demais custos com equipamentos e materiais que, por falhas de apropriação pela empreiteira, foram lançados nos centros de custos da Administração e do Meio Ambiente/Saúde/Segurança do Trabalho.

Também no que concerne aos custos da obra, os dados considerados nas análises feitas foram extraídos do mês de janeiro de 2017 a novembro de 2018, período em que o orçamento base indica previsão de custos e em que é prevista a execução da obra conforme o cronograma contratual. Demais custos que vieram a ocorrer antes deste período são descartados e considerados como relacionados com a etapa comercial e pré-

executiva, enquanto custos após este período também são descartados pois relacionam-se com custos administrativos ou de manutenção da obra no seu período de garantia; portanto, estes custos não possuem relação com a produção.

Por fim, os custos não são apropriados em pacotes de trabalho definidos pela EAP e sim conforme o plano de contas definido no Anexo A, o que impossibilita a análise dos custos para cada estrutura da obra.

1.4.3 Quanto ao avanço físico e cronograma contratual

Neste caso, a empreiteira possuía apenas a linha de base para as obras civis da PCH e do sistema de transposição de peixes, não tendo disponibilizado cronograma ou avanço físico previsto para os serviços de drenagem do bota-fora, construção de desvio para acesso ao canteiro de obras da margem direita, construção do dique da estação elevatória na margem direita e travessia do braço do reservatório. Nestes casos, para estes serviços, não há consideração de atividades previstas no cronograma e, portanto, não estão inclusos no cálculo do PPC quanto ao cronograma, incorrendo em limitação deste indicador. Porém, os eventos de pagamento indicando conclusão destes serviços estão inclusos nos eventogramas revisados com os aditamentos contratuais e, portanto, o PPC quanto ao eventograma inclui estas atividades. Também estes eventos são fontes para o estabelecimento de previsão de avanço físico, considerando as receitas destes serviços nos meses com previsão de medição dos seus respectivos eventos, sendo respectivamente fevereiro de 2018 para o acesso ao canteiro de obras da margem direita e a drenagem do bota-fora, abril de 2018 para o dique executado e julho e agosto de 2018 (fracionado pela metade) para a travessia do braço do reservatório na margem direita.

Quanto ao orçamento base para as obras, a empreiteira também disponibilizou somente os orçamentos para as obras civis da PCH, para o sistema de transposição de peixes e para a travessia do braço do reservatório, não tendo acesso aos orçamentos dos demais serviços. Nestes casos, também incorrem em limitações na linha de base para análise de valor agregado, haja vista que estes custos ocorreram de fato.

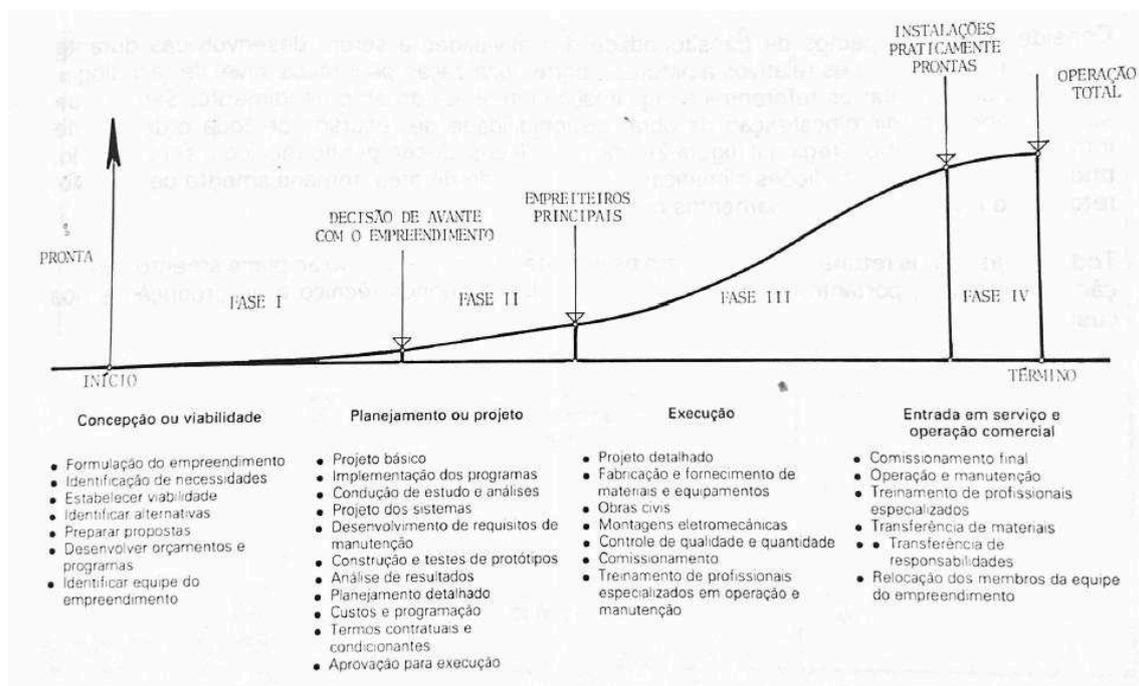
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo (PMI, 2017). Esta definição denota dois aspectos importantes do projeto que diferenciam de um processo de produção em escala: a temporariedade, com duração finita e início e fim bem definidos, e a criação de um produto único, que em construção civil é o empreendimento.

O empreendimento é definido por Vieira Netto (1988) como o conjunto de atividades destinadas a cumprir um objetivo e que são delimitadas no tempo (cronograma), no custo (orçamento) e otimizadas tecnicamente. O empreendimento usa recursos humanos e materiais empregados de acordo com um escopo de trabalho e um planejamento preestabelecidos. O ciclo de vida de um empreendimento se assemelha muito ao ciclo de vida de um projeto.

Figura 2 - Ciclo de vida de um empreendimento e atividades típicas por fase



Fonte: (VIEIRA NETTO, 1988)

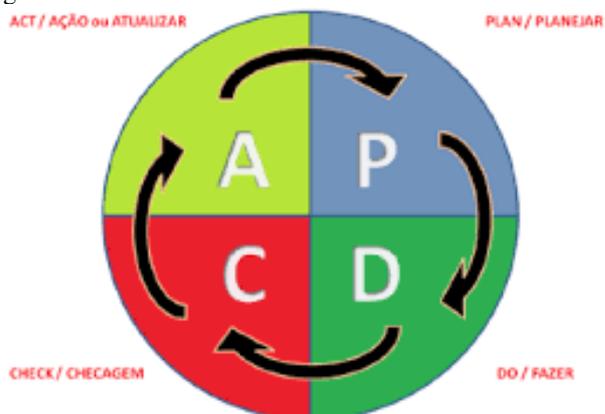
O ciclo de vida de um empreendimento apresentado na Figura 2 poderia ser ampliado para a fase de uso, de manutenção e de desmonte. No presente trabalho, o Modelo de Análise de Custo, Prazo e Escopo (MACPE) considera dados coletados durante a fase de execução e seus resultados podem servir de base para projetos futuros em suas fases de concepção/viabilidade e de planejamento.

O projeto/empreendimento necessita de gerência para que todas as metas sejam cumpridas entre a fase de concepção e a fase de execução e o desempenho técnico e de produção seja otimizado de modo a reduzir custos e prazos (VIEIRA NETTO, 1988). Gerência é definida por Jungles e Avila (2006) como a arte de dirigir recursos humanos, materiais e financeiros visando atingir qualquer objetivo preestabelecido quanto a tempo, custo, qualidade e segurança.

As ferramentas para que a gerência seja efetiva sobre o projeto estão englobadas no gerenciamento, que é definido como o conjunto de metodologias, procedimentos ou processos necessários para a realização de um empreendimento. Este conjunto de metodologias deve conter as quatro principais atividades da gerência de projetos: programação, execução, controle e supervisão (JUNGLES; AVILA, 2006).

As etapas do gerenciamento de projetos podem ser vistas com mais facilidade quando se enxerga- projeto como um ciclo PDCA (do inglês Plan-Do-Check-Act), ou seja, um princípio de melhoria contínua, ou seja, de busca pela maximização da qualidade do projeto. O planejamento corresponde ao P, a execução corresponde ao D, o controle corresponde ao C e a tomada de decisões ou supervisão corresponde ao A, retornando ao P em períodos de replanejamento ou em mudanças necessárias para corrigir desvios do planejamento.

Figura 3 - Ciclo PDCA



Fonte: (SERVIÇOS, 2015)

O presente trabalho foi focado nas fases “C”, com a análise dos dados obtidos durante a execução do projeto, e “A”, com a sugestão de ações corretivas para futuros projetos. Como ele não foi realizado durante a execução da obra, o ciclo PDCA não pôde ser completo, sendo voltado mais para a seção de “lições aprendidas” indicada em PMI (2017).

PMI (2017) descreve dez áreas de conhecimento para o gerenciamento de projetos, que seguem a lógica do ciclo PDCA em cada um deles.

- a) Gerenciamento de escopo: assegurar que o projeto contemple todo o trabalho necessário e apenas o necessário para que o mesmo termine com sucesso.
- b) Gerenciamento do tempo ou do cronograma: gerenciar o término pontual do projeto;
- c) Gerenciamento de custo: planejamento, financiamentos e controle do custo de modo que o projeto cumpra o orçamento definido.
- d) Gerenciamento da qualidade: incorporar a política de qualidade da empresa em relação ao planejamento, gerenciamento e controle dos requisitos de qualidade do projeto e do produto a ser gerado;
- e) Gerenciamento de recursos: identificar, adquirir e gerenciar os recursos (mão de obra, materiais e equipamentos) necessários para a consecução do projeto;
- f) Gerenciamento das comunicações: assegurar que as informações do projeto sejam planejadas, coletadas, distribuídas, armazenadas, controladas e organizadas;
- g) Gerenciamento das aquisições: planejar as aquisições de serviços, materiais e equipamentos externos à equipe de projeto de modo que garanta um processo contínuo de fornecimento que atenda aos seus objetivos;
- h) Gerenciamento dos riscos: identificar os riscos, analisá-los quantitativamente e qualitativamente, planejar as respostas a eles e monitorá-los de modo que os riscos negativos sejam reduzidos ou mitigados e que os riscos positivos sejam maximizados ou estimulados. A construção civil é uma atividade onde o nível de incerteza é muito alto, o que exige um maior controle dos riscos possíveis;
- i) Gerenciamento das partes interessadas do projeto: identificar as pessoas e/ou organizações que podem impactar ou serem impactadas pelo projeto, analisar suas expectativas e desenvolver estratégias para gerenciá-las;

- j) Gerenciamento da integração do projeto: identificar, definir e coordenar os processos e atividades de gerenciamento do projeto.

2.2 PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Planejamento é a determinação do que tem que ser feito, a prescrição de como cada tarefa deve ser desempenhada, a sequência das tarefas ao longo do tempo de execução e a enumeração dos recursos necessários e seus custos (MATTOS, 2010).

Desta maneira, pontua-se que planejamento antecipa o que deve ser executado e identifica o trabalho a realizar em cada período, levantando insumos e custos associados. O planejamento é a primeira parte da organização do projeto, tendo como dados de entrada a justificativa para a execução do projeto, a definição dos objetivos a atingir, das atividades necessárias para atingir os objetivos estabelecidos, suas durações estimadas e seus custos orçados; o processo de programação define a sequência de atividades a desempenhar para atingir os objetivos do projeto e desta maneira, os produtos do planejamento são o orçamento, o cronograma e/ou a integração dos dois, denominada cronograma físico-financeiro.

Mattos (2010) pontua alguns benefícios do planejamento, como o conhecimento pleno da obra por meio do estudo dos projetos, da análise do método construtivo, identificação das produtividades, determinação do período trabalhável em cada frente, da relação direta com o orçamento, permitindo racionalização nos custos empreendidos; detecção de situações desfavoráveis com antecedência, possibilitando agilidade nas decisões tomadas sobre a obra, como mobilização e desmobilização de recursos, aceleração de serviços, terceirização de serviços, substituição de equipes pouco produtivas; referência para o acompanhamento e para formulação de metas para o projeto; otimização da alocação de recursos por meio da alteração na programação das atividades; padronização, documentação e criação de dados históricos para a construtora, aprimorando o processo de aprendizagem.

Todo projeto necessita possuir um escopo que, segundo Mattos (2010), é o trabalho a ser feito para entregar um produto com as características e funções especificadas. As características e funções do produto são especificadas no escopo do produto, que descrevem como ele deverá ser, seus requisitos e seu alcance. Assim, verifica-se que o escopo do produto é premissa fundamental para elaboração do escopo do projeto, que por sua vez também depende dos objetivos estabelecidos para o projeto.

O escopo de projeto normalmente está alinhado com o objeto do contrato para execução do projeto, buscando delimitar exatamente o que o contratado deve executar para evitar atraso e aumento de custo, e deve ser aceito e transmitido por todos os envolvidos direta e indiretamente no projeto. O escopo também deve ser bem delimitado para evitar a ampliação demasiada do mesmo a partir da entrega de funcionalidades além das solicitadas pelo cliente, sendo chamado de *gold plating* ou “banhar a ouro” (PMI, 2017). O aumento gradual do escopo é um risco denominado *scope-creep*.

O escopo do projeto é decomposto em pacotes de trabalho menores a fim de permitir o controle das atividades suficiente para manutenção dos objetivos do projeto. Esta decomposição forma a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) ou *Work Breakdown Structure* (WBS). Mattos (2010) recomenda que a decomposição para obras civis possa ser feita por partes físicas, como infraestrutura e superestrutura, por grandes serviços, como fundações, estrutura e acabamento, por especialidade de trabalho, como civil, elétrica e sanitária, por tipo de contratação, como serviços próprios e terceirizados, assim como inúmeras formas de classificação das atividades. Mattos (2010) também considera que detalhamento não deve ser muito extenso, aumentando o custo de controle, nem pouco profundo, reduzindo o controle pelo gestor. O custo de controle deve ser menor que o benefício ganho com ele para que haja a necessidade de ser incluso na EAP.

2.2.1 Premissas para Planejamento de Obras de Construção Civil Pesada

A construção civil pesada consiste no rol de obras para produção de grandes estruturas de infraestrutura, como rodovias, usinas hidrelétricas, usinas eólicas, túneis, aeroportos, obras de arte, tal como descreve Lage (2017). Para estes tipos de obras, que são mais afastadas dos grandes centros urbanos, o planejamento da obra necessita de maiores considerações sobre a logística da obra, tal como traz ELETROBRÁS (2000) relacionado a Pequenas Centrais Hidrelétricas.

Estudos de logística devem ser elaborados para identificar o fluxo de suprimentos, seja de materiais de construção bem como serviços, produtos e equipamentos a serem trazidos para a obra. Os esquemas de acesso à obra, fornecimento de energia elétrica, de água potável, de alimentação e de alojamentos para os colaboradores devem ser estudados para não incorrerem em grandes custos para a operação.

As distâncias em relação aos grandes centros também fazem com que seja necessária a implantação de um canteiro de obras contendo instalações industriais, pátios, oficinas, depósitos, escritórios, almoxarifados, refeitório e alojamentos para os colaboradores; estes últimos devem ser dimensionados conforme os histogramas de mão de obra e levar em conta a duração excepcional destas obras, planejando-os com características praticamente de núcleo permanente (VIEIRA NETTO, 1988). A área do canteiro de obras deve estar situada próxima a obra para evitar grandes distâncias de transporte e no caso de obras hidrelétricas, localizar-se em cota mais elevada que o futuro nível d'água do reservatório (ELETROBRÁS, 2000). Estas obras também devem contar com vigilância terceirizada e guarita para controle da entrada e saída de pessoas.

O apoio logístico para estas obras também deve ser levado em conta para o planejamento, buscando aproveitar tanto quanto possível a mão de obra e fontes produtoras existentes na região para o suprimento de materiais, serviços, equipamentos e mão de obra, reduzindo custos e desenvolvendo o mercado local (VIEIRA NETTO, 1988).

Os acessos externos devem fazer parte do escopo do planejamento da obra em caso de a responsabilidade ser da empreiteira, necessitando que sejam consideradas a escolha de local que seja curto em relação à estrada já implantada para que não incorra em muitos ônus sobre o orçamento. Nestas obras, normalmente a empreiteira tem responsabilidade sobre a manutenção destes acessos e que é de suma importância ser considerado no planejamento, de modo que garanta facilidade na chegada de materiais e de pessoas para a obra durante todo o ano. Estes acessos normalmente são revestidos por cascalhos e devem prever sistema básico de drenagem com bueiros.

Os recursos de mão de obra devem ser balanceados de modo que minimize as mobilizações e desmobilizações, reduzindo variações durante o andamento da obra e gerando histogramas sem altos e baixos acentuados (VIEIRA NETTO, 1988).

Os equipamentos devem ser planejados de modo que a mobilização ocorra para trabalhos efetivos e a desmobilização tão logo sejam considerados dispensáveis. O gerente também deve cuidar para o cronograma de permanência dos equipamentos estar alinhado com o cronograma físico, de modo que evite intervalos de tempo em que os equipamentos estejam parados ou remanejamento de equipamentos fixos, como guas, para outras frentes de serviço (VIEIRA NETTO, 1988).

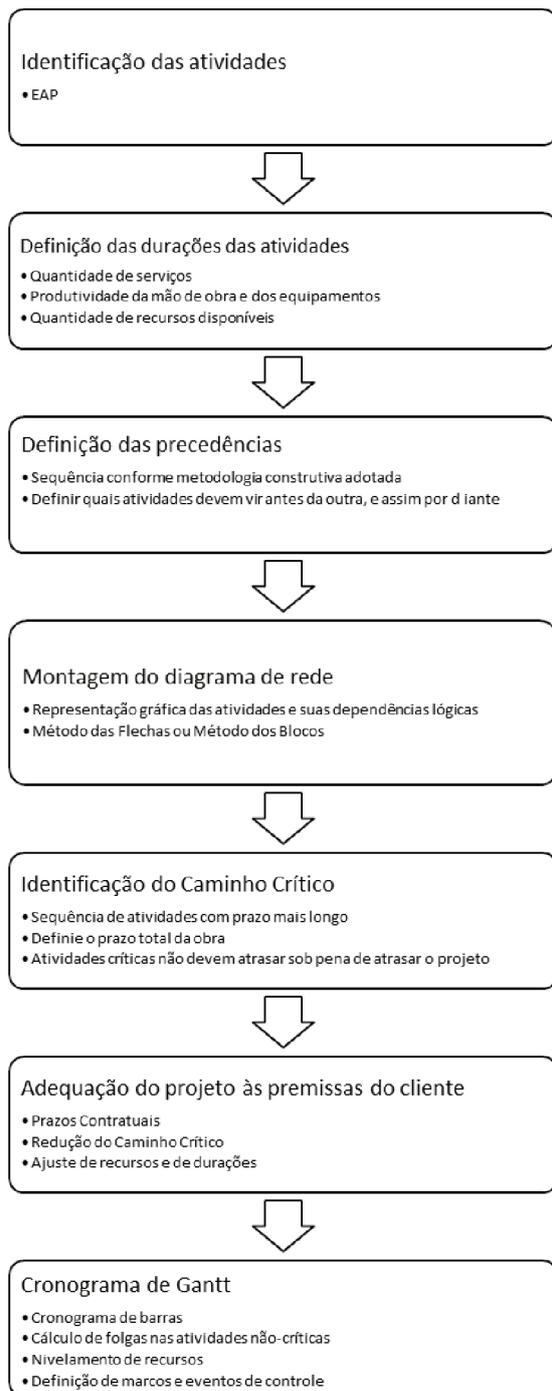
Por fim, o planejamento da obra também deve levar em conta a recuperação das áreas degradadas após a conclusão da obra, a urbanização e o paisagismo da obra (ELETROBRÁS, 2000).

2.3 CRONOGRAMA

Cronograma é definido por Sampaio (2005) como a representação gráfica que estabelece o início e o término das diversas etapas da construção, permitindo acompanhar e controlar a execução planejada. O cronograma normalmente é apresentado em um gráfico de Gantt, com a representação do tempo de execução das atividades em barras encadeadas em uma sequência cronológica, podendo conter somente datas (físico) ou conter datas e os valores referentes a cada atividade e sua alocação mensal (físico-financeiro).

O cronograma de Gantt é o produto de um método de planejamento denominado de PERT/CPM. As siglas significam Program Evaluation and Review Technique e Critical Path Method e suas definições são uma metodologia probabilística para o cálculo das durações das atividades e método do caminho crítico, respectivamente. Este método pode ser resumido pelo fluxograma da Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma do Método PERT/CPM



Fonte: adaptado de Mattos (2010)

O cronograma de um projeto é calculado em dias úteis e suas principais vantagens são a facilidade de ser utilizado como ferramenta de acompanhamento e controle, mostrando o progresso das atividades, e permite a geração de programações e distribuição de tarefas (MATTOS, 2010).

Algumas definições importantes são descritas por Mattos (2010) abaixo:

1) Atividade é uma tarefa a ser executada, possui duração e recursos;

- 2) Evento é um instante no projeto, não possui duração nem recursos;
- 3) Marco é um evento que se destaca no cronograma, podendo ser contratual, imposto pelo contrato, ou de planejamento, definido pelo gerente.

O cronograma de PCHs costuma ser diferenciado de obras civis correntes como edifícios urbanos. Estes possuem atividades mais repetitivas, como a execução de pavimentos, enquanto aqueles se assemelham a obras de construção civil pesada, com poucas repetições de atividades, além de obras hidráulicas possuírem fases bem definidas, como o esgotamento de um braço do rio para execução da barragem de uma margem e o o desvio do rio pela estrutura já pronta para esgotamento e execução da barragem da outra margem do rio.

2.4 ORÇAMENTO

O orçamento é definido por Jungles e Avila (2006) como a expressão de planejamentos feitos em quantidades físicas e valores monetários dentro de um período futuro. Sampaio (2005) simplifica definindo-o como o cálculo de custos para executar uma obra. No orçamento são considerados insumos, tecnologia, força de trabalho e os custos e despesas relacionados a estes itens. Mattos (2014) discorre que o orçamento deve conter todas as premissas que passam a ser metas de desempenho para a obra. Inicialmente, o orçamento deve determinar o preço de qualquer obra, sendo este a remuneração obtida como contraprestação pela realização da obra (JUNGLES; AVILA, 2006).

Posteriormente, o orçamento é uma importante ferramenta de planejamento e controle e facilita a tomada de decisão aos gerentes de projetos. Mattos (2014) levanta algumas utilidades da orçamentação:

- a) Levantamento dos materiais e serviços;
- b) Obtenção de índices de produtividade para acompanhamento;
- c) Dimensionamento de equipes;
- d) Geração do cronograma físico-financeiro;
- e) Análise da viabilidade econômico-financeira.

Durante o andamento da obra, os relatórios de desempenho informam a comparação entre o custo orçado e o realizado e permitem a análise das variações e a descrição das causas dos desvios, permitindo a definição de ações corretivas para o

projeto e também para futuros projetos de escopo semelhante (JUNGLES; AVILA, 2006).

O orçamento também é uma boa ferramenta para lições aprendidas após a conclusão do projeto, devido à apropriação dos custos realizados, permitindo a análise, verificação de erros e avaliação de causas (JUNGLES; AVILA, 2006).

A orçamentação é fundamental para obtenção de um resultado lucrativo para a obra e para a competitividade no mercado da construção civil. O orçamento não deve ser tão baixo a ponto de não permitir lucro e nem tão alto para não ser competitivo com outros construtores. Após a adjudicação do contrato, quando o orçamento é malfeito, ocorrem imperfeições executivas e possíveis falhas de custo e prazo. Por isso, a interpretação detalhada dos projetos, estudos preliminares e especificações técnicas da obra permite estabelecer o melhor plano de ataque da obra e o melhor método executivo para cada atividade, identificando os custos relacionados com eles. Deste modo, a realização do orçamento é uma atividade de planejamento geral da obra (MATTOS, 2014).

2.4.1 Composição do Preço

O preço é composto pelos custos diretos, que são totalizados pela quantificação de serviços da obra em composições de custos unitários ou de verbas contendo os custos de equipamentos, de mão-de-obra e seus encargos sociais (obrigações instituídas por legislação trabalhista e benefícios pagos aos empregados) e dos insumos, sendo diretamente associados aos serviços de campo, e pelos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), que é denominado por Jungles e Avila (2006) como o fator que engloba o lucro bruto do empreendimento, as despesas indiretas, sendo estas as despesas que não estão diretamente associadas aos serviços de campo, os tributos, o risco e outras despesas inerentes à execução do projeto, composto pela Equação 1 (JUNGLES; AVILA, 2006).

$$BDI = \sum(CI + VRisco + ML + TRI) \quad (1)$$

Onde CI é o custo indireto, VRisco é o valor de risco calculado para o empreendimento, ML é o montante de lucro e TRI são os tributos devidos.

Os custos indiretos devem conter os seguintes itens conforme Mattos (2014) dispõe:

- a) Equipe técnica: engenheiros, encarregados, técnicos, estagiários;
- b) Apoio: almoxarife, apontador, médico, enfermeiro, cozinheiro;
- c) Equipe administrativa: auxiliar administrativo, secretária, porteiro;
- d) Aluguel de imóveis;
- e) Instalações do canteiro;
- f) Equipamentos administrativos: ar condicionado, bebedouro, computadores, refrigeradores, mobiliário;
- g) Despesas correntes: internet, telefone, material de escritório, material de limpeza;
- h) Despesas com pessoal: despesas de viagens, lazer, transporte;
- i) Vigilância;
- j) Taxas e emolumentos: alvarás, ART, licenças;
- k) Seguros, administração central, contingências para riscos, custo financeiro.

O preço pode ser calculada pelas duas equações abaixo que são similares, conforme Mattos (2010).

$$Preço = Custo Direto + BDI \quad (2)$$

$$Preço = Custo Direto \times I_{BDI} \quad (3)$$

Onde I_{BDI} é o índice BDI que equivale às seguintes equações:

$$I_{BDI} = (1 + K) \quad (4)$$

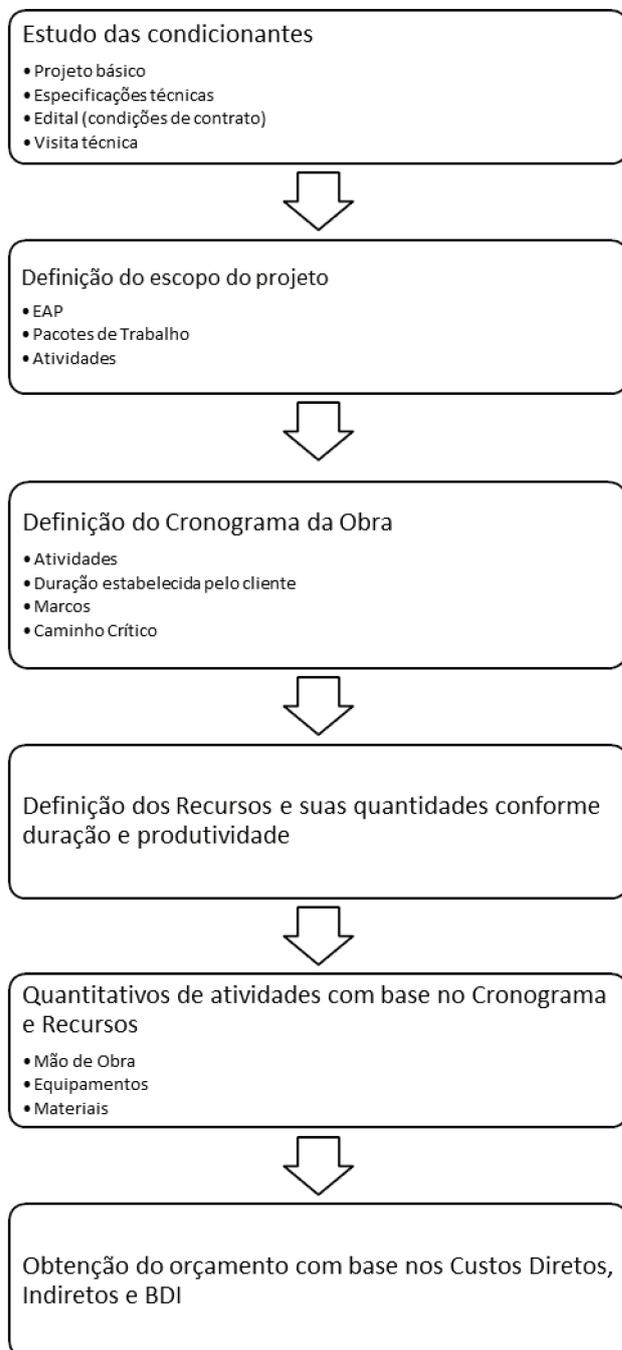
$$K = \frac{BDI}{Custo Direto} \quad (5)$$

O preço também pode ser calculado pela Equação 6, em que os custos diretos e indiretos são considerados em conjunto e há a incidência do índice i , que contém o lucro, contingenciamento para risco e tributos. Esta equação é considerada pela empresa X, objeto de estudo deste trabalho.

$$Preço = \frac{Custos (Direto + Indireto)}{1 - i(Lucro e Tributos)} \quad (6)$$

A elaboração do orçamento para obtenção do preço pode ser resumida no fluxograma da Figura 5 baseado em Jungles e Avila (2006) e Mattos (2014).

Figura 5 - Etapas para execução do orçamento



Fonte: adaptado de Jungles e Avila (2006) e Mattos (2010).

2.4.2 Curva ABC

A curva ABC consiste na classificação de insumos ou de serviços conforme seu peso no orçamento global da obra, permitindo verificar de imediato os itens críticos do orçamento, classificados pela letra A (SAMPAIO, 2005). Insumos e serviços são organizados em ordem decrescente, sendo os menos significativos classificados pelas letras B ou C. As faixas A e B respondem por 80% do custo da obra e representam apenas 20% dos insumos, enquanto a faixa C responde por 20% do custo e representa 80% dos insumos, ilustrando o princípio de Pareto (80/20) (MATTOS, 2014).

A curva ABC permite hierarquizar os insumos e os serviços e priorizar aqueles que mais impactam no resultado final da obra, permitindo focar no controle de custos destes e buscar causas para possíveis desvios que a obra tem.

As curvas ABC de PCHs costumam ter como recursos mais representativos mão de obra, equipamentos e insumos ligados ao concreto, como cimento, aço, areia.

2.5 CONTROLE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O controle consiste na verificação do desempenho do empreiteiro, em termos de qualidade, prazos e custos (VIEIRA NETTO, 1988). Para estas verificações, são implantadas ferramentas de acompanhamento com base no orçamento e no cronograma em vista dos resultados diários, semanais, mensais e anuais da produção. Os resultados diários e semanais são voltados a curto prazo, demonstrando mais a performance da obra, enquanto os resultados mensais e anuais são mais voltados a longo prazo, permitindo correções necessárias no planejamento e na execução.

Mattos (2010) diz que o acompanhamento ou controle corresponde à letra C – checar do ciclo PDCA de gerenciamento de projetos. Nesta etapa o progresso dos trabalhos é aferido, definindo a linha de progresso ou linha de status, e comparado com o planejado, este, que por sua vez, é definido pela linha de base (*baseline*).

O controle pode ser dividido em três subetapas segundo Mattos (2010):

- a) Aferição do progresso das atividades: apropriação dos dados de campo para calcular o avanço físico de cada tarefa, que pode ser representado em unidades físicas, percentual, marcos ponderados ou por data;

- b) Atualização do planejamento: comparação entre o previsto e o realizado e recálculo do cronograma, que pode incorrer em alteração do caminho crítico do projeto;
- c) Interpretação do desempenho: avaliação crítica da tendência de atraso ou adiantamento da obra. Possíveis motivos para os atrasos no cronograma podem ser classificados em:
- Replanejamento do cronograma executivo em relação ao cronograma contratual;
 - Baixa disponibilidade de recursos (mão de obra e equipamentos);
 - Impeditivos ambientais;
 - Dificuldades executivas;
 - Concretização de riscos não considerados no cronograma contratual;
 - Erro de planejamento;
 - Indisponibilidade de material;
 - Mobilização tardia em caso de serviços de terceiros;
 - Alterações de escopo e/ou de projeto solicitadas pelo cliente;
 - Menor produtividade da mão de obra e dos equipamentos;
 - Eventos de força maior como enchentes, greves, paralisações;
 - Incidência de acidentes de trabalho.

Do mesmo modo, adiantamentos no cronograma podem ter suas causas ligadas a:

- Replanejamento do cronograma executivo em relação ao cronograma contratual;
- Alocação de recursos (mão de obra e equipamentos) acima do previsto;
- Redução de escopo e/ou de quantidades de projeto;
- Mobilização antecipada em caso de serviços terceirizados;
- Execução mais fácil do que inicialmente previsto;
- Maior produtividade de equipamentos e mão de obra.

Durante o andamento do projeto, um programa de acompanhamento e controle pode ser instituído com o objetivo de reconhecer as faltas e os desvios ocorridos, permitindo agilizar as ações corretivas e evitar a reincidência de erros (JUNGLES; AVILA, 2006).

Durante a fase do planejamento da obra, o nível de controle é definido conforme a estrutura a ser utilizada para controle, o nível de informação a ser analisada, os níveis de variação ou desvio aceitáveis (JUNGLES; AVILA, 2006).

O gerenciamento de custos pode ser realizado em três momentos do projeto: previamente à execução dos serviços, com a elaboração do orçamento e do planejamento da obra; simultaneamente à execução dos serviços, com imediata comparação entre realizado e o previsto; e posteriormente à obra, para verificação do que foi realizada e servir como base para lições aprendidas (JUNGLES; AVILA, 2006).

Durante a execução dos serviços, o controle simultâneo pode ser resumido em um relatório de desempenho, que avalia a variação das quantidades (físicas e custos) realizadas em relação ao orçado, as causas para as variações e sugestões para ações corretivas sobre os desvios. Estes desvios podem ser apresentados em valores monetários, temporais, quantidades físicas ou percentuais. O objetivo do relatório de desempenho é verificar se a execução realizada é compatível com a planejada e prever as necessidades futuras de tempo e de custo conforme o processo tecnológico e os recursos adotados no momento (JUNGLES; AVILA, 2006).

O acompanhamento dos custos consiste na apropriação dos dados realizados no sistema de controle utilizado, o que (JUNGLES; AVILA, 2006) sugere que seja o mesmo do plano de contas contábeis da construtora, seguindo o modelo de demonstrativo do resultado do exercício (DRE) da empresa. Esta discriminação já é realizada na fase de controle prévio, em que a sequência dos diferentes serviços que ocorrem na construção é definida (SAMPAIO, 2005). Para cada contrato ou obra, que está disposto dentro da DRE global da empresa, existe uma DRE para análise dos custos da obra.

O orçamento deve ser distribuído mensalmente ao longo do prazo para execução da obra, conforme a fase de execução, as condições locais e a possível utilização de mesmo grupo de equipamentos em serviços distintos (VIEIRA NETTO, 1988).

Para facilitar a análise dos desvios, são utilizados indicadores que são expressões quantitativas geradas a partir de medição e avaliação de uma estrutura de produção em um projeto ou em um empreendimento.

2.5.1 Análise de Valor Agregado

Segundo Fleming e Koppelman (1999), a Análise de Valor Agregado (Earned Value Analysis ou EVA) foca no desempenho obtido no projeto em comparação com o que foi gasto para obtê-lo. Brandon Jr. (1998) afirma que o modelo tradicional não sugere uma projeção clara sobre os custos e prazos finais do projeto, o que pode ser determinado pela Análise de Valor Agregado. Anbari (2003) coloca que a EVA se baseia na relação entre as três principais variáveis que refletem a performance do projeto: custo, prazo e escopo. O objetivo da EVA é aliar os custos reais ao produto físico por meio de pacotes de trabalho preestabelecidos, funcionando assim como um dispositivo de “alerta” que indica se o gasto é maior do que o planejado ou se o desembolso aumentou porque o cronograma está adiantado (VARGAS, 2003).

Mattos (2010) cita que EVA integra dados reais de tempo e custo para apresentar a situação na data de status do projeto, fazer análises de variância e tendências e antever o resultado provável do projeto em termos de custo e prazo. Outra vantagem do Valor Agregado é por permitir determinar a tendência de custos e prazos finais do projeto em uma fase onde ainda exista possibilidade de implementação de ações corretivas (SPARROW, 2000); segundo Rovai e Toledo (2002), com aproximadamente 10 ou 15% das atividades concluídas, já é possível identificar se o projeto está cumprindo o cronograma no prazo planejado, o orçamento no custo previsto e se não há desvio de escopo.

As dificuldades encontradas no método do valor agregado são o custo elevado do controle em pacotes de trabalho muito pequenos dentro de um grande projeto (FLEMING; KOPPELMAN, 1999), a baixa velocidade da geração da informação (THAMHAIN, 1998), já que depende do fechamento do ciclo contábil mensal, e a dificuldade de entendimento da metodologia pela equipe de projeto e de assimilação da ferramenta com os procedimentos gerenciais da empresa (KIM; WELLS; DUFFEY, 2003).

Os indicadores do Gerenciamento de Valor Agregado são apresentados abaixo com suas respectivas equações e definições. As nomenclaturas e as siglas dos indicadores conforme ANSI/EIA (1998) também serão apresentados porém, para este trabalho, serão adotadas as nomenclaturas e as siglas em português.

2.5.1.1 Valor Agregado (VA)

Pode ser denominado de Custo Orçado do Trabalho Realizado (COTR) ou em inglês, BCWS (Budget Cost of Work Scheduled) ou EV (Earned Value). Segundo PMI (2017), é o valor que indica a parcela do orçamento que deveria ser gasta considerando-se o trabalho realizado até o momento e o custo da linha de base.

O valor pode ser calculado pelas seguintes maneiras conforme descrevem Fleming e Koppelman (1999) e Harroff (2000):

- a) Marcos com valores ponderados, onde são definidos marcos de entrega parcial do trabalho, gerando um custo específico;
- b) Fórmula fixa por célula de controle (CAP), onde se divide a célula de controle em duas partes que, somadas, completam os 100% do trabalho;
- c) Percentual-Completo, onde o percentual de avanço da obra, da atividade ou da célula de controle é multiplicado pelo custo previsto da obra, da atividade ou da célula de controle;
- d) Percentual-Completo com marcos de controle, onde se mistura o cálculo do percentual de avanço com marcos de entrega parcial do trabalho;
- e) Unidades equivalentes, onde o cálculo é feito com base nas unidades produzidas ou realizadas dos serviços.

2.5.1.2 Valor Planejado (VP)

Pode ser denominado como Custo Orçado do Trabalho Planejado (COTP) ou em inglês, Budget Cost of Work Planned (BCWP) ou PV (Planned Value). Conforme PMI (2017), é o valor que indica a parcela do orçamento que deveria ser gasta considerando o custo da linha de base até a data de status. O valor é calculado pelos custos da linha de base acumulados até a data de status (FLEMING; KOPPELMAN, 1999 apud VARGAS, 2003).

2.5.1.3 Custo Real (CR)

Pode ser denominado como Custo Atual do Trabalho Realizado (CATR) ou em inglês, Actual Cost of Work Performed (ACWP) ou Actual Cost (AC). Segundo PMI

(2017), representa os custos reais decorrentes do trabalho já realizado até a data de status.

2.5.1.4 Variação de Custo (VC)

Pode ser denominado de Cost Variance (CV) em inglês. Segundo Fleming e Koppelman (1999) apud Mattos (2010), é a diferença entre o Valor Agregado e o Valor Planejado.

$$VC = VA - CR \quad (7)$$

Segundo Fleming e Koppelman (1999) apud Vargas (2003), VC pode ser representado em variação percentual de custo (%VC), sendo calculado pela equação abaixo.

$$\%VC = \frac{VC}{VA} \quad (8)$$

Caso VC seja maior que zero, o projeto gastou menos do que o previsto e o custo está abaixo do orçamento. Caso VC seja igual a zero, o projeto gastou igual ao previsto. Caso VC seja menor que zero, o projeto gastou mais do que o previsto e o custo está acima do orçamento (FLEMING; KOPPELMAN, 1999 apud MATTOS, 2010).

2.5.1.5 Variação de Prazo (VPr)

Pode ser denominado de Schedule Variance (SV) em inglês. Segundo Fleming e Koppelman (1999) apud Vargas (2003), é a diferença entre o Valor Agregado e o custo da linha de base.

$$VPr = VA - VP \quad (9)$$

Segundo Vargas (2003), VPr pode ser representado em variação percentual de prazo (%VPr), sendo calculado pela equação abaixo.

$$\%VPr = \frac{VPr}{VA} \quad (10)$$

Caso VPr seja maior que zero, o cronograma do projeto está adiantado. Caso VPr seja igual a zero, o cronograma está sendo seguido à risca. Caso VPr seja menor que zero, o cronograma está atrasado (FLEMING; KOPPELMAN, 1999 apud MATTOS, 2010).

2.5.1.6 Índice de Desempenho de Custo (IDC)

Denominado de Cost Performance Index (CPI) em inglês, o indicador mostra a taxa de conversão dos valores reais consumidos em valor agregado (FLEMING; KOPPELMAN, 1999 apud VARGAS, 2003).

O indicador é calculado pela seguinte equação:

$$IDC = \frac{VA}{CR} \quad (11)$$

Caso IDC seja maior que 1, o projeto gastou menos do que o previsto e o custo está abaixo do orçamento. Caso IDC seja igual a 1, o projeto gastou igual ao previsto. Caso IDC seja menor que 1, o projeto gastou mais do que o previsto e o custo está acima do orçamento (FLEMING; KOPPELMAN, 1999 apud MATTOS, 2010).

2.5.1.7 Índice de Desempenho de Prazo (IDP)

Denominado de Schedule Performance Index (SPI) em inglês, o indicador demonstra a taxa de conversão do valor planejado em valor agregado (FLEMING; KOPPELMAN, 1999 apud VARGAS, 2003).

O indicador é calculado pela seguinte equação:

$$IDP = \frac{VA}{VP} \quad (12)$$

Caso IDP seja maior que 1, o cronograma do projeto está adiantado. Caso IDP seja igual a 1, o cronograma está sendo seguido à risca. Caso IDP seja menor que 1, o cronograma está atrasado (FLEMING; KOPPELMAN, 1999 apud MATTOS, 2010).

2.5.1.8 Índice de desempenho de prazo e custo (IDPC)

Denominado de Scheduled Cost Index (SCI), representa a conjugação do desempenho de prazo com o desempenho de custo de modo a indicar que os dois elementos atuam sobre o desempenho do projeto (VARGAS, 2003).

$$IDPC = IDC \times IDP \quad (13)$$

2.5.1.9 Cenários para os Índices de Desempenho

O IDP, o IDC e o IDPC podem ser calculados para oito cenários possíveis, extraídos de estudos anteriores sobre AVA citados por Vargas (2003), conforme explicitado no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 - Cenários avaliados para o desempenho de prazo e de custo

Cenário	Descrição
Mais recente	Inputs do mês atual
Acumulado	Inputs acumulados desde o início da obra
Média A 3 meses	Média móvel dos índices mensais dos últimos 3 meses
Média A 6 meses	Média móvel dos índices mensais dos últimos 6 meses
Média A 12 meses	Média móvel dos índices mensais dos últimos 12 meses
Média B 3 meses	Média móvel dos índices acumulados dos últimos 3 meses
Média B 6 meses	Média móvel dos índices acumulados dos últimos 6 meses
Média B 12 meses	Média móvel dos índices acumulados dos últimos 12 meses

Fonte: elaborado pelo Autor.

As pesquisas comparativas sobre projeção de custos que utilizaram estes cenários foram de Covach; Haydon; Reither (1981), Christensen, (1996), Bright e Howard III (1981), Zwikael; Globerson; Raz (2000) e Riedel e Chance (1989).

Além do IDP e do IDC, estes cenários são considerados para os seguintes índices:

- Composto por $0,5 \times IDC + 0,5 \times IDP$
- Composto por $0,75 \times IDC + 0,25 \times IDP$
- Composto por $0,25 \times IDC + 0,75 \times IDP$
- Composto por $\% \times IDC + (1 - \%) \times IDP$, onde % equivale ao avanço físico real acumulado da obra.

2.5.1.10 Orçamento no Término (ONT)

Denominado de Budget At Completion (BAC) em inglês, é o orçamento total disponibilizado para o escopo do projeto (ANSI/EIA, 1998). Ao final do projeto, VA se iguala ao ONT, o que faz com que o IDP tenda a 1 ao final, distorcendo o indicador.

2.5.1.11 Estimativa para Término (EPT)

Denominado de Estimate to Complete (ETC) em inglês, segundo Fleming e Koppelman (1999) apud Vargas (2003), é o valor financeiro necessário para se completar o projeto. Esta previsão é calculada pela seguinte equação.

$$EPT = \frac{ONT-VA}{\text{índice}} \quad (14)$$

O índice no denominador da Equação 14 pode ser calculado conforme os seguintes cenários (VARGAS, 2003):

- a) Otimista, onde o índice equivale a 1 e considera-se que o trabalho restante será executado conforme o planejado;
- b) Realista, onde o índice equivale ao IDC da época e considera-se que o trabalho restante seguirá o mesmo desempenho do custo;
- c) Pessimista, onde o índice equivale ao IDP da época e considera-se que o trabalho restante seguirá o mesmo desempenho do prazo;
- d) Mais pessimista, onde o índice equivale ao IDPC da época e assume-se que o trabalho restante seguirá tanto a projeção financeira do IDC quanto a projeção de prazos definida pelo IDP.

2.5.1.12 Estimativa no Término (ENT)

Denominado de Estimate At Completion (EAC) em inglês, é o custo total estimado para todo o trabalho do projeto (ANSI/EIA, 1998).

$$ENT = CR + EPT \quad (15)$$

As ENTs obtidas com os vários cenários gerados pelas EPT com base no desempenho de prazo ou de custo podem ser avaliados quanto a sua precisão pelo método de Zwikael; Globerson; Raz (2000), incluindo três bases de medida, conforme informa Vargas (2003):

- Erro quadrado médio (EQM): Média da raiz das diferenças entre o valor projetado e o real dentro dos segmentos avaliados;
- Desvio absoluto médio (DAM): Média do valor absoluto da diferença entre o valor projetado em cada mês dentro do segmento avaliado e o valor real;
- Erro percentual médio (EPM): média dos valores absolutos da diferença entre o valor projetado em cada mês dentro do segmento avaliado e o valor real expresso como uma diferença percentual do valor real.

2.5.1.13 Variação no Término (VNT)

Denominado de Variation At Completion (VAC) em inglês, é a diferença entre o orçamento no término e a estimativa no término (FLEMING; KOPPELMAN, 1999 apud MATTOS, 2010).

$$VNT = ONT - ENT \quad (16)$$

2.5.1.14 Índice de Desempenho para Término (IDPT)

Denominado de To-Complete Performance Index (TCPI) em inglês, o índice representa o quanto de custo futuro deve ser produzido para recuperar o desempenho de custo até a data de status (FLEMING; KOPPELMAN, 1999 apud VARGAS, 2003). O indicador é a relação entre o trabalho restante e o capital restante, conforme definido na Equação 16.

$$IDCR = \frac{ONT - VA}{ONT - CR} \quad (17)$$

Segundo Vargas (2003), pesquisas realizadas em 500 projetos do Departamento de Defesa Americano (DOD) afirmam que, quando o projeto atinge 20% de execução com IDCR mais de 10% maior que o IDC, o projeto deve ultrapassar o orçamento.

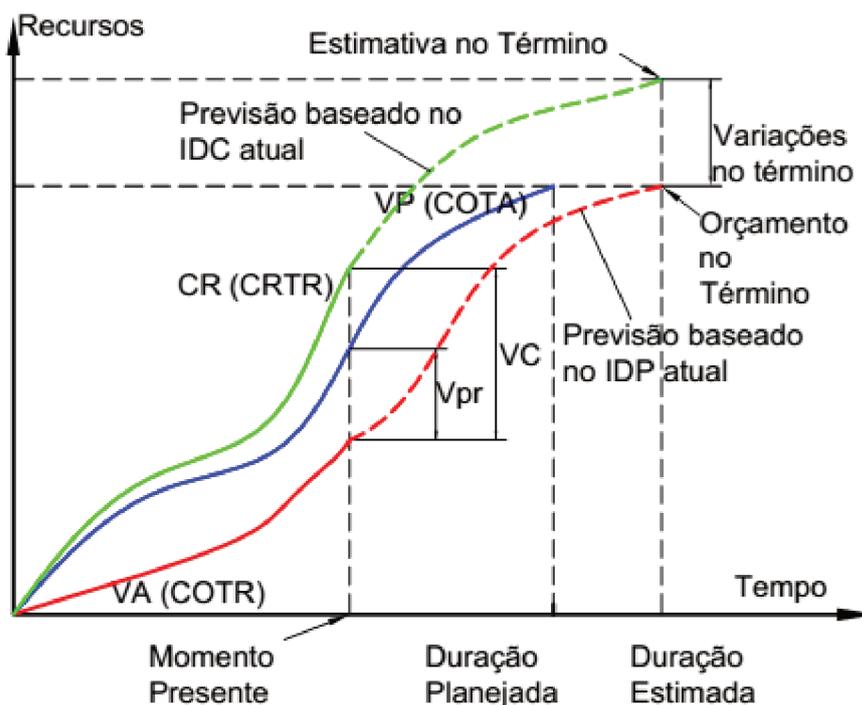
2.5.1.15 Curva S

Um projeto possui um nível de atividade semelhante ao exposto na Figura 2: um ritmo lento na fase inicial, ritmo rápido na fase intermediária e novamente ritmo lento na fase final. Esta curva pode ser denominada de curva S, que é a curva acumulada da distribuição percentual relativa à alocação de determinado fator de produção ao longo do tempo, podendo ser de avanço físico da obra, de trabalho, de equipamentos ou de custos (MATTOS, 2010).

Mattos (2010) comenta algumas interpretações que podem ser extraídas da curva: quando a curva está muito inclinada em direção ao eixo vertical, muitos recursos são dispendidos no início, o que pode incorrer em dificuldades de fluxo de caixa; quando ela está muito inclinada em direção ao eixo horizontal, poucos recursos foram dispendidos no início e o projeto pode estar atrasado.

A curva S demonstra o avanço físico do projeto e os recursos utilizados para a execução do projeto, servindo como um ótimo controle entre o previsto e o realizado.

Figura 6 - Curva S para Análise de Valor Agregado



Fonte: (CÂNDIDO; CARNEIRO; HEINECK, 2014)

Os indicadores da Análise de Valor Agregado são representados graficamente por meio de curvas S tal como exposto na Figura 6.

2.5.2 Análise de Duração Agregada

A duração agregada (ou Earned Duration – ED) consiste no produto da duração do projeto na data de status pelo IDP (JACOB; KANE, 2004 apud PALERMO, 2018).

$$DA = TR \times IDP \quad (18)$$

O criador do indicador, D. S. Jacob, também desenvolveu a seguinte equação para estimativa de término para prazo.

$$ENT_{DA} = TR + \frac{(DP - DA)}{FP} \quad (19)$$

Onde DP é a duração planejada pelo cronograma base do projeto e FP é o fator de performance, que pode ser equivalente a 1 quando o desempenho passado não é um bom indicativo para o futuro (Equação 19), igual a IDP quando o desempenho de prazo é um bom indicador para o futuro (Equação 20) e igual a IDPC quando o desempenho

de prazo e de custo é um bom indicativo para o futuro (Equação 21) (JACOB; KANE, 2003 apud PALERMO, 2018).

$$ENT_{DA} = DP + TR \times (1 - IDP) \quad (20)$$

$$ENT_{DA} = \frac{DP}{IDP} \quad (21)$$

$$ENT_{DA} = \frac{DP}{IDP \times IDC} + TR \times \left(1 - \frac{1}{IDC}\right) \quad (22)$$

2.5.3 PPC

Segundo Mattos (2010), a programação consiste na aplicação de um filtro no cronograma físico global de modo que contenha somente as atividades que serão executadas em curto e médio prazo, como semanas, quinzenas ou meses. A programação busca transferir com mais objetividade à equipe de produção o que deve ser feito agora.

Para se analisar os desvios na programação de médio e curto prazo, o indicador Percentual da Programação Concluído (PPC) demonstra a eficácia do planejamento por meio da seguinte equação:

$$PPC = \frac{\text{Quantidade de tarefas cumpridas no período}}{\text{Quantidade total de tarefas programadas}} \quad (23)$$

Quadro 2 - Causas para PPCs altos e baixos

PPC baixo	Produtividades baixas Desempenho das atividades abaixo do esperado Grande incidência de fatores imprevistos
PPC alto	Produtividades altas Execução fácil da programação

Fonte: adaptado de (MATTOS, 2010)

As causas para baixos e altos valores de PPC são apresentadas no Quadro 2 e indicam a influência principal da produtividade e na qualidade do planejamento na variação do indicador.

2.5.4 Histograma de Recursos

Recurso é definido por Mattos (2010) como o insumo necessário para a realização de uma atividade, sendo mão de obra, material, equipamento ou recurso financeiro. Inicialmente o gestor considera oferta ilimitada de recursos, porém, é conhecido que esta premissa não se verifica na realidade. Assim, o orçamento aloca os recursos por atividades e os distribui mensalmente por meio do cronograma físico, sendo nivelados por meio do deslocamento de atividades não-críticas de modo que se mantenha a demanda de recursos menor ou igual a oferta destes (MATTOS, 2010).

A alocação de recursos ao longo da duração da obra pode ser apresentada por histograma com as quantidades requeridas mensalmente ou por meio de curva S com a quantidade acumulada. O histograma pode trazer as seguintes considerações conforme a sua forma (MATTOS, 2010):

- a) Alternância de picos e vales no histograma atrapalha a logística e o controle operacional;
- b) Quanto mais achatado o histograma, melhor distribuídos estarão os recursos;
- c) Melhor distribuição dos recursos reduz custo com mobilização e desmobilização, gera menos desconfiância e maior segurança para a mão de obra, mantém o custo nivelado e melhora o fluxo de caixa da obra.

2.6 GESTÃO CONTRATUAL

A gestão de contratos é de suma importância para o gerenciamento de projetos de construção civil pois é o contrato quem dita todas as premissas adotadas no planejamento da obra, desde o cronograma com prazos estritamente exigidos pelo cliente, escopo de serviços a serem executados pela empreiteira até o preço dos serviços e sua forma de pagamento. Contrato é definido como “qualquer ajuste de vontade entre partes” e especifica o contrato de engenharia civil como aquele contendo cláusulas que definem o objeto do contrato e preço e prazo para que ele seja consumado (MUTTI, 2008).

Gómez (2006) afirma que o tipo de contrato a ser utilizado depende do conhecimento do escopo, do grau de responsabilidade da empreiteira, dos riscos envolvidos e sua divisão entre as partes e a urgência para operação do empreendimento. Gómez (2006) também discorre que a estrutura depende da divisão de responsabilidade pelo gerenciamento do projeto, da construção, da compra de materiais e do comissionamento, podendo ser assumido por um contratado ou dividido entre mais partes (contratante, consultora, contratada). O tipo de contrato também depende de qual será o mecanismo de pagamentos.

Quanto aos riscos, Gómez (2006) define-os como as probabilidades de insucesso, de determinada coisa em função de acontecimentos eventuais. Os riscos podem ser de mercado, financeiros, tecnológicos, de construção, operacionais, regulatórios, sociais, de concessão e de jurisdição.

Cada contrato possui seu próprio regime de execução que influencia na definição dos preços, Mutti (2008) classifica em três regimes:

- a) Assistência técnica: o proprietário gerencia a obra e os recursos necessários para ela;
- b) Administração direta: o proprietário gerencia a obra e contrata profissionais para a gerência técnica e administrativa;
- c) Empreitada: o cliente repassa as atividades para empreiteiros que, por sua vez, aplicam seus recursos na construção para posterior remuneração pelo cliente, sendo dividido em empreitada global se todas as atividades são assumidas por um só construtor e empreitada parcial se elas são divididas entre mais de um empreiteiro.

Deste modo, os preços podem ser dados por três regimes classificados por Gómez (2006):

- a) Preço global, em que o preço total é fixo e previamente estipulado e depende das quantidades totais de serviços a executar. Gómez (2006) afirma que este tipo de contratação é considerado ideal pelo proprietário pois requer menos provisões para eventuais variações, porém ele só se consegue caso o cliente forneça informações suficientes para a elaboração de uma proposta condizente com o que será executado. Neste caso, grandes variações do projeto executivo em relação ao projeto básico e a consecução de riscos

geológicos, geralmente assumidos pela contratante, podem impor dificuldades para o acerto entre as duas partes.

- b) Lista de materiais ou preços unitários, em que o valor é vinculado ao que foi efetivamente executado com base nos preços unitários propostos pela construtora. Este tipo de contratação impõe mais riscos ao cliente pelas quantidades serem estimadas, o que pode incorrer em pagamentos adicionais em caso de quantidades acima do previsto. Neste caso, o controle do escopo a ser executado é mais rígido pela contratante.
- c) Reembolso de custos, em que os custos efetuados pela construtora são levantados e reembolsados pelo cliente após a execução da obra. O contrato possui uma meta de custos que deve ser reajustada em caso de variação na quantidade de trabalho prevista. Este tipo de contratação visa impor à construtora velocidade na execução da obra, porém não incentiva a eficiência da contratada no controle de custos e na execução das tarefas.

Quanto às formas de pagamento, Gómez (2006) classifica em três formas:

- a) Pagamento no final do empreendimento, geralmente ligados ao regime de reembolso de custos, visando agilizar a execução da obra;
- b) Pagamentos mensais na medida em que o trabalho avança, ligados ao regime de preços unitários e comum em contratos de obras menores;
- c) Pagamentos por eventos de conclusão no processo de construção, que são definidos conforme a quantidade de material e trabalho dispendida para tal, ligados ao regime de empreitada por preço global. Os eventos são submetidos à análise do cliente quanto a sua consecução e o pagamento mensal é definido pelos eventos aprovados pelo cliente. Comumente as empreiteiras buscam acumular muitos eventos de pagamento menores no cronograma financeiro (ou eventograma) proposto ao cliente para garantir fôlego no fluxo de caixa no início da obra.

Com base nestes critérios, a *Federation Internationale Des Ingenieurs-Conseils (FIDIC)* classifica os contratos de engenharia civil em sete tipos conforme descreve Gómez (2006) abaixo:

- a) *Design-Bid-Build (DBB)*: contrato tradicional, onde “o proprietário assume todo o gerenciamento do projeto e contrata separadamente os serviços de engenharia, a aquisição de equipamentos e materiais e a construção propriamente dita. Neste caso, projetista e construtora não agem de maneira integrada.” Os riscos para esse contrato são médios para a empreiteira.
- b) *Design-Bid-Build Construction Management (DBB-CM)*: semelhante ao contrato do item (a), porém o cliente divide a responsabilidade pelo gerenciamento da construção com a empreiteira. Os riscos são considerados baixos para empreiteira devido à construtora também ter o gerenciamento sob suas mãos.
- c) *Design-Build (DB)*: a empreiteira assume a responsabilidade pelo projeto executivo e pela construção do empreendimento, cabendo ao proprietário apenas o desenvolvimento do projeto básico. Normalmente o critério de pagamento é por preço global. Os riscos são considerados altos para a empreiteira.
- d) *Engineer-At-Risk (EAR)*: variação do contrato do item (c) com o risco assumido quase totalmente pelo contratante. Os riscos são considerados mais altos para a empreiteira.
- e) *Design-Build-Operate (DBO)*: “o contratado assume a responsabilidade total sobre projeto, execução, comissionamento, testes de aceitação e operação do empreendimento a longo prazo.”
- f) *Build-Own-Operate-Transfer (BOOT)*: a empreiteira tem responsabilidade sobre o projeto, execução e operação até determinado período, quando deve transferir à contratante. Geralmente este tipo de contrato é utilizado em concessões públicas.
- g) *Engineering-Procurement-Construction (EPC) Turnkey Lump-Sum*: a empreiteira assume todas as responsabilidades pelo projeto, incluindo o projeto executivo, materiais, equipamentos, construção, montagem e colocação em operação e o gerenciamento de todas estas etapas. A empreiteira também assume quase todos os riscos envolvidos com o projeto, considerados muito altos para a empreiteira por assumir quase todas as responsabilidades sobre o empreendimento. Este tipo de contrato só pode ser realizado com preço global.

Com base no tipo de contrato, de preço e de forma de pagamento definidos, a gestão do contrato pela empreiteira age para absorver todas as responsabilidades que são destinadas à construtora, para garantir a consecução das obrigações do cliente, evitar a ocorrência de fluxo de caixa negativo e mitigar todos os riscos que por ventura possam ocorrer e que são absorvidos pelo contratado. Geralmente nestes contratos os riscos estão relacionados à engenharia no que concerne a variações do projeto executivo em relação ao projeto básico, à construção no que concerne a encontrar em campo variações nas condições pré-estabelecidas e à operação no que concerne à não atingir o escopo e critérios de aceitação estabelecidos pelo cliente. Como bem discorre Scaramucci (2012), eventuais riscos não mitigados podem resultar em aumento de custos à empresa e variações no planejamento da obra.

2.7 PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são definidas por ELETROBRÁS (2000) como usinas de geração de energia elétrica por aproveitamento hidráulico que possuem potência entre 1 e 30 megawatts (MW) e cuja área inundada pelo reservatório seja até 3,0 quilômetros quadrados (km²), considerando como premissa a cheia centenária. As vantagens destes empreendimentos são o baixo custo em comparação com as principais fontes de geração elétrica, reduzindo as tarifas de energia pagas pelos consumidores, o baixo impacto ambiental, ainda com a função de proteger as margens dos rios contra erosão e permitir o uso do reservatório para irrigação, piscicultura, lazer e abastecimento do município (ABRAPCH, [s.d.]), o menor tempo de construção e o baixo investimento inicial em comparação com usinas hidrelétricas (CARNEIRO; COLI; DIAS, 2017).

As PCHs podem ser classificadas em três critérios: quanto à capacidade de regularização do reservatório, quanto ao sistema de adução e quanto à potência instalada e à queda de projeto. Estas definições serão descritas adiante neste capítulo.

Quanto à capacidade de regularização, as PCHs podem ser:

- a) A fio d'água: quando as vazões de estiagem do rio são iguais ou maiores que a vazão turbinada necessária para que o gerador tenha a potência nominal instalada; neste caso, o volume do reservatório é desprezado e o vertedouro funciona durante quase todo o tempo, o que incorre em volumes menores de reservatório e por conseguinte, menor necessidade de barragens altas.

- b) De acumulação com regularização do reservatório, quando as vazões de estiagem são menores que a vazão necessária para a potência instalada, impondo que o reservatório garanta o adicional necessário de vazão durante o período de estiagem e por consequência, impõe que o projeto considere um volume maior de reservatório e barragens mais altas.

Quanto ao sistema de adução, as usinas podem ter adução longa, quando um canal é construído para conduzir a vazão d'água em baixa pressão até o conduto forçado, onde recebe alta pressão; ou adução curta, quando a tomada d'água está localizada na própria barragem e capta a água por tubulação em baixa pressão até o conduto forçado, onde recebe alta pressão.

Quanto à potência instalada e à queda de projeto, as PCHs podem ser de baixa (abaixo de 25 metros), média (entre 25 e 130 metros) ou alta (acima de 130 metros) queda de projeto. Para PCHs de média e alta queda de projeto, ELETROBRÁS (2000) discorre que a casa de força fica mais afastada do barramento a fim de aproveitar ao máximo a queda d'água, o que impõe um projeto considerando adução longa. Para PCHs de baixa queda de projeto, a casa de força se situa mais próxima da barragem para que não haja elevados custos com adução, optando-se pela adução curta.

Para a implantação de PCHs, ELETROBRÁS (2000) recomenda que o local tenha uma queda natural acentuada que, junto com a altura da barragem, proporcione uma queda bruta aproveitável para geração de energia, que haja boas condições geotécnicas para a fundação e que haja próxima a ela jazidas naturais de materiais de construção com quantidades que atendam a demanda da obra. A fim de que se obtenha todos os parâmetros para avaliação da atratividade econômica para implantação da PCH e por conseguinte calcule-se os principais parâmetros de projeto, uma série de estudos é demandada para isso.

2.7.1 Estudos Topográficos

A topografia deve determinar importantes parâmetros para o projeto, como a determinação da queda bruta (ou queda natural) disponível no local de implantação, do perfil do rio na seção de interesse, locação das áreas de implantação das estruturas para a obra, de empréstimo de solo e de jazidas de areia e cascalho, levantamento de volumes de solo, areia e rocha para uso na obra, levantamento da curva cota x área do

reservatório de modo que permita o cálculo do volume d'água represada conforme o nível máximo normal d'água à jusante desejado.

2.7.2 Estudos Geológicos e Geotécnicos

A avaliação das condições geológicas e geotécnicas do local de implantação da usina é um dos mais fundamentais para definição do arranjo da barragem e de suas estruturas para geração devido aos altos riscos envolvidos com as incertezas das condições do solo.

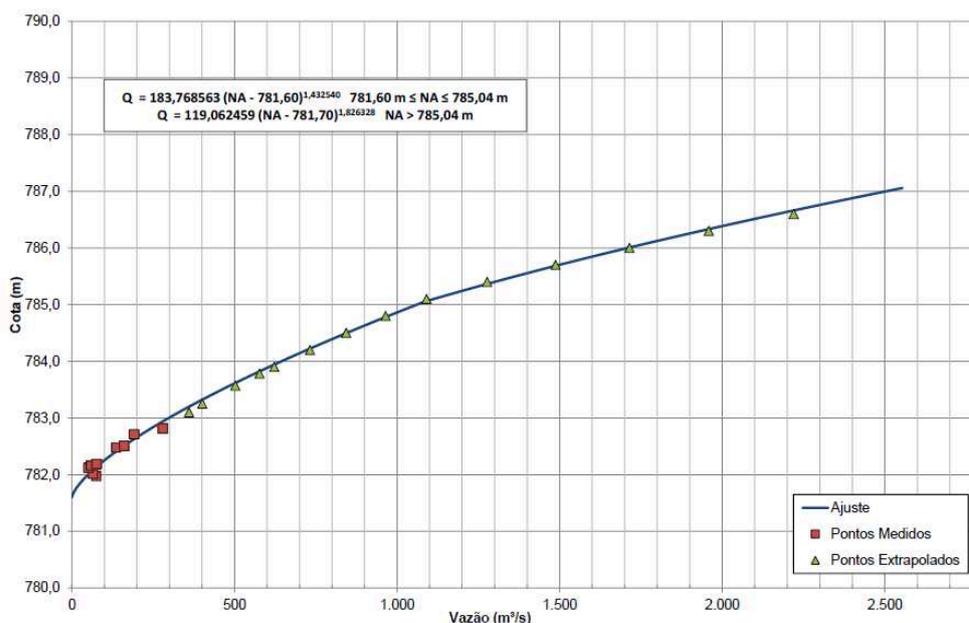
A investigação das condições das fundações e ombreiras na região das estruturas componentes da usina deve identificar locais onde houveram deslizamentos recentes, que devem ser evitados por não oferecerem boas condições de suporte, fundações permeáveis, como rochas muito fraturadas na direção do fluxo do rio, que devem ser tratadas com cortinas de injeções de calda de cimento para evitar a percolação de água pela fundação da barragem e ocorrências de material orgânico, que são inadequados para servirem como fundação. Encostas íngremes com pouca vegetação à montante do barramento devem ser verificadas e, se necessário, tratadas para evitar que o processo erosivo cause o assoreamento do reservatório, reduzindo a sua vida útil. (ELETROBRÁS, 2000). Para estas investigações devem ser realizadas sondagens e ensaios de resistência e de permeabilidade do solo.

A geologia também deve buscar caracterizar os solos para uso nas barragens de terra, a areia para uso nos concretos, filtros e drenos e as rochas para uso em enrocamentos, transições e agregados graúdos para o concreto. Os solos para uso nas barragens devem conter maior teor de argila com baixa plasticidade para que não sejam sujeitos à redução da resistência por fenômenos envolvendo água. Também deve ser considerada a utilização de solos somente acima do nível freático d'água para que sejam adequados à compactação e obtenção de resistência e densidades especificadas. As areias e rochas devem estar livres de impurezas orgânicos e finos que possam prejudicar suas funções nos drenos e concretos (ELETROBRÁS, 2000).

2.7.3 Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos fornecem os principais parâmetros para a definição do aproveitamento hidráulico, da potência do tipo de adução a ser utilizado, do arranjo da estrutura e dos equipamentos do circuito de geração e do vertedouro, da altura da barragem. Todas estas definições dependem basicamente de dois parâmetros principais: vazão d'água, que consiste no volume d'água que passa por uma determinada seção por segundo, e nível d'água (de montante e de jusante). Estes dois parâmetros são cruzados em um gráfico vazão descarregada x nível d'água intitulado de curva-chave, obtida de medições em estações fluviométricas, onde são feitas observações do nível d'água e medições da vazão descarregada.

Figura 7 - Curva-Chave da região do canal de fuga da PCH em estudo - Rio Verde - Varginha (MG)



Fonte: (OTSUKI, 2016)

As estações fluviométricas a serem investigadas devem ser localizadas à jusante do canal de fuga para que seja feita a definição dos níveis de estanqueidade da casa de força, do nível de afogamento do rotor das turbinas, por meio das vazões mínimas anuais, e auxiliar no dimensionamento das estruturas de dissipação do vertedouro, por meio das vazões médias mensais, e à montante do futuro barramento para investigar a série de vazões descarregadas.

A curva-chave é obtida para valores pequenos de vazões e de níveis d'água, porém, para o dimensionamento de estruturas do circuito de geração, do vertedouro e do reservatório, deve ser considerado vazões extremas para grandes tempos de recorrência de modo que garanta a segurança e a funcionalidade da estrutura. Para isso, a curva-chave é extrapolada por métodos probabilísticos para que se obtenha intervalos extremos de leitura. Outro método para identificar valores extremos está relacionado com a curva de permanência, que relaciona a vazão ou o nível d'água com a sua probabilidade de ocorrerem valores iguais ou superiores, fornecendo subsídios para o cálculo do enchimento do reservatório, operação da usina, definição da potência de unidades geradoras e estudos para o desvio do rio. Em caso de impossibilidade de medições por estações fluviométricas próximas ao local de implantação, pode-se regionalizar valores de estações mais próximas da área.

A avaliação de deposição de sedimentos no leito do rio deve balizar o cálculo do nível d'água à montante e o volume de reservatório, levando em conta o baixo volume em PCHs e o fato do barramento alterar a velocidade da corrente d'água no trecho a montante da barragem, acelerando o processo de deposição de sedimentos e consequente assoreamento, que leva a redução da vida útil do reservatório.

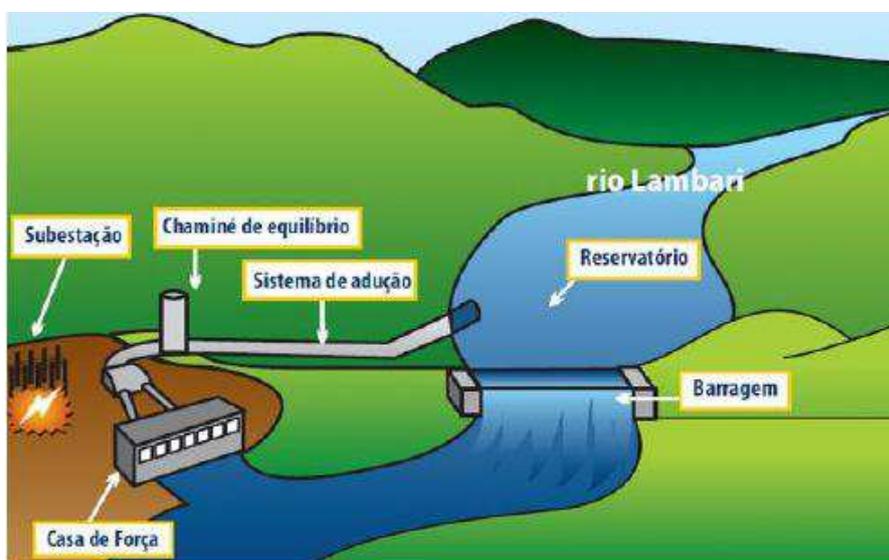
Com base na curva cota x área do reservatório, curva-chave e série histórica de vazões do local de implantação da PCH, obtém-se os principais parâmetros para a definição do projeto da usina:

- a) Nível d'água máximo de montante, que define a altura da barragem, a área do reservatório e a queda bruta d'água a ser aproveitada para geração;
- b) Nível d'água mínimo de montante ou depleção máxima, definindo a mínima queda bruta para aproveitamento hidráulico de acordo com a série de vazões mínimas à montante e também à jusante da barragem; este estudo é considerado somente para PCHs com regime de regularização do reservatório.
- c) Potência instalada, que depende da vazão média máxima de montante e do nível máximo normal de montante e de jusante; maiores potências incorrem em maiores estruturas de adução (tomada d'água e conduto forçado) e de geração (casa de força e unidades geradoras);
- d) Queda bruta, que equivale a diferença entre o nível d'água normal de montante e o nível d'água normal de jusante, influenciando na potência instalada;
- e) Queda líquida disponível, que equivale à queda bruta descontada das perdas de carga na adução e condução até a turbina.

2.7.4 Arranjos das Estruturas

Para locais com média ou alta queda natural, o barramento localiza-se a montante da queda, com vertedouro e tomada d'água, e a casa de força fica afastada da barragem para aproveitar a queda d'água, fazendo com que a adução seja longa e composta por trecho com canal de baixa pressão e trecho com conduto forçado de alta pressão. Entre estes trechos há uma célula de carga ou chaminé de equilíbrio (ELETROBRÁS, 2000).

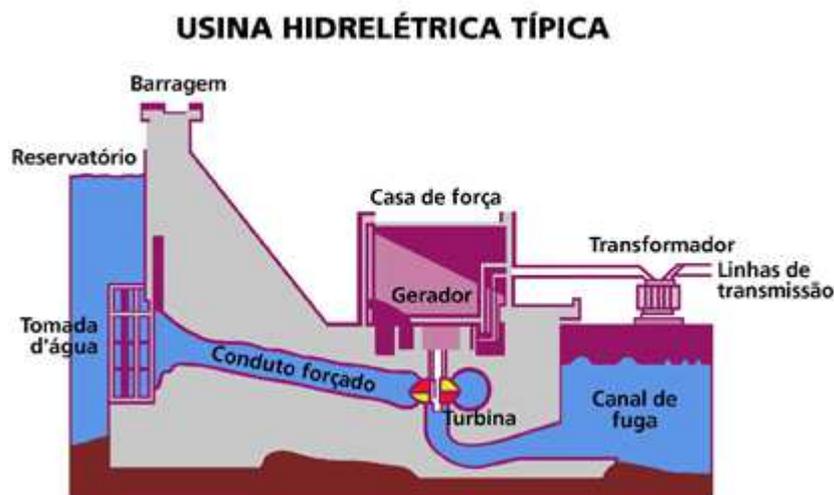
Figura 8 - Arranjo esquemático da PCH Cristina com adução longa



Fonte: (ALBARELLO, 2014)

Em terrenos sem queda natural localizada, a queda é gerada pela barragem e deste modo, não há necessidade de afastar a casa de força do pé da barragem. A adução é feita pela tomada d'água incorporada ao barramento.

Figura 9 - Esquema típico de PCH com adução curta



Fonte: (PCH PARACAMBI, [s.d.])

Quanto ao tipo de barragem, ELETROBRÁS (2000) discorre que em vales muito encaixados devem ser utilizadas barragens de concreto, enquanto em planícies amplas são utilizadas barragens de terra, mistas ou de enrocamento. Em caso de solo bastante espesso e fundação mais rígida, as barragens são somente de terra, com seção homogênea; do contrário, se o solo for menos espesso e a fundação menos rígida, a barragem pode ser de seção mista (enrocamento e núcleo argiloso) ou de enrocamento, dependendo da disponibilidade de materiais no local.

Quanto ao tipo de vertedouro, o arranjo pode ser por um canal lateral com soleira vertedoura a jusante, sendo este mais comum; por sobre o próprio corpo da barragem ou através da combinação dos dois anteriores.

2.7.5 Principais Estruturas

A barragem tem a função de represar a água, permitindo a formação de um reservatório que garante vazões e queda bruta relativamente constantes durante todo o ano no caso de PCHs com regime de regularização e também garantindo o nível d'água necessário para alimentar a tomada d'água. Em PCHs de baixa queda, o barramento também gera a queda necessária para a geração da energia demandada. As barragens podem ser de terra, sendo normalmente de solo argiloso, de enrocamento, de seção mista (núcleo argiloso protegido por camada de enrocamento compactado), de concreto convencional ou de concreto compactado a rolo (CCR), sendo esta do tipo muro-

gravidade (peso próprio resiste à pressão d'água do reservatório e à subpressão da água que infiltra pela fundação). Para barragens de terra, a proteção externa com enrocamento lançado, também chamado de rip-rap, na face de montante e com revestimento vegetal na face de jusante é comum; também são incluídos drenos ou filtros de areia no núcleo para conduzir a água que por ventura percole pela barragem com segurança para o pé da barragem, que contam com drenos de pé para expulsar a água, evitando o fenômeno de *piping* que desestabiliza o barramento. A fim de controlar estes comportamentos da barragem, um sistema de instrumentação com piezômetros, medidores de nível d'água e de vazão é instalado ao longo do barramento.

O vertedouro é a estrutura que extravasa o excesso de água do reservatório em períodos de grandes vazões à montante da barragem. O vertedouro conta com comportas de serviço para controle das vazões vertidas em seus vãos, sendo adotadas do tipo segmento, cujo movimento é comandado por equipamentos denominados servomotores que movimentam uma viga de munhão, que rotaciona os braços conectados à comporta para abrir ou fechar o vão, e também comportar de manutenção, sendo adotadas do tipo ensecadeira e operadas com água parada (FARIA; LUCCA, 2016). As comportas deslizam por guias metálicas chumbadas no concreto nas extremidades laterais. À jusante da soleira, pode-se contar com uma estrutura em degraus para dissipação de energia para restituição das águas ao leito do rio (ELETROBRÁS, 2000).

A tomada d'água é a estrutura inicial do circuito de adução que capta a vazão d'água para ser turbina e gerar energia elétrica. Segundo ELETROBRÁS (2000), a estrutura deve ser localizada junto à margem do reservatório em trechos retos para evitar deposição de sedimentos que reduzam a eficiência da adução (em caso de grande deposição de sedimentos, pode ser previsto um desarenador à montante da tomada d'água). A tomada d'água é dimensionada considerando a vazão máxima de montante de projeto. Junto ao reservatório, a estrutura é protegida por grades para impedir a entrada de corpos que possam danificar os equipamentos de geração; estas grades são limpas por rastelo limpa-grades que são movimentados pelo pórtico rolante localizado acima, na cota da barragem. A tomada d'água geralmente conta com uma comporta de emergência do tipo vagão para acionamento em caso de inundação da casa de força e uma comporta de manutenção do tipo ensecadeira para as paradas de manutenção das unidades geradoras.

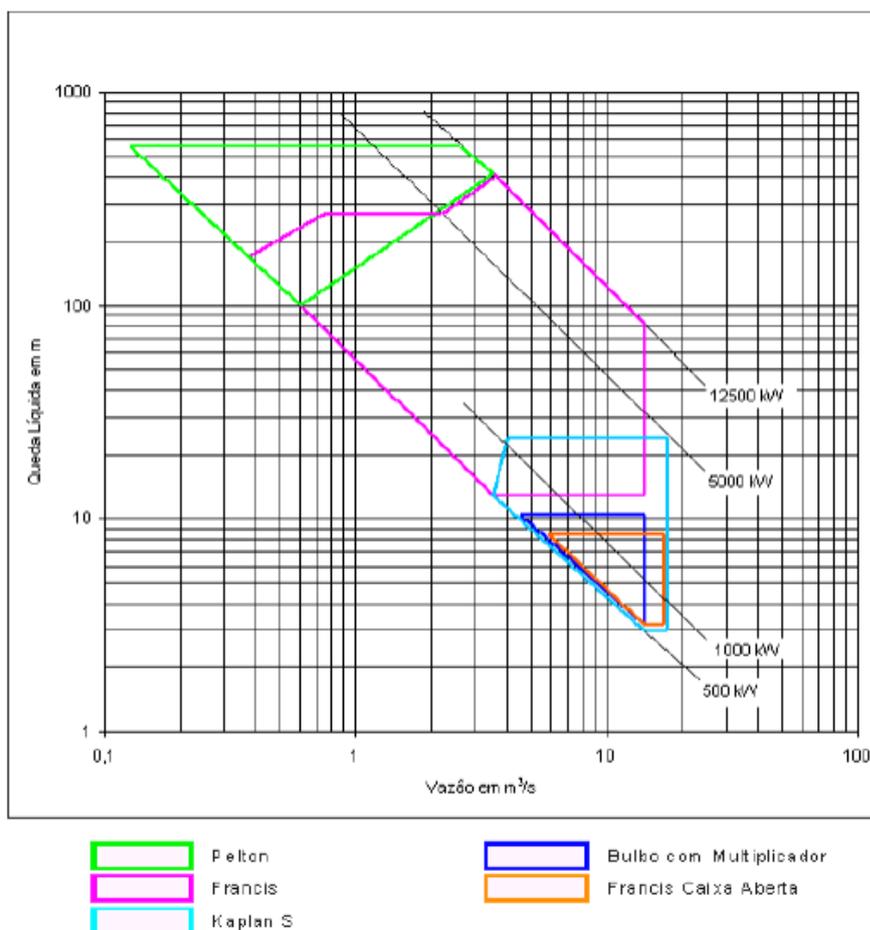
O conduto forçado é a estrutura, que pode ser de aço, concreto armado ou ferro fundido, que conduz a vazão d'água do sistema de adução para cada uma das unidades geradoras. O conduto deve ter sua espessura e diâmetro dimensionados conforme a vazão de projeto para cada unidade geradora e a perda de carga imposta pela passagem d'água no conduto. A estrutura é apoiada em blocos de concreto que podem ser de apoio, quando o conduto pode deslizar pelo bloco, ou de ancoragem, quando o conduto se ancora no bloco.

A casa de força é a estrutura principal da PCH, onde estão instaladas as unidades geradoras, painéis elétricos, equipamentos mecânicos, unidades hidráulicas e transformadores para geração e transmissão da energia para a subestação elevadora. A casa de força deve contar com área para montagem dos equipamentos eletromecânicos, principalmente turbina e gerador, ponte rolante para os trabalhos de montagem e manutenções programadas e local para sala de operação, este normalmente locado em cota superior às unidades geradoras. A localização da casa de força deve levar em conta o nível d'água máximo, normal e mínimo de jusante para definição da cota da turbina. Os acessos à casa de força devem garantir o acesso dos equipamentos eletromecânicos à área de montagem (ELETROBRÁS, 2000).

O canal de fuga é o canal pelo qual a vazão turbina é restituída ao rio, estando à jusante do tubo de sucção da turbina (ELETROBRÁS, 2000). Sua execução envolve a escavação do leito do rio à jusante da casa de força e formação de uma rampa ascendente que dissipe parte da energia descarregada, e seu dimensionamento depende da vazão d'água que deve ser descarregada à jusante e do nível d'água mínimo de jusante de modo que evite cavitação da turbina.

A unidade geradora é formada pela turbina e pelo gerador que estão conectados pelo mesmo eixo. A turbina é dimensionada pela velocidade de rotação, que por sua vez depende da potência nominal, da vazão turbinada de projeto, da queda líquida e do tipo de turbina e de gerador adotados (ELETROBRÁS, 2000).

Figura 10 - Ábaco para determinar tipo de turbina



Fonte: (ELETROBRÁS, 2000)

O tipo de turbina é escolhido conforme ábaco que relaciona a queda líquida disponível e a vazão nominal aproveitável.

Os geradores tem sua potência calculada pela potência disponível no eixo do rotor da turbina e depende do rendimento do gerador. A escolha do gerador também depende da tensão de geração adotada, que influencia nos cabos ou barramento condutores da energia advindos da casa de força para o transformador elevador, que deverá ter potência igual ou maior que a potência nominal do gerador. O transformador elevador fica localizado na subestação, que possui disjuntores, chaves seccionadoras, transformadores de potencial e de corrente, todos estes suportados por estruturas de concreto. O transformador eleva a tensão de geração para a tensão de transmissão e conecta-se a linha de transmissão, que leva a energia gerada para a subestação mais próxima.

Além disso, os equipamentos eletromecânicos são ligados a sistemas para proteção, para supervisão e controle, auxiliares elétricos e auxiliares mecânicos, de aterramento e de telecomunicações.

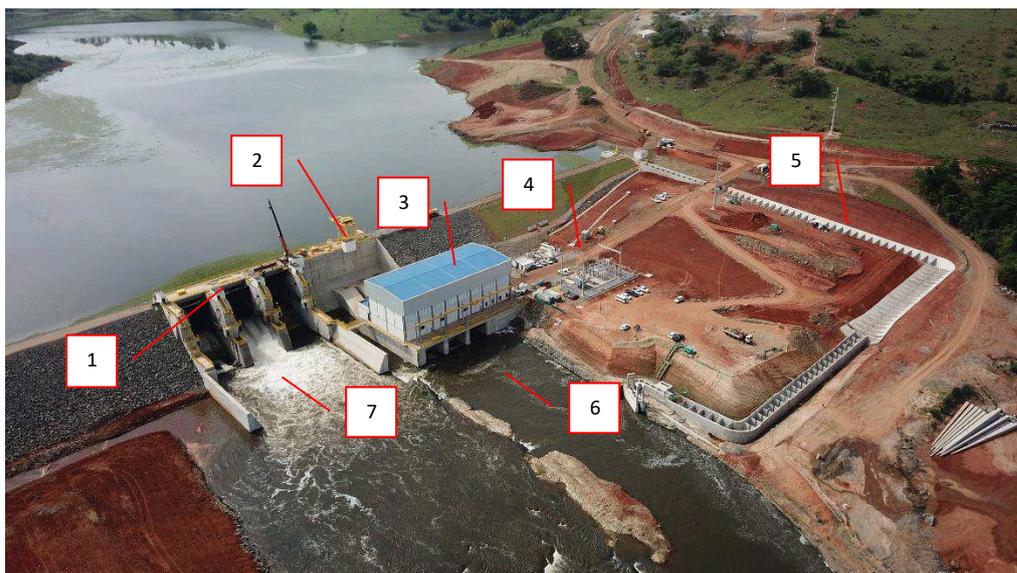
3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO DO TRABALHO

3.1 INFORMAÇÕES GERAIS DA OBRA

A PCH que será objeto de estudo deste trabalho está localizada no município de Varginha (MG), sendo implantada no Rio Verde, pertencente à sub-bacia hidrográfica do Rio Grande e bacia hidrográfica do Rio Paraná, nas coordenadas geográficas 21° 36' 15" de latitude Sul e 45° 27' 01" de longitude Oeste, a cerca de 60 quilômetros a montante da confluência com o reservatório de Furnas. A distância em relação à área urbana de Varginha é de 24 quilômetros.

A potência instalada será de 29,90 MW, com casa de força semi abrigada contendo três unidades geradoras com conjuntos turbina-gerador diretamente acoplados e de eixo horizontal, tipo Kaplan S, de potência 9,97 MW cada, cuja energia será interligada ao sistema elétrico nacional por subestação elevadora de tensão 138 quilovolts (Kv) locada à jusante da casa de força e que se conectará à linha de transmissão até a subestação mais próxima em Varginha. O barramento terá um comprimento total de aproximadamente 430 metros, sendo 345 metros em barragem de terra/enrocamento e 85 metros em barragem de concreto, incluindo o vertedouro e o circuito de geração, localizados à margem esquerda do rio.

Figura 11 – Vista Geral da PCH objeto de estudo



Fonte: empreiteira responsável pela obra

São apresentados na Figura 11 o vertedouro (1); a tomada d'água (2); a casa de força (3); a subestação (4); o Sistema de Transposição de Peixes (STP) (5); o canal de fuga (6); e a bacia de dissipação (7).

3.2 ANÁLISE DO PROJETO BÁSICO

A análise do projeto básico da PCH foi feita nos documentos do projeto básico consolidado e memorial descritivo deste projeto elaborado por Otsuki (2016).

3.2.1 Estudos Hidrológicos

A área de drenagem da PCH objeto do estudo foi calculada em 6.248 km², delimitado pelas áreas que contribuem com escoamento de água em direção ao rio Verde na região de construção da usina. Com base nesta área e na série histórica de vazões médias mensais registradas em posto fluviométrico localizado próximo à futura área da usina, verificou-se que a vazão média mensal mínima na bacia da PCH é de 14,2 m³/s, a vazão média mensal normal é de 121,1 m³/s e a vazão média mensal máxima é de 541,3 m³/s.

Também com base nestes dois parâmetros, foi obtida a vazão máxima instantânea no ano para o tempo de recorrência de 10.000 anos, equivalente a 2.555 m³/s, sendo esta premissa básica para o dimensionamento dos vãos do vertedouro conforme ELETROBRÁS (2000).

A área e o volume do reservatório são calculados conforme a extrapolação de levantamentos altimétricos e topográficos do cálculo de áreas e volumes compreendidos em cada cota altimétrica do terreno. Assim, para a cota do nível d'água normal de montante de 800,00 metros e cota de fundo do reservatório em 782,8 metros (quase equivalente ao nível d'água máximo de jusante), a área do reservatório deve ser de 1,12 quilômetros quadrados (km²) e o volume de água deve ser de 8.800.000 metros cúbicos (m³), sendo operado no regime a fio d'água devido às grandes vazões do rio mesmo em períodos de estiagem (o que justifica o reservatório pequeno em relação a capacidade de geração da usina). O pequeno volume do reservatório implica em possíveis problemas futuros de assoreamento e conseqüente redução no volume d'água represado, estando sujeito às suas conseqüências após 20 anos de operação (OTSUKI, 2016, p. 126).

A queda bruta é de 17,37 metros, considerada baixa pelos padrões de ELETROBRÁS (2000), com nível d'água máximo normal de montante na cota de 800,00 metros e o nível d'água normal de jusante na cota de 782,63 metros. Para a geração de 29,9 MW de potência, o projeto considera 0,57 metros de perda hidráulica, resultando em queda líquida de projeto de 16,80 metros.

3.2.2 Estudos Geológicos e Geotécnicos

A área onde foi construída a PCH possui um perfil geotécnico que garante boa estanqueidade na área do reservatório, com baixa permeabilidade pelas fundações. Porém, na região do eixo do barramento, identificou-se a necessidade de cortina de injeção de calda de cimento com adição de bentonita hidratada, pozolana e areia devido ao grau de fraturamento do gnaiss sobre o qual está assentada a barragem.

O perfil geotécnico demonstra que a área possui quantidades suficientes de materiais argilosos e silto-arenosos para execução das barragens de terra e de núcleo argiloso e enrocamento, o que reduz os custos com transporte dos materiais. Também as escavações de gnaiss podem garantir o fornecimento de brita para o concreto, enrocamento, rip-rap e transição para a barragem. Porém, quanto à areia, vê-se que o perfil geotécnico indica somente areia fina siltosa nos solos aluvionares, o que não é recomendado devido a contaminação por silte e matéria orgânica. Portanto, deve ser considerada a compra ou exploração de areia em áreas a cerca de 10 quilômetros da obra. (OTSUKI, 2016, p. 147).

Os estudos também apresentam as condições para as fundações das estruturas da PCH, influenciando nas linhas de escavações:

a) Para o muro de ligação, localizado entre o vertedouro e a tomada d'água, a fundação deverá ser no maciço de gnaiss são ou pouco alterado, exigindo escavação comum de solo aluvionar e escavação de parte do gnaiss pouco alterado até a cota 781,30 metros.

b) Para a tomada d'água, a estrutura deve se assentar sobre o maciço de gnaiss são na cota 784,00 metros, exigindo escavação comum de grande volume de solo aluvionar e solo residual jovem e escavação de pouco volume de rocha alterada. Também nesta área, assim como em todo o eixo do barramento, devem ser feitas injeções de calda de cimento devido ao fraturamento do gnaiss e tratamento dos taludes em rocha por meio de concreto projetado.

c) Para o vertedouro, a estrutura deve ter sua fundação nas cotas 782,3 metros na região de montante e 769,5 metros na região de jusante, exigindo escavação de grande volume de rocha alterada nesta área, injeções de calda de cimento para tratamento de infiltrações e regularização com concreto magro.

d) Para a barragem de enrocamento e núcleo argiloso sobre o leito do rio e na margem direita, as fundações são locadas sobre o maciço de gnaiss, exigindo escavação de grande volume de solo aluvionar no leito do rio e de pequeno volume de solo coluvionar na margem direita e dos tratamentos de fundação já citados anteriormente.

e) A barragem de terra (argila) da margem esquerda se assentará sobre o maciço de gnaiss são entre a cota 780,05 m e 782,00m, exigindo remoção de grande volume de solo coluvionar, residual maduro, residual e jovem e parte do gnaiss alterado de modo a garantir a atingir a região resistente da rocha. Esta área representa o grande volume de escavação, o que pode influenciar no cronograma físico da obra.

f) Para o circuito de geração, a escavação deve atingir a fundação de gnaiss são e pouco fraturado entre as cotas de 780,50 metros à montante e de 768,90 metros à jusante, exigindo escavação de grande volume de solo aluvionar, solo residual jovem, solo residual maduro e de grande volume de gnaiss pouco alterado, o que confere grande dificuldade executiva e possível gargalo para o cronograma físico da obra. Nesta área, os taludes em rocha recebem tratamento com concreto projetado e os taludes em solo recebem tratamento de drenagem com eventuais barbacãs ou drenos horizontais profundos se necessários e cobertura vegetal.

g) Para o canal de fuga, a fundação deve estar locada na cota de 779,50 metros sobre gnaiss são, o que exige escavação de grande volume de solo residual maduro e gnaiss pouco alterado, incorrendo em necessidade de detonações de rocha e planos de fogo devido a maior dificuldade executiva.

h) Para a subestação, a escavação deve atingir a camada de gnaiss pouco alterado, necessitando remover camada de solo coluvionar e trechos de solo residual maduro.

3.2.3 Ensecadeira de primeira fase

A primeira fase da obra consiste no desvio do fluxo do rio no braço esquerdo para o braço direito para que seja executada a barragem de terra da margem esquerda e

as estruturas de concreto, sendo necessária a execução de uma ensecadeira até a cota 784,30 metros à montante e 786,40 metros à jusante. A sua execução consiste no lançamento de um cordão de enrocamento paralelo ao fluxo no trecho de montante, posteriormente lançamento de camada de transição ampla e solo à jusante do barramento até o seu trecho de jusante e por fim, vedação com solo compactado para proteção contra o fluxo do rio.

A ensecadeira de primeira fase, que se mantém entre abril/2017 e maio/2018, enfrenta tanto o período de estiagem, entre junho e outubro, quanto o período de cheias, entre novembro e maio; portanto, foi dimensionada para o período de cheias de modo a suportar a velocidade de escoamento da água e nem ser galgada pelas vazões máximas do rio com tempo de recorrência de 50 anos, considerando-se vazão de 1.280 m³/s.

3.2.4 Ensecadeira de segunda fase

A segunda fase consiste no desvio do fluxo do rio para o braço esquerdo do rio por meio dos três vãos do vertedouro, já liberados para operação, de modo que permita a execução da barragem da margem direita. Assim, são executadas duas ensecadeiras: uma de montante, na cota 788,70 metros e com largura de 8,50 metros, e outra de jusante, na cota 784,00 metros e com largura de 6,50 metros.

A sequência executiva das ensecadeiras inicia com a remoção do material orgânico, solo aluvionar e argiloso da fundação da ensecadeira (devido às ensecadeiras serem incorporadas a barragem da margem direita), lançamento de enrocamento à jusante (para a ensecadeira de montante) e à montante (para a ensecadeira de jusante) e posterior lançamento de camada de transição ampla e solo partindo de jusante para montante (na ensecadeira de montante) e de montante para jusante (na ensecadeira de jusante).

Como a ensecadeira está sujeita ao fluxo direto do rio somente entre maio/2018 e outubro/2018, o seu dimensionamento foi feito para o período de estiagem com tempo de recorrência de 50 anos, considerando-se a vazão máxima de 310 m³/s.

3.2.5 Vertedouro

Conforme preconiza ELETROBRÁS (2000), o vertedouro da PCH foi dimensionado para garantir a passagem da vazão máxima instantânea em tempo de

recorrência de 10.000 anos equivalente a 2.555 m³/s, considerando o seu controle por comportas do tipo segmento, a sua seção do tipo gravidade, execução em concreto armado de primeiro estágio e com paramento de montante vertical e de jusante com escada para dissipação de parte da energia. Estes paramentos são revestidos com concreto de segundo estágio de modo a evitar infiltrações pela estrutura. (OTSUKI, 2016).

Assim, o vertedouro possui três vãos com três comportas segmento na cota 784,50 metros, à montante, com largura igual a 11,2m e altura igual a 11,5 m, de modo a controlar a vazão pelo circuito de geração e o nível do reservatório; estas comportas possuem formato semicircular e são sustentadas por braços radiais, que, por sua vez, são sustentados pelas suas vigas de munhão. A viga é controlada por dois servomotores de comando que permitem a movimentação da comporta, cujo controle ocorrerá nas centrais hidráulicas localizadas sobre o vertedouro, na cota da barragem.

O vertedouro também possui uma comporta ensecadeira do tipo deslizante com largura de 11,2 metros e altura de 16,4 metros, manobrada por viga pescadora, que por sua vez está conectada ao pórtico rolante da tomada d'água e do vertedouro com gancho com capacidade de suportar 25 toneladas; a função da comporta é permitir manutenções e reparos das comportas segmento (também é utilizada para o esgotamento do vão na fase final da obra para permitir a concretagem das soleiras alteadas). A comporta é armazenada no poço de estocagem localizado no muro de ligação.

Sua crista está na cota 788,5 metros, enquanto a soleira está na cota 779,00 metros à montante e 771,00 metros à jusante, contendo um paramento de jusante de 3,00 metros para dissipação da energia das vazões vertidas. A jusante deste paramento, há a bacia de dissipação da energia restante, com fundo na cota 774,00 metros e 37,5 metros de comprimento até atingir a cota 779,5 metros em rampa com inclinação 1,0V:4,0H. (OTSUKI, 2016, p. 195).

3.2.6 Tomada d'água

O circuito de geração da PCH em estudo se inicia à montante na tomada d'água, cuja estrutura consiste em três vãos (um para cada unidade geradora) que são dotados de grades, rastelo limpa-grades, ranhuras para instalação de comporta ensecadeira do tipo deslizante e três comportas do tipo vagão. Ela está localizada à esquerda do vertedouro (OTSUKI, 2016, p. 189).

As grades se deslocam por guias e são retirados para manutenção com auxílio de viga pescadora, que por sua vez é movimentado pelo gancho do pórtico rolante localizado na cota da barragem. O rastelo se movimenta em toda extensão das grades por meio do pórtico rolante. A comporta ensecadeira também é manobrada com auxílio de viga pescadora e permite o esgotamento à jusante dela para permitir a manutenção das comportas vagão. Por sua vez, estas comportas funcionam por rolamento sobre rodas e guias no sentido vertical, manobradas por um servomotor comandado por central hidráulica localizada sobre o coroamento da tomada d'água (OTSUKI, 2016, p. 192).

A cota da soleira da tomada d'água é 781,00 metros e a cota de coroamento é 802,00 metros, sendo a mesma do barramento.

3.2.7 Galerias de Adução e Conduitos Forçados

A conexão da tomada d'água com a casa de força ocorre por galerias de adução de concreto armado, de formato quadrada com dimensão de 4,7 metros e 0,6 metros de espessura de parede, conectados ao conduto forçado com 4,5 metros de diâmetro e que é envelopado em concreto até a entrada na casa de força (OTSUKI, 2016, p. 188).

3.2.8 Casa de Força

A casa de força da PCH em estudo é do tipo semi abrigada, implantada na margem esquerda do rio e composta por três blocos de 33,6 metros de comprimento e largura total de 32,5 metros (OTSUKI, 2016, p.193), e recebe as três unidades geradoras do tipo Kaplan "S", com potência unitária da turbina equivalente a 10,300 MW e do gerador equivalente a 11,075 MW que gera energia na tensão média de 13,8 kV. O rendimento de projeto da turbina é de 93,00% e do gerador é de 97,50%. As unidades foram dimensionadas conforme o nível d'água de montante fixo, nível d'água de jusante variável, perdas hidráulicas no circuito de adução e considerando a relação custo-benefício entre o aumento na capacidade energética contra os custos para este aumento. A potência média gerada pela PCH é de 15,80 MW, considerando as vazões médias turbinadas, e a potência instalada e máxima é de 29,90 MW, considerando vazão máxima turbinada de 212,8 m³/s (OTSUKI, 2016, p. 171).

A cota de instalação da turbina é de 777,49 metros e a do gerador é de 778,52 metros. A casa de força conta também com os seguintes equipamentos e sistemas:

- a) painéis elétricos de controle das unidades geradoras;
- b) área de montagem locada na cota 789,00 metros contendo sala de cubículos de média tensão, de grupo gerador de emergência, de auxiliares elétricos, de controle, de telecomunicações, copa, depósito de materiais elétricos, sala de reunião e banheiros e ponte rolante com capacidade de movimentar 71 toneladas na casa de força;
- c) bombas de esgotamento submersíveis para esgotamento dos tubos de sucção em necessidade de manutenção das unidades geradoras;
- d) sistema de água de serviço e de resfriamento;
- e) sistema de ar comprimido de serviço;
- f) sistema de água potável e esgoto sanitário;
- g) sistema de proteção contra incêndio;
- h) sistema de medições hidráulicas;
- i) sistema digital de supervisão e controle;
- j) sistema de proteção contra surtos de tensão, sobrecorrentes e demais possíveis problemas com as unidades geradoras;
- k) sistema com central fechada de TV (CFTV);
- l) sistema de telecomunicações;
- m) sistema de iluminação;
- n) sistema de vias para cabos e condutores;
- o) sistema de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas (SPDA).

3.2.9 Tubos de sucção e canal de fuga

As vazões turbinadas são conduzidas para fora da casa de força por meio de três tubos de sucção com vão 7,50m cada, na cota 770,80 metros, dotados cada um de comporta ensecadeira do tipo deslizante movimentada por viga pescadora, que por sua vez é movimentada por gancho com capacidade de 50 toneladas da talha elétrica instalada no lado externo da casa de força em sua área à jusante. As comportas ensecadeiras têm a função de possibilitar o esgotamento das turbinas em caso de paradas para manutenção (OTSUKI, 2016, p. 196).

O tubo de sucção conduz a água até o canal de fuga na cota 770,50 metros, direcionando o fluxo para a cota de 779,50 metros em 150 metros de comprimento. A largura é de 27,60 metros e ainda à sua jusante há um canal de ligação com largura de 50 metros que transpõe o rio Verde de seu braço esquerdo para o braço direito, buscando equilibrar o nível d'água do rio em seus dois braços.

3.2.9 Barragem Margem Direita

A barragem sobre o leito do rio na margem direita é de núcleo argiloso com camadas de enrocamento nas suas duas faces, com extensão de 120 metros. A transição da barragem de terra com o vertedouro será feita por muro de aproximação de concreto. Entre o vertedouro e o circuito de geração será construído um muro de ligação.

A barragem sobre o leito do rio é composta por solo argiloso compactado em talude 1V:0,2H à montante e em talude 1V:0,5V à jusante em sua ombreira direita, protegido por camada de enrocamento compactado em talude 1V:1,5H à montante e à jusante. O talude é protegido por enrocamento lançado (rip-rap) a partir da cota 798,50 metros à montante e a partir da cota 784,00 metros até a cota 788,90 metros à jusante. A crista está na cota de 802,00 metros, tem largura de 6,00 metros e é protegida por revestimento primário com espessura final de 30 centímetros. Entre o enrocamento e o núcleo argiloso, há drenos com 1,50 metros de diâmetro em direção à jusante composto por areia de filtro para evitar a percolação de água pelo núcleo da barragem, além de transição ampla na face de montante e transição fina compactada e transição grossa na face de jusante.

A barragem de terra à margem direita do rio é composta somente por solo argiloso compactado em talude 1V:2H nas suas duas faces. A proteção é feita por drenos e filtros com areia na sua face de jusante, conduzindo a água para o seu tapete drenante sobre a fundação, e por enrocamento lançado (rip-rap) na face de montante a partir da cota 798,30 metros.

A barragem margem direita possui sistema de instrumentação com 11 piezômetros do tipo Casagrande, 3 piezômetros do tipo pneumático, 7 marcos superficiais e 1 medidor de vazão para controle dos níveis freáticos da barragem à montante e à jusante. Além disso, no pé da barragem à jusante, há uma trincheira

drenante e um medidor de vazão para melhor controle da percolação de água pela fundação nesta região.

3.2.10 Barragem Margem Esquerda

O barramento sobre o leito do rio no seu braço esquerdo possui 50 metros, sendo composto de núcleo argiloso e enrocamento compactado. O núcleo argiloso é compactado em talude 1V:0,25H na sua face de montante e em talude 1V:0,4H na sua face de jusante. Sobre a face de montante, o núcleo é protegido por camada de transição ampla, enrocamento compactado em talude de 1V:1,5H e enrocamento lançado (rip-rap) a partir da cota 798,50 metros. Sobre a face de jusante, o núcleo é protegido por filtro de areia e camadas de transição fina compactada e transição grossa conectadas ao tapete drenante sobre a fundação e por enrocamento compactado em talude de 1V:1,5H.

A barragem de terra na margem direita do rio possui 125 metros constituídos somente por solo argiloso compactado. O trecho composto somente por solo argiloso é compactado em talude 1V:2H nas suas duas faces, proteção de enrocamento lançado (rip-rap) a partir da cota 798,50 metros na sua face de montante e proteção com revestimento vegetal na sua face de jusante. No seu núcleo há um dreno de areia de filtro com 2,30 metros de largura conduzindo águas para o tapete drenante de transição fina e areia de filtro localizado sobre a fundação. Também, no pé da barragem à jusante, há uma proteção com dreno de pé com talude 1V:2H e com uma trincheira drenante contendo areia de filtro. A crista da barragem também é protegida por revestimento primário, estando na cota de 802,00 metros.

3.2.11 Subestação elevadora

A subestação está localizada à jusante da casa de força, na margem esquerda do rio, operando na tensão de 138 quilovolts (kV), com um único vão de entrada proveniente do transformador elevador e uma saída de linha destinada à linha de transmissão de 4,8 quilômetros (km) que conduzirá à subestação mais próxima em Varginha.

A subestação é alimentada por cabos de 13,8 kV advindos dos cubículos de média tensão da casa de força e passa por transformador elevador, elevando a tensão

para 138 kV e lançando na linha de transmissão. As instalações compreendem estruturas metálicas e de concreto pré-moldado para suporte dos equipamentos, além de condutores aéreos de barramento, isoladores e canaletas condutoras de cabos.

3.2.12 Implantação de acessos

As obras civis compreendem também a implantação e manutenção dos acessos externos, compreendendo a abertura de acessos ligando estradas municipais de Varginha, alargamento da faixa de rodagem de estradas já existentes, relocação de cercas, drenagem, reforços de “mata-burros” para a passagem das cargas, recomposição de revestimento primário em estradas municipais e instalação de redutores de velocidade. A abertura de acessos totaliza 1250 metros e o alargamento de faixa totaliza 2,8 quilômetros.

3.2.13 Canteiro de obras

O canteiro de obras é implantado nas proximidades da barragem margem esquerda, contendo as seguintes instalações industriais:

- a) Almojarifado de 204,00 m² contendo área externa para armazenamento, casa de produtos químicos, área de recebimento e estocagem de material, área de armazenagem e distribuição, área do almoxarife e sala de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs);
- b) Alojamento de 397,44 m²;
- c) Vestiário para 104 pessoas de 109,87 m²;
- d) Área de vivência de 172,00 m² contendo lanchonete, sala de TV, sala de jogos e 1 banheiro;
- e) Central de carpintaria de 88,00 m² considerando a produção de 20 m²/dia de fôrmas planas e curvas (OTSUKI, 2016, p. 221);
- f) Central de concreto contendo três silos considerando a produção de 15 m³/hora;
- g) Central de embutidos de 88,00 m²;
- h) Central de britagem considerando produção de 350 m³/dia de agregados;
- i) Pátio de armação considerando produção de 100 toneladas/mês de aço;
- j) Estoque de rocha britada;

- k) Laboratório de materiais de 70,70 m² com área de análises, área de moldagem, câmara úmida para conservação das amostras e dois escritórios;
- l) Dois postos de abastecimento com 15,03 m² e 13,60 m² de área;
- m) Depósito de produtos químicos de 15,00 m²;
- n) Rampa de lavagem de veículos de 20,30 m²;
- o) Oficina mecânica de 101,88 m² contendo borracharia, armazenagem de pneus, banheiro, almoxarifado e escritório;
- p) Refeitório de 294,81 m², contendo o refeitório geral, padaria, banheiros masculino e feminino, vestiário, cozinha, área de descarga e depósito, considerando efetivo total e adicional de 100 pessoas;
- q) Escritório do Serviço Especializado em Saúde e Segurança do Trabalho (SESMT) de 96,04 m², contendo uma sala de integração de novos colaboradores, sala de medicina do trabalho e 1 banheiro;
- r) Escritório da empreiteira com 165,92 m² de área, contendo sala técnica, sala do engenheiro residente, administração, RH, recepção, sala de medições, 2 banheiros, copa e sala de reuniões;
- s) Escritório do cliente com 108,14 m² de área, considerando efetivo de 25 pessoas;
- t) Guarita.

Os custos com energia elétrica e manutenção de todas as instalações do canteiro de obras são absorvidos pela empreiteira.

3.2.14 Sistema de transposição de peixes

O sistema de transposição de peixes consiste em um canal que conecta a região do canal de fuga na cota de 779,50 metros ao reservatório na cota de 798,80 metros com o objetivo de ser um caminho preferencial para a migração sazonal de peixes de jusante para montante, reduzindo a mortalidade de peixes ao passar pelo circuito de geração e também danos com os equipamentos eletromecânicos.

O sistema se inicia no canal de entrada localizado no canal de fuga, um módulo em rocha, cinco módulos após este módulo em rocha conectado ao acesso da casa de força por módulos de seção trapezoidal, módulos de travessia sob o acesso da casa de força e módulos de seção quadrangular ligados ao canal de saída, que finaliza no braço

esquerdo do reservatório. Os canais possuem inclinação de 6% na direção montante-jusante. Estes módulos são controlados por 94 defletores que funcionam como comportas de controle do canal para futuras manutenções, além de grade e comporta do tipo vagão à montante de seu canal de saída.

3.2.15 Áreas de empréstimo, áreas de bota-fora e supressão vegetal

A obra possui quatro áreas de empréstimo licenciadas: uma localizada na margem direita, a 150 metros do centro de aplicação; outra localizada na ilha de montante, a 250 metros da barragem da margem direita; a terceira localizada na margem esquerda, a 200 metros da barragem da margem esquerda; e a última localizada também na margem esquerda, a 500 metros da barragem margem esquerda.

Como já visto, a área do reservatório será de 1,12 quilômetros quadrados (km²), inundando a ilha localizada a jusante e também áreas dos dois bota-foras locados para descarga do material escavado na obra: um localizado na margem direita com capacidade de receber 83.500 m³ de solo escavado e outro localizado na margem esquerda com capacidade de receber 60.000m³. A área total a ser desmatada para execução da obra é de 99670 metros quadrados (m²), sendo 62090 m² na margem esquerda, 7940 m² na margem direita e 29640 m² nas ilhas sobre o leito do rio, indicando maior supressão vegetal localizada na margem onde se concentra vertedouro, circuito de geração e maior parte da barragem. Conforme especificação técnica, a supressão consiste na limpeza de toda a vegetação, remoção e transporte de tocos e raízes e estoque de parte do material para uso na recomposição vegetal das áreas degradadas.

3.2.16 Especificações Técnicas

As escavações comuns são realizadas com uso de tratores de lâmina ou retroescavadeiras, limitando-se a materiais com blocos de rocha isolados de até 1 m³. As escavações de rocha por desagregação são realizadas com uso de tratores com escarificadores e rompedores. As escavações em rochas pouco alteradas devem ser feitas com uso de explosivos que, neste caso, admitem *overbreak* (superescavação) até

15cm além das linhas de projeto e sob responsabilidade da empreiteira. O cliente também exige que as escavações alcancem as cotas de projeto no máximo um dia antes do lançamento da primeira camada de aterro a ser compactado e também informa que a projetista pode requerer aprofundamento da escavação além do inicialmente previsto para obtenção de fundação adequada.

Após as escavações, o tratamento das fundações consiste na remoção mecânica do material grosso e fino solto, preenchimento das juntas ou fendas com argamassa ou nata de cimento e regularização da superfície com concreto magro.

A execução dos aterros das barragens consiste no lançamento, espalhamento, umedecimento, homogeneização e compactação dos materiais argilosos (estes devem ser limpos, sem ocorrência de material orgânico e aprovados em controle tecnológico). A compactação dos materiais argilosos é realizada com uso de rolos com patas tipo “tamping”, rolos lisos pneumáticos e soquetes mecânicos (em áreas inacessíveis a equipamentos pesados). Posteriormente, ocorre o lançamento, espalhamento, umedecimento, homogeneização e compactação dos materiais granulares (estes devem advir de britagem de rochas sãs extraídas de pedreiras ou escavações obrigatórias no caso de transições grossa, ampla e fina e de areias quartzosas extraídas do leito do rio no caso de areias para filtros, todos estes aprovados em controle tecnológico). A compactação dos materiais granulares é realizada com uso de rolos liso vibratórios. Por fim, o lançamento e compactação de enrocamentos e rip-rap (estes devem ser blocos de rocha oriundos de escavações obrigatórias e ter diâmetro máximo de 80 cm).

As especificações técnicas para a execução das estruturas de concreto limitam o uso de Cimento Portland Comum (CP-II) e Cimento Portland Pozolânico (CP-IV), adições de sílica ativa, pozolana ou escória de alto forno, aditivo incorporador de ar e agregados advindos de rocha britada de escavações obrigatórias e areia natural do leito do rio para a execução do concreto. O lançamento é realizado somente após liberação pelo contratante e este também pode solicitar revibração quando julgar necessário. A cura deve ocorrer com água durante 14 dias.

3.3 ESCOPO DO CONTRATO DA OBRA

O contrato entre a construtora executora das obras civis da PCH, denominada empreiteira (que será chamada ao longo deste trabalho de empresa X), e a sociedade detentora dos direitos para implantação e exploração da PCH, denominado cliente, é do tipo empreitada de obras civis por preço global e prazo determinado e estabelece como escopo principal do serviço a execução das obras civis necessárias à implantação da PCH objeto deste trabalho, incluindo os serviços de obras civis, fornecimento de materiais, de mão de obra e de instalações para as obras civis, conforme o projeto executivo e especificações técnicas, incluindo a integração das obras civis com a projetista e com todos os demais fornecedores e montadoras dos equipamentos eletromecânicos que, por sua vez, são contratados pelo cliente.

Também é exigida a implantação de canteiro de obras contendo galpões, escritórios, oficinas, sanitários, refeitórios, dormitórios, rede de energia elétrica, rede telefônica e de internet, instalações elétricas, sistema de abastecimento de água potável e de água para uso industrial e sistema de esgoto sanitário; a implantação e manutenção de acessos externos e internos durante o período de execução das obras; a recuperação das áreas degradadas em decorrência direta dos trabalhos executados pela construtora, conforme o Plano de Controle Ambiental apresentado pela contratante e anexo ao contrato, apresentação de informações para permitir a execução do projeto como construído (As Built), apoio técnico às obras, mobilização e desmobilização de pessoal e equipamentos, comissionamento das obras civis, segurança do canteiro e do acampamento até o início da geração comercial e administração de compras relacionadas com o objeto principal do contrato.

As exclusões do contrato são a obtenção de licenças ambientais e também junto ao Corpo de Bombeiros; a interface junto a quaisquer órgãos ambientais, agências reguladoras e demais órgãos públicos, salvo quando necessário para obtenção de licenças sob responsabilidade da contratada; relação com a concessionária e com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) para conexão da usina ao sistema energético nacional; execução do acesso à rede da distribuidora ou transmissora; aquisição de terras ou liberação de faixas para execução das obras civis e dos acessos; elaboração de todos os projetos (básico, básico ambiental e executivo); fornecimento e montagem das unidades geradoras e unidades funcionais da usina; e gerenciamento da

integração com diversos fornecedores contratados diretamente pela contratante. Todas estas atividades são sob responsabilidade do cliente ou de demais contratados por ela.

O contrato também estabelece que todas as alterações das obras civis em relação ao projeto básico consolidado, base para elaboração do cronograma físico contratual e orçamento e por conseguinte, para obtenção do preço global e do prazo determinado, solicitadas pelo cliente são objetos de documento identificado como ordem de variação solicitando a alteração do escopo contratado. Porém, o contrato também informa que, em caso de detalhamento (projeto executivo) e pequenas adequações do projeto básico, isto não é considerado variação de escopo.

O contrato define que os riscos de detalhamento do projeto e variações em campo das premissas estabelecidas para o projeto que sejam previsíveis sejam absorvidos pela empreiteira, enquanto riscos geológicos imprevisíveis, eventos de força maior, casos fortuitos ou atrasos gerados pelo contratante e seus subcontratados são responsabilidade do cliente. O cliente também é responsável pela emissão e fornecimento do projeto executivo à empreiteira, disponibilização de áreas de empréstimos e bota-foras próximos da obra e por todo o licenciamento ambiental.

O pagamento pelos serviços realizados do cliente em favor da empreiteira ocorre por meio da medição de eventos de conclusão definidos em cronograma financeiro intitulado eventograma contratual, onde o preço global do contrato é dividido entre estes eventos e suas medições previstas conforme o cronograma físico contratual. O pagamento consiste na medição dos eventos com conclusão comprovada descontando-se os serviços com faturamento direto, ou seja, serviços cujas notas fiscais foram faturadas contra o cliente com o objetivo de reduzir a bitributação em caso de compras pela empreiteira. Deste modo, o faturamento direto é considerado também no preço global e assim, descontado da receita e/ou faturamento da empreiteira.

Atrasos nos marcos contratuais, eventos principais do cronograma físico, podem ser objetos de multas à empreiteira caso seja comprovada sua responsabilidade. Os prazos para os marcos contratuais e os demais do cronograma físico contratual podem ser alterados mediante comum acordo entre as partes em caso de variações de escopo solicitadas pela contratante, ocorrência de riscos geológicos imprevisíveis ou atrasos por culpa do cliente. As mesmas justificativas anteriores embasam alterações no preço global, sendo objetos de termos aditivos ao contrato.

Além do contrato principal, a obra, durante a sua execução, contou com mais dois termos aditivos a esse, indicando alterações no escopo inicial.

O primeiro inclui a execução da drenagem do bota-fora, construção de desvio para acesso ao canteiro de obras da margem direita, um dique à jusante da casa de força na margem esquerda do rio e implantação de sistema de transposição de peixes, tendo no escopo a supressão vegetal das áreas, escavações e execução de sub-base, base, revestimento e regularização do acesso ao canteiro de obras da margem direita, escavações e concretagem dos trechos do canal de transposição de peixes (canal de entrada, escada e canal de saída) e recuperação das áreas degradadas pela obra, além das mesmas condições já estabelecidas para o contrato principal.

O segundo inclui a execução das obras civis para travessia do braço do reservatório da PCH na sua margem direita, tendo no seu escopo a limpeza e raspagem do terreno, escavações e concretagem da travessia, execução de drenagem com bueiros tubulares de concreto celular (BTCC), escavações, sub-base, base, revestimento e regularização do acesso sobre a travessia e recuperação das áreas degradadas pela obra, além das mesmas condições já estabelecidas para o contrato principal.

Informações e cláusulas do contrato e de seus aditivos são mantidas em sigilo devido a cláusula de confidencialidade acordada entre as partes.

4 MÉTODO DE PESQUISA

O método proposto para a realização deste trabalho consistiu no estudo de caso das obras civis para execução da PCH descrita no capítulo 3. Gil (2008) caracteriza o estudo de caso como um estudo profundo e exaustivo de um objeto de trabalho de modo a permitir o seu amplo entendimento. A escolha pelo estudo de caso se deve a necessidade de implantar o MACPE com base no método da Análise de Valor Agregado, que será descrito neste capítulo, na obra civil de uma PCH e validar a sua importância como ferramenta de análise de escopo e previsão de prazo e custo, buscando replicar para outros projetos de escopo semelhante.

Este método se baseia em adaptação do ciclo PDCA, já denotado no capítulo de revisão bibliográfica, considerando a execução das etapas de controle e de ações corretivas, desconsiderando as etapas de planejamento e execução, inerentes à obra, e também o processo cíclico, haja vista que a obra se encontra já entregue ao cliente.

4.1 ETAPAS DA PESQUISA

O modelo desenvolvido pelo autor para o controle de prazo, custo e escopo de obras civis consistiu na:

- geração de linha de base com o orçamento contratual, avanço físico previsto e histogramas previstos de mão de obra e equipamentos divididos ao longo dos meses conforme o cronograma contratual, considerando-se apenas os custos, mão de obra e equipamentos diretamente ligados à produção civil;
- inserção dos custos realizados mensalmente e somente relacionados com a produção civil, do avanço físico mensal real da obra, da mão de obra e dos equipamentos efetivamente utilizados durante cada mês da obra;
- cálculo dos indicadores da análise de valor agregado e geração de gráficos comparativos entre o previsto, o real e o efetivamente agregado na produção;
- análise comparativo de avanço físico da obra entre o previsto e o real, buscando corroborar com a análise de valor agregado;
- análise comparativa do andamento da obra em duas vertentes: uma baseada no cronograma físico, com a comparação entre atividades previstas por mês conforme o cronograma contratual e atividades efetivamente realizadas

conforme descrito em relatório de progresso mensal emitido pela obra; e outra baseada no cronograma financeiro, com a comparação entre os eventos de pagamento previstos e os efetivamente concluídos em cada mês da obra;

- análise comparativa entre histograma de mão de obra e equipamentos previsto e realizado, buscando corroborar e indicar causas para possíveis distorções na análise de valor agregado e de avanço físico, como falta ou alocação excessiva de recursos ou falta de produtividade.

Todas as etapas para desenvolvimento do trabalho estão descritas no fluxograma presente na Figura 12, sendo descritas com mais detalhes nos subcapítulos abaixo.

Figura 12 - Fluxograma do método adotado

ETAPAS	OBJETIVOS	FERRAMENTAS
Análise do objeto de trabalho (obra) 	Entendimento do objeto de trabalho	Contratos e termos aditivos Proposta comercial Especificação técnica Eventograma Projeto pré-executivo
Análise do Cronograma e do Orçamento 	Extração da linha de base do projeto	EAP Caminho crítico Premissas para o orçamento Alocação mensal de custos
Desenvolvimento do modelo de análise 	Objetivo geral do trabalho	Indicadores de Valor Agregado Lançamento de custos reais Análise de Avanço Físico Análise de escopo e cronograma Histogramas de recursos
Análise mensal de custo, prazo e escopo 	Analisar todos os meses da obra, identificar os desvios ocorridos e as suas respectivas causas	Inserção de dados de todos os meses da obra Análise de desempenho de prazo, custo e escopo
Análise da precisão das Estimativas no término da obra	Gerar cenários e estimar prazo e custo final da obra	Estimativa para término (EPT) Cenários conforme desempenho de prazo e custo pelo EVA

Fonte: adaptado de Vasconcelos (2016) pelo Autor

4.1.1 Análise do objeto de trabalho

A pesquisa se iniciou com a análise de documentos relacionados com a obra para entendimento do objeto do trabalho, ocorrendo por meio da leitura do contrato entre empreiteira e proprietário, seus termos aditivos já assinados, projetos pré-executivos, especificação técnica, proposta comercial, eventograma, orçamento, cronograma e demais anexos contratuais. Também foram realizadas reuniões com

gestores do projeto para sanar dúvidas. A explanação completa do objeto de trabalho está contida no capítulo 3.

4.1.2 Análise do cronograma físico e orçamento contratual

Após entendimento e contextualização da obra objeto de estudo, foi realizada a análise do cronograma físico e orçamento considerados anexos ao contrato original para execução da obra e, portanto, adotados como linha de base para a aplicação do modelo de controle. O cronograma contratual e o orçamento base adotados para o trabalho estão no Anexo B e Apêndice A, respectivamente.

O cronograma físico contém as datas previstas para início e término de conclusão de atividades macro, atividades estas que estão inclusas em pacotes de trabalho de níveis superiores e assim por diante. Portanto, o cronograma reflete a EAP da obra. Além das atividades, o cronograma contém os marcos contratuais a serem cumpridos e outros marcos de interface civil e eletromecânica, haja visto que algumas atividades civis são predecessoras das atividades de montagem eletromecânica da usina. Também no cronograma está destacado em amarelo as atividades críticas da obra. Neste cronograma não estão inclusas as atividades relacionadas com a travessia do braço do reservatório, escopo do segundo aditivo, e com o dique, o desvio para o acesso ao canteiro de obras da margem direita e drenagem da área do bota-fora, objetos do primeiro aditivo juntamente com o sistema de transposição de peixes.

O orçamento contratual foi alterado devido a delimitação adotada pelo autor de que somente custos relacionados com a produção civil seriam considerados. Deste modo, o orçamento é dividido em formato de DRE, dividindo os custos em Custos com Pessoal, Custos Indiretos (considerando somente água, energia elétrica, alimentação e EPIs) Veículos e Máquinas, Materiais, Serviços/Terceiros, Equipamentos Leves, Equipamentos Pesados e Custos com Faturamento Direto (nos quais estão inclusos custos com alimentação, locação de equipamentos pesados próprios da empreiteira executora, aquisição de cimento e aço, execução da cobertura da casa de força, controle tecnológico de materiais, energia elétrica, combustível e compra de tubos e galerias de pré-moldado).

O orçamento base foi analisado quanto às suas premissas adotadas durante a sua consecução e comparado quanto à proposta comercial aceita pelo cliente e ao contrato assinado entre empreiteira e cliente.

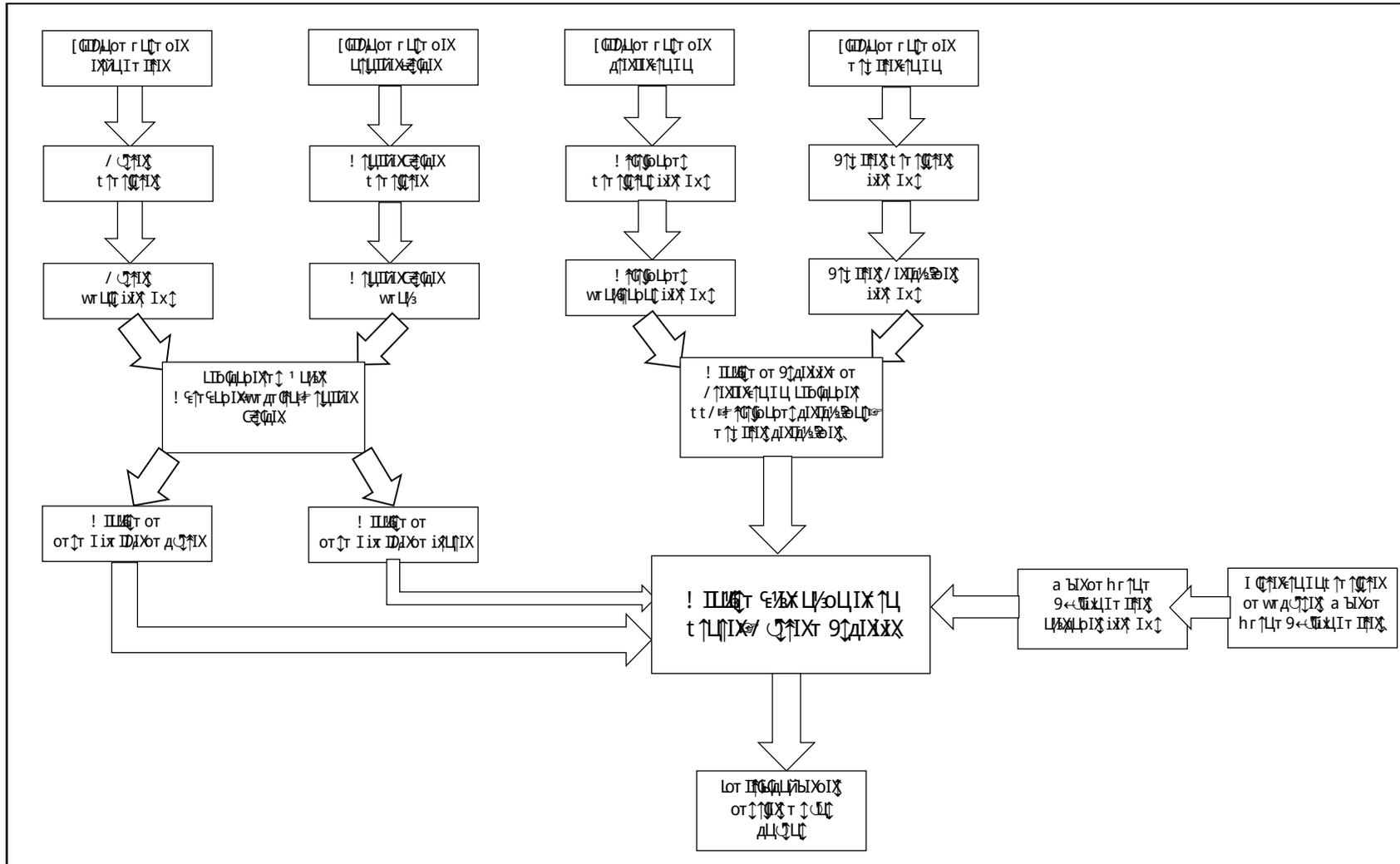
A mesma consideração descrita anteriormente foi feita para os custos relacionados com a execução dos escopos do primeiro e segundo aditivo ao contrato principal.

4.1.3 Construção do modelo de análise

O modelo de análise de custo, prazo e escopo consistiu em uma planilha do Microsoft Excel contendo as seguintes abas:

- Indicadores
- Custos Global – Previsto x Real
- Avanço Físico Contrato Principal e 1º Aditivo
- Gráficos
- Análise de Escopo e Cronograma
- Histograma de Mão de Obra
- Histograma de Equipamentos

Figura 13 - Fluxograma do Modelo de Controle



Fonte: elaborado pelo Autor

O fluxograma do modelo de controle desenvolvido está exposto na Figura 13, demonstrando que a lógica está ligada com a inclusão da linha de base, inclusão de dados de entrada como atividades concluídas, eventos concluídos, quantidades de serviços executadas e custos realizados para obtenção de indicadores e comparativos que permitam realizar uma análise global da obra, identificando os desvios no planejamento e suas respectivas causas.

4.1.3.1 Indicadores

Esta é a principal planilha do modelo. Nela estão inclusos a linha de base resumida da obra, com o prazo previsto, orçamento base consolidado, receita total do contrato principal e de seus aditivos, distribuídos entre janeiro de 2017 e novembro de 2018 conforme dividido no orçamento e cronograma contratuais.

A receita distribuída entre os meses considerou a linha de base do avanço físico com seus quantitativos mensais, conforme indicado no Apêndice C, para o contrato principal e para a execução do sistema de transposição de peixes, um dos objetos do primeiro termo aditivo contratual. Para o desvio do acesso ao canteiro de obras da margem direita e a drenagem do bota-fora, a receita prevista foi considerada em fevereiro de 2018. Para o dique executado, a receita foi considerada em abril de 2018. Para a travessia do braço do reservatório na margem direita, a receita foi considerada nos meses de julho e agosto de 2018.

O avanço físico previsto consolidado da obra foi considerado pela porcentagem entre receita prevista total (considerado o contrato principal e todos os seus aditivos) no mês de análise em relação à receita total do contrato juntamente com todos os seus aditivos.

Com a distribuição de receita prevista ao longo dos meses, os indicadores da análise de valor agregado foram construídos conforme as suas equações descritas no capítulo 2.

O VP foi considerado como o somatório dos orçamentos base do contrato principal e seus aditivos. O VR foram os custos reais com a produção na obra. O VA correspondeu à porcentagem do avanço físico realizado da obra em relação ao orçamento base.

Também foram calculados o VC e VPr, tanto em valores monetários quanto em porcentagens.

Com base nos índices calculados, calculou-se o EPT considerando o cenário otimista e os demais cenários com os índices citados anteriormente, totalizando 57 possíveis cenários comparativos para a análise de valor agregado e a projeção de custos e prazo. Com o EPT de cada cenário, obteve-se o ENT e o VNT para cada cenário.

Por fim, o modelo calculou o IDCR a cada mês de análise a fim de avaliar a possibilidade de cumprimento do orçamento, *“uma vez que um TCPI excessivamente alto pode inviabilizar o cumprimento do que foi orçado.”* (VARGAS, 2003, p.57).

Para facilitar a compreensão dos resultados, o modelo gerou três gráficos, todos eles com formato de curva S. Dois deles são relacionados com a Análise de Valor Agregado e seus indicadores principais VA, VP e VR, demonstrando mensalmente os seus valores acumulados e mensais. Um deles demonstrou o avanço físico global consolidado da obra, incluindo-se todos os contratos envolvidos, comparando a curva S prevista e a realizada a cada mês. O objetivo é analisar a correspondência entre o indicador de avanço físico por quantidades executadas de serviços com o valor agregado pelas atividades executadas.

4.1.3.2 Custos Global – Previsto x Real

Nesta aba, os custos previstos relacionados com a produção das obras civis foram consolidados e são diretamente comparados com os custos reais, inclusos pelo autor mensalmente com base em relatórios de custos emitidos pelo sistema de controle da construtora do tipo ERP. O modelo do relatório pode ser visto no Anexo C.

4.1.3.3 Avanço Físico

O modelo possuiu abas de controle do avanço físico das obras civis executadas, divididas pelos contratos correspondentes (contrato principal, primeiro termo aditivo, etc.). O avanço físico foi considerado pelas quantidades executadas mensalmente dos diversos serviços necessários para consecução das obras. Estes serviços, por sua vez, têm sua própria composição de preço unitário, incluindo custos de materiais, equipamentos, mão de obra e BDI; assim, o peso de cada serviço na porcentagem global de avanço depende do preço total do serviço. Deste modo, o avanço físico foi definido pela porcentagem de receita mensal que é obtida com a execução das quantidades de serviços em relação ao preço global do contrato.

Nesta aba, foi incluída a previsão de avanço físico por mês, refletindo o cronograma contratual, e para cada mês da obra foi realizada a inclusão das quantidades realizadas de cada serviço, gerando a curva S real de receita/avanço físico da obra, plotada no mesmo gráfico da curva S prevista. Também, como já visto, a receita mensal realizada das obras calculada pelas planilhas de avanço físico foi dada de entrada para o cálculo do VA, considerando-se o avanço físico consolidado da obra (incluindo os preços globais do contrato principal e de seus demais termos aditivos).

Ressalta-se também que o preço unitário dos serviços e o preço global do contrato principal e aditivos não receberam reajuste pela inflação, sendo considerados em sua data base, a fim de que não haja distorções no cálculo do avanço físico da obra.

A planilha base de avanço físico encontra-se no Apêndice C.

4.1.3.4 Análise de Escopo e Cronograma

Esta aba do modelo foi dedicada à análise quanto ao escopo das obras e ao cronograma contratual. Nela, foram incluídas as atividades previstas de serem realizadas no mês de análise conforme o cronograma contratual e também os eventos de pagamento cuja previsão de aprovação pelo cliente estão definidas em eventograma contratual para este mês. Comparativamente, foram incluídos no modelo as atividades executadas e os eventos de pagamento aceitos pelo cliente conforme informa o relatório de progresso mensal das obras civis emitido pela empreiteira ao cliente, de modo que são analisadas quais destas atividades e/ou eventos estavam previstos de serem executados e/ou aceitos no mês, quais destes foram realizados em atraso e também antes do previsto.

Por meio desta breve análise comparativa, calculou-se o indicador PPC para as atividades previstas pelo cronograma e também, em paralelo, para os eventos de pagamento previstos pelo eventograma. Deste modo, foi possível realizar uma análise comparativa entre os resultados obtidos com a análise de valor agregado, com a análise de avanço físico global e com a análise de atividades previstas para o curto prazo, buscando verificar a correspondência e a possível causalidade entre os três indicadores.

4.1.3.5 Histogramas

As duas últimas planilhas do modelo tratam dos recursos mão de obra e equipamentos, incluindo o histograma previsto para alocação de mão de obra e de equipamentos como linha de base e o histograma real refletindo o progresso real dessa alocação. A quantidade prevista foi extraída do orçamento contratual de todas as obras executadas (contrato principal e seus termos aditivos), estando aglutinada para todos os escopos contratuais envolvidos, e a quantidade real foi extraída dos relatórios de progresso mensal de obras civis emitidos pela Empresa X ao cliente.

A mão de obra foi dividida em serviços de apoio, sendo considerados estes como os colaboradores que dão suporte para a produção como àqueles ligados a controle tecnológico de materiais, mecânica, elétrica, topografia, manutenção de canteiro de obras, condução de veículos leves e equipamentos para guindar e bombeamento, e em serviços de produção, sendo estes divididos pelas frentes de serviços: construção e canteiro, operação das centrais industriais, terraplenagem, concreto de campo, armação, fôrmas, embutidos, tratamento de fundações e acabamentos.

Já os equipamentos foram divididos em suas frentes de serviços, sendo terraplenagem, concreto de campo, montagem de fôrmas, montagem de armadura, limpeza e tratamento de fundação e demais equipamentos leves.

O modelo incluiu estes dois histogramas de recursos com o objetivo de analisar comparativamente os resultados obtidos com a análise de valor agregado e de avanço físico, essencialmente com base em recursos monetários, com os histogramas de recursos de mão de obra e equipamentos, buscando verificar as possíveis relações de causa e efeito entre os resultados obtidos.

4.1.4. Análise mensal de custo, prazo e escopo

Com a inclusão das previsões de custos, atividades, receitas, eventos e de recursos para a obra, todas as linhas de base foram definidas, sendo utilizadas para comparação com a linha de progresso acumulado a cada mês de obra.

O controle do planejamento se baseou na inclusão das quantidades de serviços executadas mensalmente para o cálculo do avanço físico real e do VA, dos custos reais da obra para o cálculo do VR, das atividades realizadas mensalmente conforme informado pelo relatório de progresso mensal de obras civis para o controle de

cronograma e escopo e obtenção do PPC mensal e da mão de obra e equipamentos para o desenvolvimento da linha de progresso dos respectivos recursos. Em todos os casos, preencheu-se nas células indicativas de “Real” e/ou “Realizado”. Este controle foi realizado para todos os meses da obra.

Com a inclusão dos dados reais de custos, atividades, receitas, eventos e de recursos para a obra, foi possível realizar uma análise completa do andamento da obra no mês de referência, seja ela voltada para o mês (curto prazo) ou para o acumulado (longo prazo), tanto em termos de prazo, quanto de custo e escopo.

4.1.4.1 Análise de desempenho de prazo

A análise de prazo dentro do curto prazo consistiu na comparação entre o Valor Agregado mensal e o Valor Planejado mensal em conjunto com o PPC mensal e avanço físico mensal, verificando as causas para possíveis desvios dentro do mês de análise. Os histogramas de mão de obra e equipamentos também forneceram informações para estes desvios, podendo inferir causas para eles no curto prazo.

A análise de prazo no longo prazo consistiu na comparação entre o Valor Agregado acumulado e o Valor Planejado acumulado em conjunto com o avanço físico acumulado, verificando a correlação entre estes dois indicadores. O IDP também forneceu subsídios para o desempenho global de prazo da obra, assim como a análise de duração agregada, que forneceu a duração agregada para o mês de análise e a estimativa de prazo para término. O histograma acumulado de recursos também entregou informações para entendimento das possíveis causas para os desvios no cronograma. A evolução dos PPCs mensais demonstrou as mudanças ocorridas durante o andamento da obra, seja pelo aumento na eficácia na execução das atividades previstas ou então redução na mesma. Nesta mesma análise de prazo, foi comparada a eficácia entre o PPC obtido com base nas atividades do cronograma e o PPC obtido com base nas atividades do eventograma, verificando-se quais destes estavam mais correlacionados com o avanço físico e com o valor agregado pela obra.

4.1.4.2 Análise de desempenho de custo

A análise de custo dentro do curto prazo consistiu na comparação entre o Valor Agregado mensal e o Valor Real mensal em conjunto com o PPC mensal e avanço

físico mensal, verificando se os custos refletem o estágio físico na época da obra. Os histogramas de mão de obra e equipamentos também forneceram informações para estes desvios, podendo inferir causas para eles no curto prazo. Também foi possível identificar os itens que mais influenciaram no custo realizado da obra, considerando-os como custos nível A na Curva ABC e comparando-os com o orçamento base, tanto em quantidade quanto em periodicidade, verificando se este serviço apresentou atraso em sua execução.

A análise de custo no longo prazo consistiu na comparação entre o Valor Agregado acumulado e o Valor Real acumulado em conjunto com o avanço físico acumulado, verificando se o custo realizado pela obra refletiu o avanço físico e o trabalho agregado à obra. O IDC também forneceu subsídios para o desempenho global de custo da obra. O histograma acumulado de recursos também trouxe informações para entendimento das possíveis causas para maiores ou menores custos em relação ao orçado. Além disso, a validação dos indicadores com engenheiros e gestores da obra entregaram subsídios para entendimento dos desvios. Por fim, o IDCR mensal informou sobre a proporção do desvio do custo real quanto ao orçamento e a probabilidade de que ele novamente se ajuste ao orçamento base.

4.1.4.3 Análise de execução de escopo e de andamento da obra

Esta análise consistiu na conjugação da análise de custo e de prazo, que verificaram desvios em relação ao cronograma e ao orçamento, respectivamente, a fim de analisar se as atividades previstas estavam sendo executadas no prazo, se o escopo contratual estava sendo cumprido ou se houve alterações não previstas que influenciam no prazo e custo da obra. Para isso, análises comparativas entre as atividades previstas e executadas no mês de status, assim como as comparações de quantitativos acumulados já executados em relação aos quantitativos adotados para o orçamento base e entre o projeto executivo e o projeto básico emitidos pelo cliente, foram realizadas para cada mês da obra. O índice IDPC, por conjugar IDP e IDC, também forneceu subsídios para o andamento da obra.

4.1.5 Análise da precisão das Estimativas no Término (ENT) a partir dos cenários estudados

Os valores de ENT obtidos com cada cenário estudado foram comparados com o custo final real da obra utilizando o método de Zwikael; Globerson; Raz (2000) adaptado para três períodos distintos:

- Fase inicial da obra: entre a ordem de serviço, em fevereiro de 2017, e o início da fase de concretagem das estruturas do vertedouro e do circuito de geração, em junho de 2017, equivalendo à fase de 0% a 25% do avanço físico previsto;
- Fase intermediária da obra: entre o início da fase de concretagem das estruturas do vertedouro e do circuito de geração, em junho de 2017, e o início da execução da barragem da margem direita, em junho de 2018, equivalendo à fase de 26% a 88% do avanço físico previsto;
- Fase final da obra: entre o início da execução da barragem da margem direita, em junho de 2018, até a desmobilização completa do canteiro de obras e conclusão do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), em novembro de 2018, equivalendo à fase de 88% a 100% do avanço físico previsto.

Os ENTs obtidos para todos os 57 cenários são avaliados por três bases de medida estatística expostas no item 2.5.1.11 dentro dos três períodos distintos, demonstrando quais índices são mais precisos para cada segmento avaliado.

Além da análise de valor agregado, a análise da duração agregada, derivada da EVA conforme visto no capítulo 2, também é realizada para a estimativa de prazo final da obra. Os indicadores calculados são a DA e o EPTt e ENTt considerando os seguintes cenários:

- Desempenho passado não é um bom indicador para o futuro ($FP = 1$);
- Desempenho de prazo passado é um bom indicador para o futuro ($FP = IDP$);
- Ambos indicadores de prazo e custo são bons indicadores para o futuro ($FP = IDC \times IDP$).

Para cada um dos cenários hipotéticos, também foram considerados os oito cenários do Quadro 3, totalizando 24 cenários que foram avaliados quanto a precisão na projeção

de prazo para a obra. O mesmo método adaptado de Zwikael; Globerson; Raz (2000) foi utilizado para esta avaliação.

Quadro 3 - Cenários para cálculo de estimativas de prazo da obra

Cenário	FP = 1	FP = IDP	FP = IDC x IDP
Mais Recente	1	9	17
Acumulado	2	10	18
Média A 3 meses	3	11	19
Média A 6 meses	4	12	20
Média A 12 meses	5	13	21
Média B 3 meses	6	14	22
Média B 6 meses	7	15	23
Média B 12 meses	8	16	24

Fonte: elaborado pelo Autor

Os cenários para cálculo de estimativas de prazo da obra e de estimativa de custo no término da obra são enumerados conforme Quadros 3 e 4, respectivamente, para facilitar o entendimento do leitor.

Quadro 4 - Cenários para cálculo de estimativas de custo no término da obra

Cenário	IDP	IDC	IDPC	0,5 x IDP + 0,5 x IDP	0,75 x IDC + 0,25 x IDP	0,25 x IDC + 0,75 x IDP	% x IDC + (1 - %) x IDP
Otimista	1						
Mais Recente	2	10	18	26	34	42	50
Acumulado	3	11	19	27	35	43	51
Média A 3 meses	4	12	20	28	36	44	52
Média A 6 meses	5	13	21	29	37	45	53
Média A 12 meses	6	14	22	30	38	46	54
Média B 3 meses	7	15	23	31	39	47	55
Média B 6 meses	8	16	24	32	40	48	56
Média B 12 meses	9	17	25	33	41	49	57

Fonte: elaborado pelo Autor

5 RESULTADOS

5.1 PREMISSAS ADOTADAS NA ANÁLISE DO ORÇAMENTO

Os orçamentos disponibilizados pela empreiteira foram analisados quanto às premissas adotadas para a definição do preço global e também em relação à distribuição dos custos ao longo do período de execução. As premissas detalhadas para cada orçamento analisado estão expostas no Apêndice D.

Para as obras civis da PCH, a premissa inicial foi os quantitativos extraídos do conjunto de documentos do projeto básico emitido pela projetista do cliente, divididos entre as estruturas principais (ensecadeira de primeira fase, ensecadeira de segunda fase, vertedouro controlado, canal de adução, tomada d'água, galeria de adução, barragem de enrocamento, barragem de terra, muro de topo, muro de ligação, barragem de concreto, casa de força, subestação, acessos). Estes quantitativos estão relacionados com serviços diretos a serem executados, como concreto, armação, fôrmas, escavações, desmatamento, compactação de solo, e materiais a serem utilizados, como classificações granulométricas a serem adotadas para execução da barragem. Com estes quantitativos como dados de entrada, foram consideradas as produtividades da mão de obra e dos equipamentos ² para o cálculo de mão de obra e de equipamentos utilizados diretamente nos serviços. Neste caso, as durações para os serviços foram fixas e definidas pelo planejador de maneira que permitisse que o cronograma atingisse as exigências do cliente sem que houvesse perda de produtividade nem maiores custos de mão de obra e locação de equipamentos. Deste modo, também é possível depreender que uma premissa básica para o orçamento e o cronograma foi o prazo estipulado pelo cliente e definido em contrato para execução das obras, haja vista que as obras civis são predecessoras de atividades de montagem eletromecânica da usina, não inclusas no escopo do contrato de empreitada.

Quanto aos custos de mão de obra, as premissas adotadas foram o salário base definido por Convenção Coletiva pelo sindicato da região, horas extras em 150% do salário de horista e/ou mensalista (sendo considerado 50 horas extras por mês por funcionário), encargos sociais totalizando 109,8% do salário com horas extras e

² Produtividades consideradas por índices internos da Empresa X (N. do A.)

Participação no Lucro Real (PLR) totalizando 1/12 do salário base, pago ao final de cada ano da obra. Estes custos estão distribuídos mensalmente conforme o histograma de mão de obra.

Para os custos de equipamentos, adota-se 70% como sendo equipamentos locados de terceiros, tendo em sua maioria uso mínimo de 200 horas mensais, e 30% como sendo equipamentos próprios, tendo em sua maioria uso mínimo de 160 horas mensais. Para os combustíveis, considera-se o preço do diesel e gasolina na data base do orçamento, o consumo em litros por hora e as horas produtivas mínimas dos equipamentos. Por fim, adota-se 1% e 3% do custo total de equipamentos para custos com lubrificantes e com pneus, respectivamente, e 10% do custo total para manutenção corretiva e preventiva. Estes custos são distribuídos mensalmente conforme o histograma de equipamentos.

Para os custos com materiais, os quantitativos estão relacionados com os principais serviços nas principais estruturas, principalmente escavações, aterros, concretagem, armação e colocação de fôrmas. Deste modo, estes custos estão distribuídos mensalmente conforme os histogramas das quantidades previstas de serviços pelos quais eles são aplicados. Assim, buscou-se distribuir os custos de modo a refletir o cronograma físico da obra.

Para os custos com a implantação do canteiro de obras e centrais industriais, as premissas são os projetos das instalações do canteiro, anexas ao contrato, conforme as áreas e materiais necessários, e seus custos são distribuídos nos quatro primeiros meses de execução da obra.

Já para os demais custos, principalmente àqueles ligados à permanência, como alimentação, energia elétrica e EPIs, estes têm como premissa a quantidade de mão de obra e são assim distribuídos ao longo do período da obra.

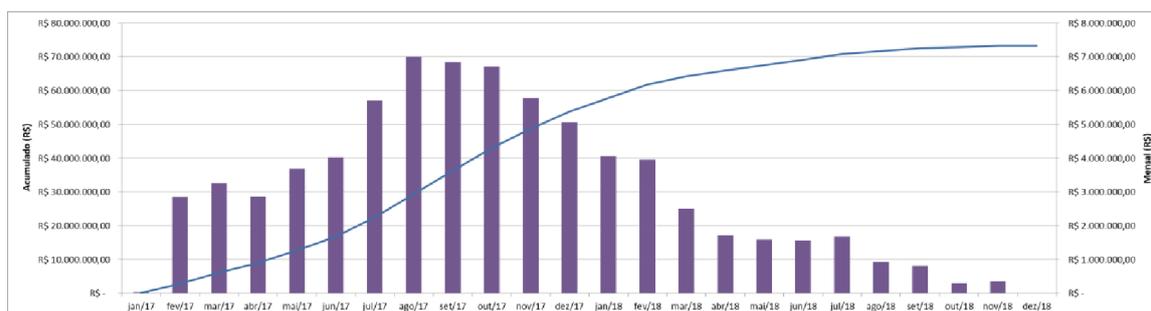
Demais premissas para o orçamento são encontradas na proposta comercial aceita pelo cliente, como a exploração de jazidas com Distância Máxima de Transporte (DMT) de 3,5 quilômetros para solo e 2,0 quilômetros para rocha, britagem de todo o agregado pétreo utilizado, desconsideração de contingências para riscos geológicos, geotécnicos e geológicos, volumes de escavações conforme linha de fundação apresentada nos projetos básicos e exclusão de fornecimento e montagem de equipamentos eletromecânicos, de pavimentação asfáltica dos acessos e de instalação de boias de sinalização náutica, log boom e estações hidrométricas.

Por fim, analisando-se o escopo da proposta comercial e do contrato assinado, conclui-se que o orçamento considera todos os itens inclusos no objeto dos dois documentos.

5.2 LINHA DE BASE DO ORÇAMENTO

Com as alterações realizadas a fim de adaptar o orçamento para o objetivo da pesquisa, conforme delimitações e considerações adotadas para análise de dados, o orçamento base das obras civis da PCH totalizou R\$ 69.985.512,26, para o sistema de transposição de peixes resultou em R\$ 2.555.471,10 e para a travessia do braço do reservatório na margem direita resultou em R\$ 665.464,41, consolidando um orçamento de R\$ 73.206.447,77 que está distribuído conforme a linha de base apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Linha de Base para Orçamento



Fonte: elaborado pelo Autor

5.3 ANÁLISE DO CRONOGRAMA FÍSICO

O cronograma contratual considerado como linha de base para a análise da obra apresenta as atividades para execução da PCH e do STP. Assim, estabeleceu-se o início da obra em 13 de fevereiro de 2017, sete dias após a emissão da ordem de serviço e o início da mobilização de equipamentos e mão de obra para terraplenagem e construção do canteiro de obras, e o término em 29 de outubro de 2018, com a conclusão da desmobilização da obra. Este prazo considera 20 meses para execução da obra, porém o contrato estabelece o prazo de 22 meses a partir da ordem de serviço, sendo este adotado como base para controle de prazo da obra.

A sequência executiva da PCH considera o cronograma de fabricação e montagem eletromecânica da usina, estabelecendo marcos de interface civil e eletromecânica que são definidos a partir do momento em que o equipamento é entregue para a obra e pode-se iniciar a montagem desde que todas as atividades civis tenham sido concluídas. Deste modo, conforme este cronograma, o vertedouro e a tomada d'água devem estar concluídos a partir de setembro e outubro de 2017, respectivamente, permitindo a montagem das comportas segmento do vertedouro e vagão da tomada d'água, além da montagem das comportas ensecadeiras nas duas estruturas e do sistema de acionamento hidráulico destas comportas; a tomada d'água deve ser liberada para operação até março de 2018 e o vertedouro deve ser liberado para operação até maio de 2018, permitindo o enchimento do reservatório. Deste modo, o cronograma de atividades civis prioriza a execução das estruturas do vertedouro, a finalizar em setembro de 2017, do canal de fuga, cuja escavação deve finalizar em junho de 2017, e da tomada d'água, a finalizar em outubro de 2017, frentes à construção da casa de força, a finalizar em dezembro de 2017, das galerias de adução, cujo término está previsto para janeiro de 2018, e da subestação, prevista para finalizar em abril de 2018.

Cabe ser feita a seguinte diferenciação: estas datas de término consideram somente a execução do concreto de 1º estágio, sendo este o que confere o arranjo estrutural. Após a conclusão do concreto de 1º estágio, é realizada a montagem eletromecânica dos equipamentos para posterior concretagem de 2º estágio e acabamentos finais, finalizando as atividades civis. Deste modo, é possível que ocorram atrasos nas atividades sucessoras de montagem eletromecânica sem que a empreiteira possa agir para evita-los, a não ser em reprogramar recursos que seriam dispendidos, alterando a linha de base.

De modo geral, o cronograma de execução da PCH considera a seguinte sequência executiva:

- a) Fevereiro de 2017: mobilização de equipamentos e mão de obra para atividades de terraplenagem e construção do canteiro, supressão vegetal e abertura de acessos na margem esquerda;
- b) Entre março e maio de 2017: construção do canteiro de obras e centrais industriais na margem esquerda, escavações em solo e rocha, execução de ensecadeira de primeira fase para desvio do rio na margem esquerda;
- c) Entre maio e outubro de 2017: tratamentos em rocha e regularização de fundações da barragem e estruturas de concreto, execução do concreto de 1º

estágio das estruturas do vertedouro, muro de topo, muro de ligação, tomada d'água e parte da casa de força e execução das barragens de terra e de enrocamento na margem esquerda;

- d) Entre novembro de 2017 e fevereiro de 2018: conclusão da estrutura da casa de força e também de sua cobertura, fechamento lateral e acabamentos; concretagem de 1º estágio da galeria de adução; concretagem de 2º estágio nas guias das comportas vagão e ensecadeiras da tomada d'água e nas guias e vigas de munhão das comportas segmento do vertedouro; execução das estruturas de concreto e terraplenagem para instalação dos equipamentos da subestação;
- e) Entre março de 2018 e outubro de 2018: abertura de acessos e mobilização de canteiro de obras na margem direita, seguidas de remoção da ensecadeira de primeira fase e execução de ensecadeira de segunda fase na margem direita, permitindo o esgotamento da margem direita do rio e desvio pelas estruturas do vertedouro, estas concluídas em maio de 2018; paralelamente a estas atividades, são executados a concretagem de 2º estágio na casa de força após a montagem das três unidades geradoras e execução de acabamentos e miscelâneas metálicas; execução da barragem de enrocamento e núcleo argiloso na margem direita e recomposição das soleiras dos vãos do vertedouro até setembro de 2018, quando se inicia a remoção da ensecadeira de segunda fase e o enchimento do reservatório pode ser iniciado; a partir disto, é possível concluir a desmobilização dos dois canteiros de obras e execução da recuperação das áreas degradadas pela obra.

Para o Sistema de Transposição de Peixes, objeto do primeiro termo aditivo ao contrato principal, o cronograma contratual estabelece o início das obras em 16 de junho de 2017, com o início da escavação do trecho de ligação com o canal de fuga, e a conclusão em 11 de maio de 2018, com a finalização da construção dos defletores no canal de ligação do STP. A sequência executiva é dividida em quatro frentes:

- a) Trecho da região da interseção com o acesso à casa de força, previsto de ser executado rapidamente entre novembro e dezembro de 2017;
- b) Trecho da ligação com o canal de fuga, cuja escavação conclui-se em junho de 2017 e a execução da estrutura de concreto ocorre entre março e abril de 2018;

- c) Trecho do canal de ligação, cuja escavação ocorre em fevereiro de 2018 e execução da estrutura de concreto entre fevereiro e maio de 2018;
- d) Estrutura principal, cuja escavação ocorre apenas em janeiro de 2018 e execução da estrutura de concreto e montagem das comportas ocorre entre janeiro e maio de 2018.

Observa-se que se buscou programar as atividades de terraplenagem a partir de novembro de 2017 para evitar interferências com a execução da barragem de terra na margem esquerda; porém, o mesmo cuidado pode não ser visto com o acúmulo de três frentes de serviço de armação, fôrmas e concretagem entre abril e maio de 2018.

A delimitação destas fases de execução da obra se reflete muito nos marcos contratuais estabelecidos pelo cliente, atingindo o objetivo destes de delimitar eventos fundamentais de conclusão. O eventograma financeiro também busca refletir em eventos de pagamento mais detalhados do que os marcos contratuais a sequência executiva proposta pelo cronograma físico, porém, como se tratam de eventos de conclusão de partes da obra, podem ocorrer ao longo da obra discrepâncias entre o avanço físico e o cronograma financeiro, o que pode ser prejudicial para o fluxo de caixa da obra.

5.4 LINHA DE BASE DO AVANÇO FÍSICO

O avanço físico das obras civis da PCH é dividido em 11 grandes pacotes de trabalho, de modo semelhante à divisão proposta pelo cronograma físico e pela EAP da obra. São eles:

- a) Serviços Gerais, Canteiro, Acampamento e Infraestrutura: abarcam a mobilização e desmobilização da obra, construção e manutenção dos canteiros industriais, implantação de acessos e supressão vegetal;
- b) Ensecadeiras: incluem as três ensecadeiras a serem executadas;
- c) Barragens de Terra e Enrocamento: consideram as barragens de terra e de enrocamento nas duas margens do rio;
- d) Muros e Barragens de Concreto: dividem-se em muro de topo, muro de ligação, barragem de concreto ombreira direita e os tratamentos de fundações das três estruturas;

- e) Vertedouro Controlado/Desvio do Rio: considerando vertedouro, bacia de dissipação, sistemas de drenagem e tratamentos de fundação das duas estruturas;
- f) Canal de Adução, Tomada d'Água e Galerias de Adução: consideram estas três estruturas e os tratamentos de fundação nelas;
- g) Casa de Força, Área de Montagem e Canal de Fuga: abarcando casa de força, canal de ligação, canal de fuga e pátio de manobras;
- h) Subestação Elevadora;
- i) Diversos: incluindo recuperação de áreas degradadas e demais estruturas de concreto menores, como drenagem superficial e base para fixação do log boom;
- j) Itens Omissos: incluem todas as miscelâneas metálicas e acabamentos, sistema de combate a incêndio, instalação de embutidos nas estruturas de concreto, cobertura e fechamento lateral da casa de força, execução de paisagismo da usina e demais serviços indiretos necessários para permanência durante a obra, como alimentação e vigilância do canteiro;
- k) Faturamento Direto (Aço e Cimento).

Como o avanço físico totaliza todo o preço global do contrato, são incluídos os serviços indiretos como visto nos itens omissos e também as compras de aço e cimento necessárias para consecução das obras, diferenciando-se da EAP definida no cronograma físico. Também, no avanço físico, dentro dos pacotes de trabalho definidos para cada estrutura a ser executada, os serviços inclusos são relacionados à execução da estrutura de concreto, excluindo-se acabamentos, tubulações embutidas e demais miscelâneas metálicas que foram inclusas nos itens omissos. Isto se deve a estes serviços estarem localizados nas réguas B e C da curva ABC e, portanto, influenciarem pouco na receita e, por conseguinte, no avanço físico da obra.

Comparando-se o avanço físico previsto com o cronograma físico contratual, apesar da semelhança nas duas EAPs propostas, é possível identificar discrepâncias entre as duas linhas de base, o que pode causar incongruências entre as duas bases e também em relação ao orçamento.

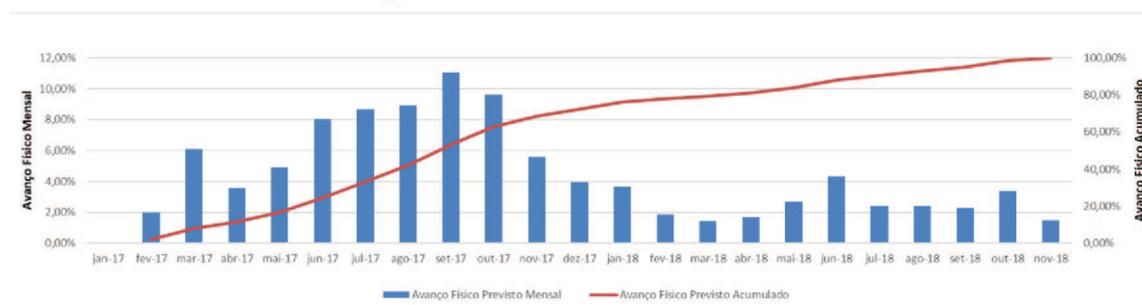
Assim, o avanço físico estabelece a abertura de acessos na margem esquerda em fevereiro, mobilização de mão de obra e equipamentos e supressão vegetal até março, a construção do canteiro e centrais industriais até maio, conclusão da ensecadeira de

primeira fase em maio, escavações e tratamentos de fundações até junho, execução da barragem de terra na margem esquerda até novembro, concretagem da casa de força e do vertedouro entre junho e outubro, da tomada d'água entre junho e novembro, da bacia de dissipação entre novembro e dezembro, dos muros de ligação e de topo entre setembro e outubro, das galerias de adução entre novembro e dezembro. Nestes casos acima, verifica-se uma antecipação das quantidades executadas em relação ao cronograma físico, o que pode ser atribuído a uma busca de antecipação de receitas pela empreiteira (é importante lembrar que as receitas atribuídas pelo avanço físico da obra não afetam o fluxo de caixa da obra, haja vista que o faturamento para a empreiteira é realizado por meio da aferição de eventos de pagamento pelo cliente).

A subestação possui quantidades executadas entre outubro de 2017 e janeiro de 2018. Os acabamentos e instalação de miscelâneas metálicas ocorrem entre dezembro de 2017 e junho de 2018, e a cobertura e fechamento lateral da casa de força entre dezembro/2017 e janeiro/2018. As ensecadeiras de segunda fase são executadas em maio e junho de 2018, e a remoção da ensecadeira de primeira fase ocorre até maio de 2018. A execução da barragem de enrocamento na margem direita ocorre entre junho e setembro de 2018. Por fim, as quantidades para recuperação das áreas degradadas são previstas em outubro/2018 e a desmobilização e limpeza final entre outubro e novembro/2018.

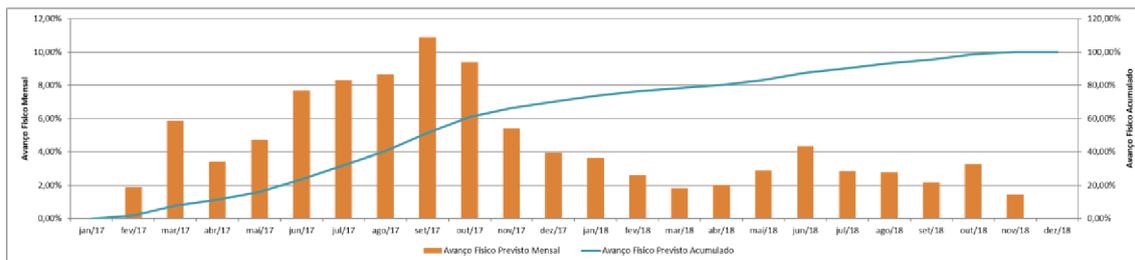
Os Gráficos 2 e 3 apresentam o avanço físico previsto para as obras civis da usina e o avanço físico previsto global, considerando o contrato principal e seus termos aditivos, respectivamente.

Gráfico 2 - Linha de Base do Avanço Físico PCH



Fonte: elaborado pelo Autor

Gráfico 3 - Linha de Base do Avanço Físico Consolidado



Fonte: elaborado pelo Autor

Observa-se que as duas linhas de base são iguais até novembro de 2017, quando se inicia a execução do STP. De qualquer maneira, as duas curvas S tem o seu ponto de inflexão localizado em outubro de 2017, mês em que as principais estruturas de concreto e a barragem da margem esquerda estão próximas de serem concluídas. Além disso, também é possível depreender que o período entre junho e outubro de 2017 representa o pico de serviços executados da obra, correspondendo ao período (c) descrito no subcapítulo 5.3. Por fim, comparando a curva S do orçamento consolidado com a curva S do avanço físico consolidado, verifica-se que a segunda apresenta maior suavidade do que a primeira, que possui seu ponto de inflexão localizado apenas em fevereiro de 2018 e seu pico de custos previstos entre julho e dezembro de 2017; esta situação demonstra a diferença entre o avanço físico previsto e o cronograma físico, como já citado anteriormente, e o acúmulo de custos no primeiro ano da obra, o que pode incorrer em dificuldades de caixa pela obra.

5.5 HISTOGRAMAS BASE DE RECURSOS

O histograma de mão de obra reflete a curva S de custos da obra, com o pico de recursos alocados entre julho e dezembro de 2017 e a curva S acumulada com seu ponto de inflexão em fevereiro de 2017, tais como a linha de base do orçamento consolidado. Isto comprova a grande influência dos custos de mão de obra no orçamento da obra, tanto por seus custos diretos de pessoal quanto pelos custos indiretos advindos da permanência na obra.

Gráfico 4 - Histograma previsto de mão de obra



Fonte: elaborado pelo Autor

O pico de colaboradores inclui principalmente mão de obra direta ligada às atividades para execução das estruturas de concreto (operação das centrais de britagem, de concreto, de armação e de carpintaria, execução de concreto, armação e fôrmas em campo), atividades maciçamente previstas no período (c) descrito no subcapítulo 5.3.

Já o histograma de equipamentos possui uma curva S acumulada mais suave e seu ponto de inflexão está localizado no mês de agosto de 2018.

Gráfico 5 - Histograma previsto de equipamentos



Fonte: elaborado pelo Autor

O pico de equipamentos locados na obra é longo, entre maio e março de 2018, o que pode ser explicado pela necessidade de permanência dos equipamentos ligados a terraplenagem do início das escavações até o término da barragem na margem direita e dos equipamentos ligados às atividades de concreto, armação e fôrmas entre maio de 2017 e setembro de 2018, quando se encerram todas as atividades de concretagem. Apesar da redução nas atividades de concretagem durante o período de montagem eletromecânica da usina, pode-se depreender que o planejador concluiu que o custo de desmobilizar os equipamentos e mobilizar novamente para a concretagem de segundo estágio não seria econômico e optou pela permanência ininterrupta. Além disso, outra

causa para este longo pico é o peso dos equipamentos leves na quantidade de equipamentos previstos, estes que estão ligados à permanência na obra, porém possuem baixo custo em relação aos equipamentos pesados, o que acabam influenciando pouco no orçamento da obra.

5.6 ANÁLISE MENSAL DE PRAZO, CUSTO E ESCOPO

A fim de tornar a pesquisa concisa, são expostos os resultados do controle de prazo, custo e escopo de cinco meses da obra tomados como representativos: maio/2017, outubro/2017, janeiro/2018, março/2018, maio/2018. Para ilustrar o status da obra em cada momento, o Apêndice G inclui imagens extraídas dos relatórios de progresso das obras civis da PCH elaborados mensalmente pela empresa X e o Apêndice H expõe os indicadores calculados para cada um desses meses.

5.6.1 Maio de 2017

Este mês representa a transição entre a fase de escavações para a fase de execução das estruturas de concreto do vertedouro, da casa de força e do circuito de geração.

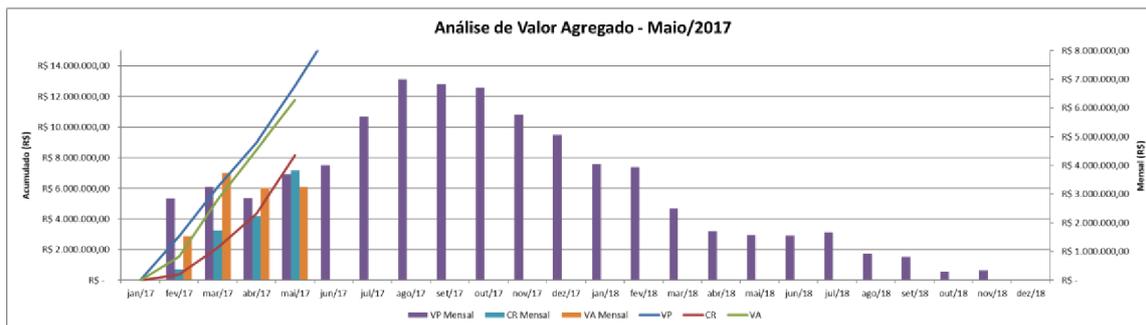
5.6.1.1 Análise de desempenho de prazo

A DA calculada para a obra é de 4,64 meses, considerando então um atraso de 0,36 meses no cronograma contratual. O IDP acumulado é calculado em 0,93 e o VPr é de -R\$ 923.794,10, também indicando atraso no cronograma.

5.6.1.2 Análise de desempenho de custo

O CR até maio/2017 é de R\$ 8.182.765,23, abaixo tanto do VA quanto do VP.

Gráfico 6 - Análise de Valor Agregado em Maio/2017



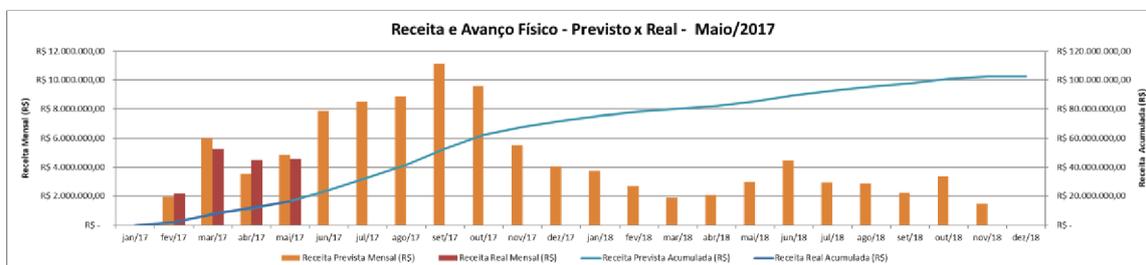
Fonte: elaborado pelo Autor

Os maiores custos até então são com pessoal, locação de equipamentos de terceiros e materiais para implantação do canteiro de obras e centrais industriais, conforme esperado pela fase de mobilização e construção do canteiro. O IDC é de 1,44 e o VC é de R\$ 3.582.272,33, porém já com tendência para 1 e R\$ 0,00, respectivamente.

5.6.1.3 Análise de execução de escopo

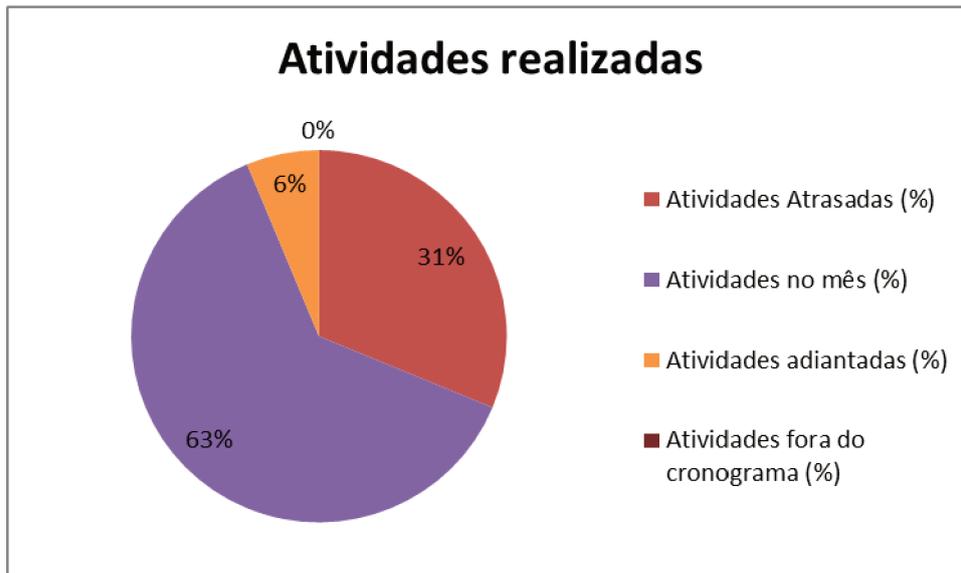
O avanço físico da obra indica 16,07% concluído contra 15,91% previsto, indicando que a obra está adiantada em relação ao previsto em cronograma. São considerados concluídos a mobilização, construção do canteiro, implantação dos acessos, supressão vegetal, escavação comum no vertedouro, muro de topo, bacia de dissipação, canal de adução tomada d’água, galerias de adução, casa de força, canal de fuga, pátio de manobras da casa de força. Atrasos na execução da ensecadeira de primeira fase.

Gráfico 7 - Avanço Físico da obra em Maio/2017



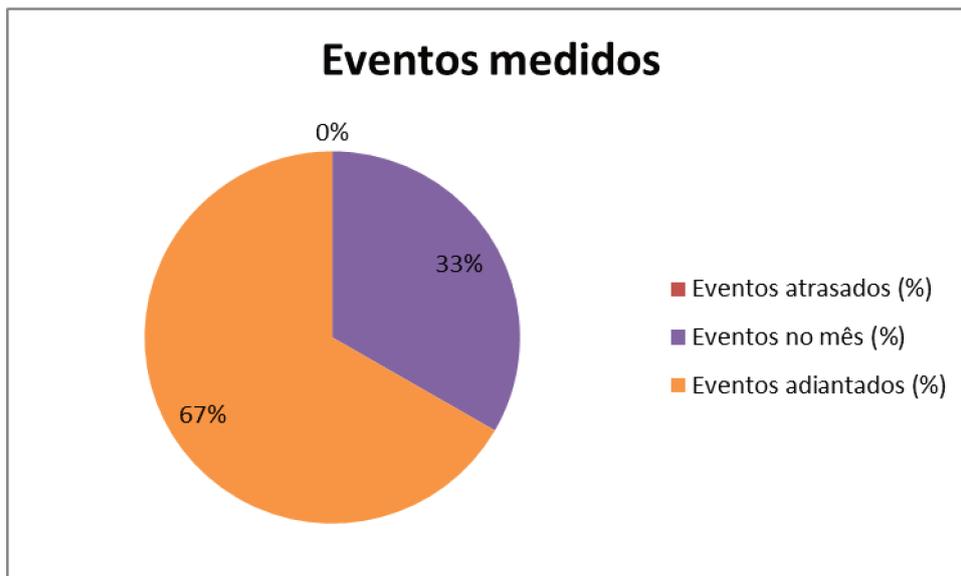
Fonte: elaborado pelo Autor

Gráfico 8 – Atividades executadas em Maio/2017



Fonte: elaborado pelo Autor

Gráfico 9 - Eventos medidos em Maio/2017



Fonte: elaborado pelo Autor

A análise de cronograma físico contratual indica atraso na vedação da enscadeira de primeira fase com solo e no início das atividades de concretagem na casa de força e vertedouro. Eventograma contratual acusa atraso na conclusão da escavação da casa de força, que impacta na regularização da fundação e posterior início da execução da estrutura. O PPC do cronograma contratual indica 65,00% e o do eventograma contratual indica 80,00%.

5.6.2 Outubro de 2017

Este mês representa o início do atraso no cronograma físico acusado pela análise de valor agregado, em que o VA mensal é inferior ao VP mensal até maio/2018.

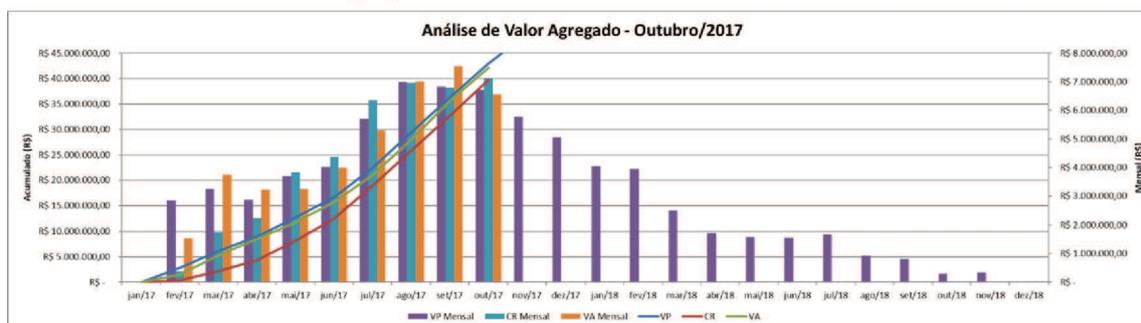
5.6.2.1 Análise de desempenho de prazo

A DA calculada para a obra até outubro é de 9,82 meses, considerando então um atraso de 0,18 meses no cronograma contratual. O IDP é calculado em 0,98 e o VPr é de -R\$ 794.294,96, também indicando atraso no cronograma da obra. No mês, o IDP é de 0,98 e o VPr é de -R\$ 159.352,39, também indicando que as atividades executadas não agregaram o valor que era previsto para o mês. Ainda assim, observa-se que o atraso é de pequena ordem do ponto de vista gerencial (2%), permitindo uma recuperação no futuro.

5.6.2.2 Análise de desempenho de custo

O CR até outubro/2017 é de R\$ 39.781.257,38, abaixo tanto do VA quanto do VP. Os maiores custos até então são com pessoal, locação de equipamentos próprios da empreiteira, de equipamentos de terceiros, aço, cimento e combustível, já refletindo o período da obra na execução das estruturas de concreto e da barragem de terra da margem esquerda. O IDC é de 1,06 e o VC é de R\$ 2.379.836,49, corroborando com a tendência de aproximação em 1 e R\$ 0,00, respectivamente.

Gráfico 10 - Análise de Valor Agregado em Outubro/2017

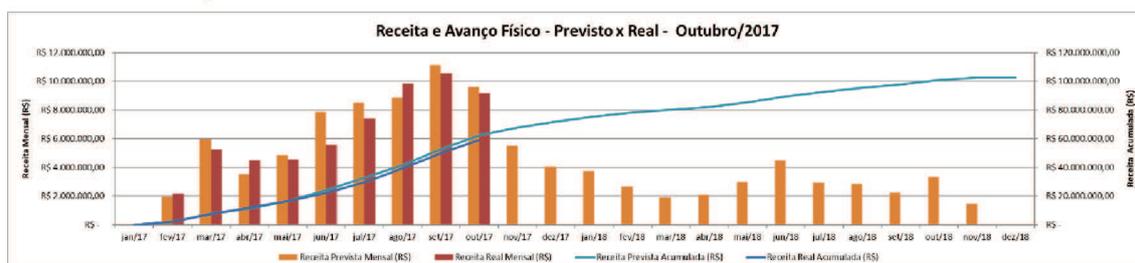


Fonte: elaborado pelo Autor

5.6.2.3 Análise de execução de escopo

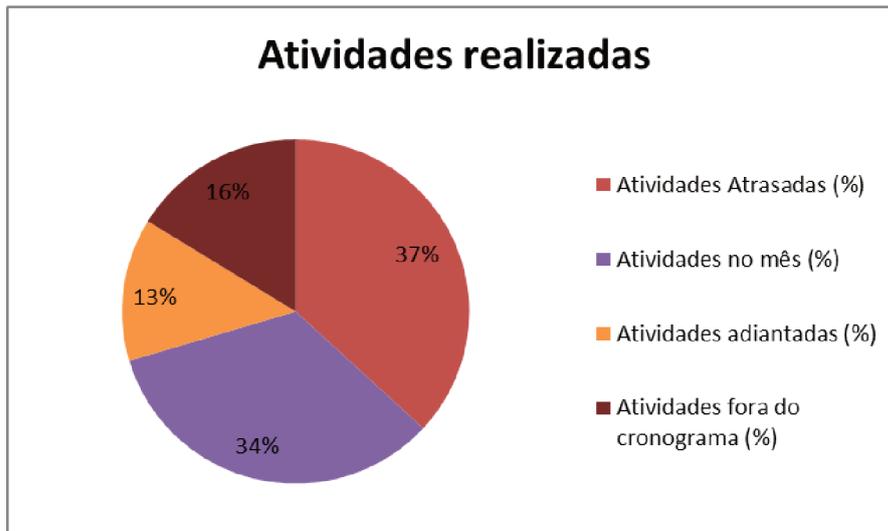
O avanço físico da obra indica 57,59% concluído contra 60,79% previsto, indicando um atraso em relação ao previsto em cronograma, diferentemente do mês de maio/2017 analisado anteriormente. São considerados concluídos a ensecadeira de primeira fase, os tratamentos de fundação e concreto de regularização da barragem margem esquerda, vertedouro, tomada d'água, galeria de adução. Atrasos na execução da ensecadeira de primeira fase. As compras de aço e cimento estão adiantadas, porém também podem indicar quantidades acima do previsto em projeto. Atrasos são acusados nos tratamentos de fundação da subestação, na execução da casa de força, na concretagem de primeiro estágio das galerias de adução, dos vãos do vertedouro, do fechamento da ombreira direita da barragem e do muro de ligação, na execução dos aterros da barragem de terra da margem esquerda. A estrutura da tomada d'água apresenta adiantamento, possibilitando a liberação para montagem das comportas vagão e ensecadeira; é possível indicar uma priorização desta estrutura em detrimento da demais. Distorções do avanço físico em relação ao cronograma físico são encontradas na conclusão do muro de topo e o que não se verifica no cronograma físico contratual atualizado para o mês.

Gráfico 11 - Avanço Físico da obra em Outubro/2017



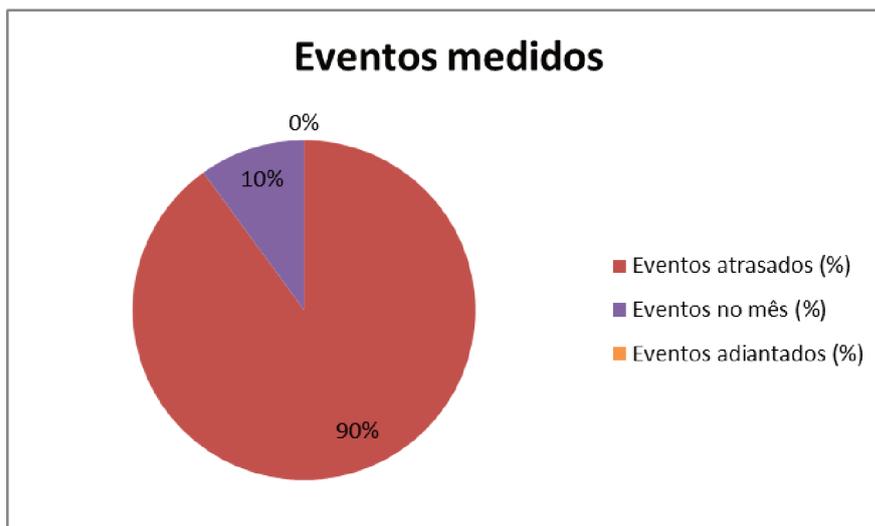
Fonte: elaborado pelo Autor

Gráfico 12 - Atividades executadas em Outubro/2017



Fonte: elaborado pelo Autor

Gráfico 13 - Eventos medidos em Outubro/2017



Fonte: elaborado pelo Autor

Neste período, o sistema de transposição de peixes já está em andamento, já apontando atrasos no avanço da escavação comum em solo e indica execução de parte da estrutura do canal de saída, sendo este uma distorção em relação ao cronograma que não aponta atividades previstas para o STP neste período. Possivelmente, neste caso particular, a empreiteira apropriou estas quantidades com objetivo de buscar adiantar receita e melhorar o resultado líquido do mês, sem que isso incorresse em pagamento pelo cliente que, conforme já visto, é feito por medição de eventos de pagamento.

5.6.3 Janeiro de 2018

Este mês representa a consumação do atraso no cronograma indicado pela Análise de Valor Agregado, com o CR superando VA e indicando tendência de superação do orçamento base (VP).

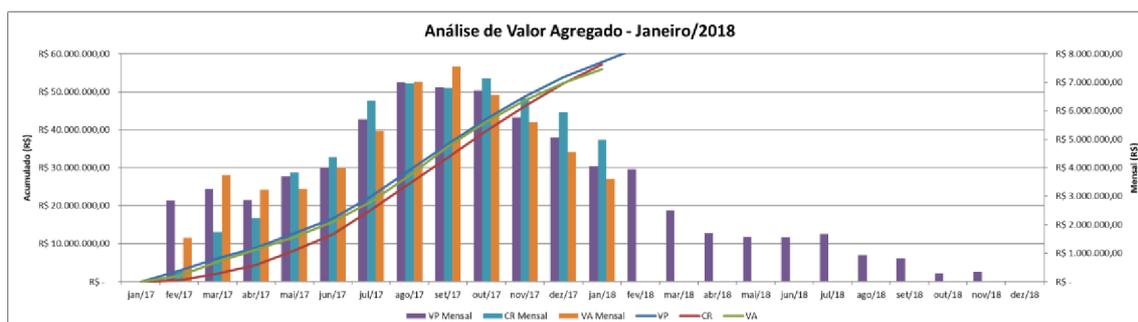
5.6.3.1 Análise de desempenho de prazo

A DA calculada para a obra até outubro é de 12,57 meses, considerando então um atraso de 0,43 meses no cronograma contratual. O IDP é calculado em 0,97 e o VPr é de -R\$ 1.915.132,15, também indicando atraso no cronograma da obra. Ainda assim, apesar do aumento do atraso em relação a outubro/2017, observa-se que ainda o atraso é de pequena ordem do ponto de vista gerencial (3,6%), permitindo uma recuperação no futuro.

5.6.3.2 Análise de desempenho de custo

O CR até janeiro/2018 é de R\$ 55.924.287,57, acima tanto do VA quanto do VP. Os maiores custos até então são com pessoal, locação de equipamentos próprios da empreiteira, de equipamentos de terceiros, aço, cimento, combustível e serviço de armação, mantendo a tendência já advinda de outubro/2017 e representativa desta fase da obra. O IDC é de 0,98 e o VC é de -R\$ 1.227.483,81, indicando um rápido crescimento dos custos em relação ao orçamento respectivamente, conforme pode ser concluído pela comparação entre o VC percentual acumulado de dezembro/2017 (0,27%) e o VC percentual acumulado de janeiro/2018 (-2,19%).

Gráfico 14 - Análise de Valor Agregado em Janeiro/2018

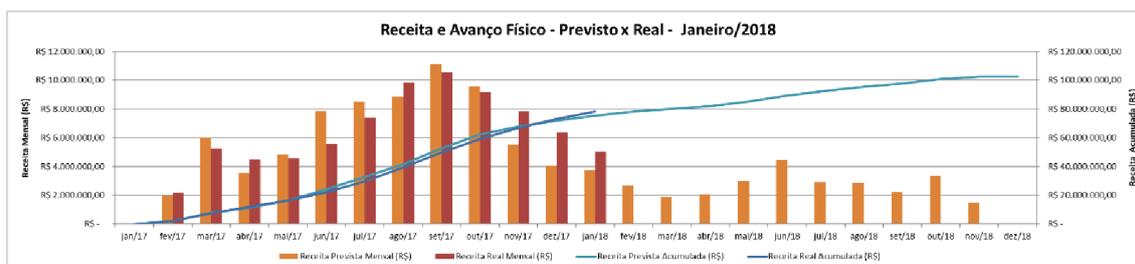


Fonte: elaborado pelo Autor

5.6.3.3 Análise de execução de escopo

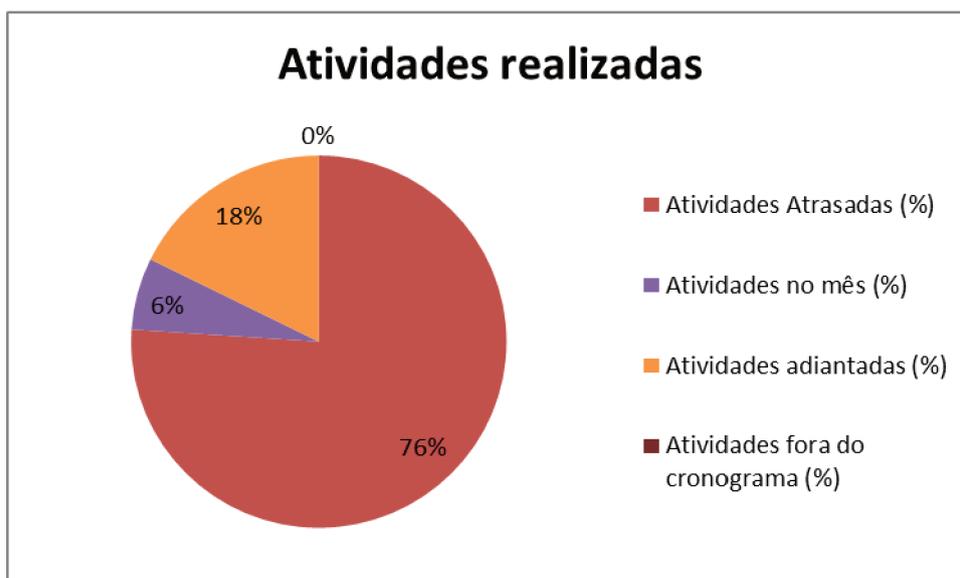
O avanço físico da obra indica 76,39% concluído contra 73,76% previsto, indicando um avanço em relação ao previsto em cronograma, ao contrário da constatação extraída da análise de valor agregado. São considerados concluídos as escavações nos canais de fuga e de ligação, no acesso e pátio de manobras da casa de força e as estruturas dos muros de topo e de ligação, em dissonância com o exposto pelo cronograma contratual. As concretagens de primeiro e de segundo estágio da tomada d'água estão praticamente completas, após a montagem das comportas vagão e ensecadeira. Atrasos são verificados na concretagem de primeiro estágio da bacia de dissipação, na concretagem de segundo estágio do vertedouro e da casa de força, na execução das estruturas da subestação e na conclusão dos aterros da barragem de enrocamento e núcleo argiloso da margem esquerda.

Gráfico 15 - Avanço Físico da obra em Janeiro/2018



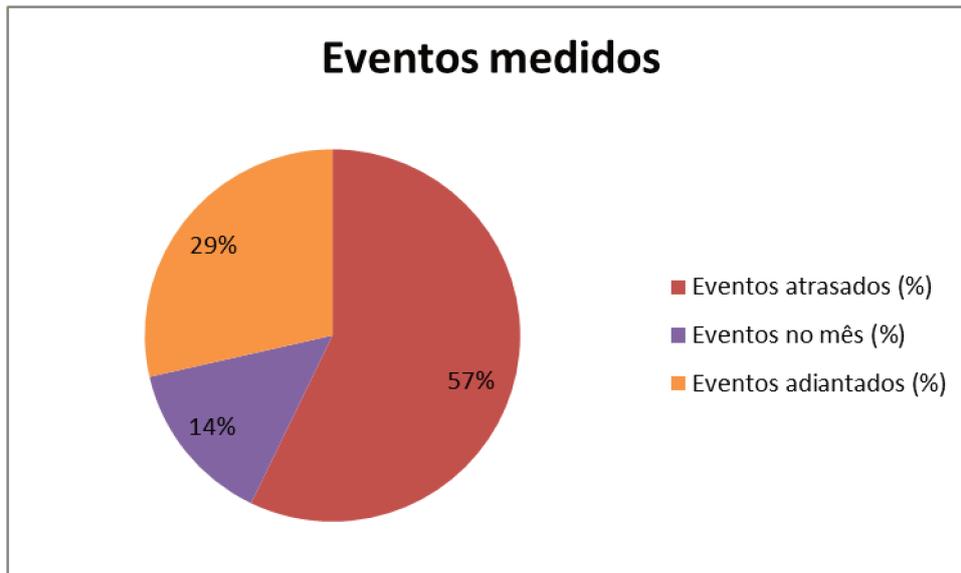
Fonte: elaborado pelo Autor

Gráfico 16 - Atividades executadas em Janeiro/2018



Fonte: elaborado pelo Autor

Gráfico 17 - Eventos medidos para Janeiro/2018



Fonte: elaborado pelo Autor

Na execução do sistema de transposição de peixes, mantém-se o atraso na escavação comum em solo e também há atraso na execução do canal principal do STP, previsto pelo avanço físico a iniciar em dezembro/2017, porém somente iniciado em janeiro/2018, porém também se indica um adiantamento na execução da estrutura do canal de saída.

A análise do cronograma físico contratual indica atraso na conclusão das galerias de adução, na concretagem de segundo estágio das unidades geradoras na casa de força (neste caso houve uma mudança no cronograma de montagem eletromecânica das unidades geradoras, impactando nesta data do cronograma), na conclusão da concretagem de segundo estágio da comportas vagão da tomada d'água e na conclusão da concretagem dos muros de aproximação do vertedouro. Em compensação, já estão em andamento os acabamentos na estrutura da casa de força, nas suas salas de controle e na tomada d'água. São executadas as bases dos equipamentos da subestação, que estão em atraso. Eventograma contratual acusa atraso na conclusão do dique do reservatório, na conclusão do muro direito da bacia de dissipação do vertedouro, na conclusão das galerias de adução e na escavação do canal de saída do STP. Em compensação, as vigas de munhão para as comportas do vertedouro são concluídas com um mês de antecedência, aproximando-se da liberação para montagem eletromecânica delas. O PPC do cronograma contratual indica 53,33% e o do eventograma contratual indica 25,00%.

5.6.4 Março de 2018

Este mês representa a transição entre a fase de execução das estruturas de concreto e da barragem da margem esquerda para a fase de mobilização para atividades na margem direita, execução da ensecadeira de segunda fase e preparação para o desvio do rio pelo vertedouro.

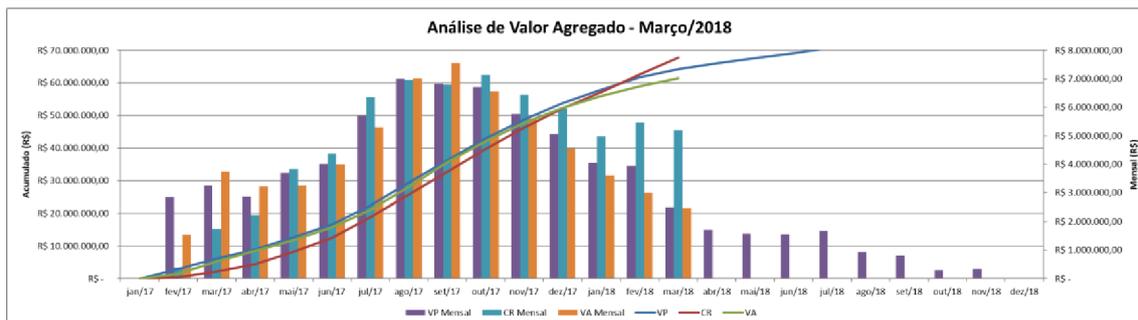
5.6.4.1 Análise de desempenho de prazo

A DA calculada para a obra é de 14,33 meses, considerando então um atraso de 0,67 meses no cronograma contratual. O IDP é calculado em 0,96 e o VPr é de -R\$ 2.892.000,02, também indicando atraso no cronograma da obra e piora em relação ao status de dezembro/2017. Neste caso, já se verifica um atraso de ordem mais relevante do ponto de vista gerencial (quase 5%) e uma tendência de queda desde outubro/2017.

5.6.4.2 Análise de desempenho de custo

O CR até março/2018 é de R\$ 67.820.973,71, acima do VA e do VP. Os maiores custos até então são com pessoal, locação de equipamentos próprios da empreiteira, de equipamentos de terceiros, aço, cimento, combustível, alimentação, material para implantação de canteiro de obras e serviço de armação, mantendo a tendência já advinda de outubro/2017 e representativa desta fase da obra. O IDC é de 0,91 e o VC é de -R\$ 6.416.754,67, indicando um rápido crescimento dos custos em relação ao orçamento respectivamente, conforme pode ser concluído pela comparação entre o VC percentual acumulado de janeiro/2018 (-2,19%) e o VC percentual acumulado de janeiro/2018 (-110,40%). O IDPT calculado em 2,19 praticamente já indicaria que o orçamento restante dificilmente será suficiente para conclusão dos trabalhos e, portanto, o custo realizado seria bem maior do que o orçado.

Gráfico 18 - Análise de Valor Agregado em Março/2018



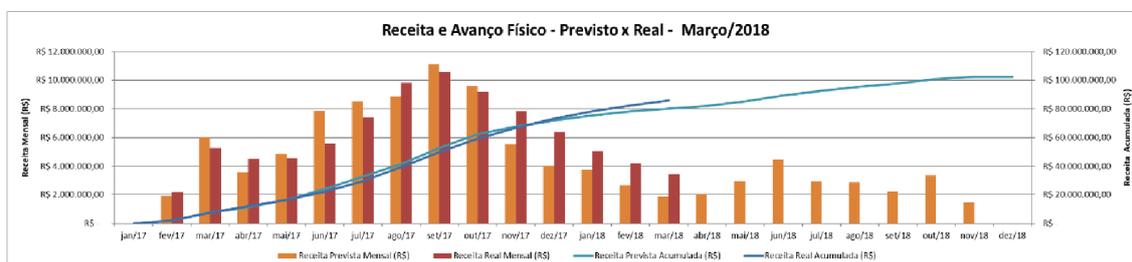
Fonte: elaborado pelo Autor

5.6.4.3 Análise de execução de escopo

O avanço físico da obra indica 83,88% concluídos contra 78,19% previstos, indicando um adiantamento ainda maior em relação ao previsto em cronograma, o que contrapõe novamente a análise de valor agregado. São considerados concluídos as estruturas do vertedouro, da bacia de dissipação e as galerias de adução das unidades geradoras. A tomada d'água já está finalizada, sendo realizado apenas limpezas. Atrasos são verificados na execução dos acabamentos da subestação, devido ao início tarde da execução desta, e na conclusão da estrutura da casa de força. Em compensação, inicia-se a execução da enscadeira de segunda fase com dois meses de antecedência e a regularização da fundação da barragem de enrocamento da margem direita.

Na execução do sistema de transposição de peixes, a escavação comum está concluída e mantém-se o atraso na execução do canal principal do STP.

Gráfico 19 - Avanço Físico da obra em Março/2018

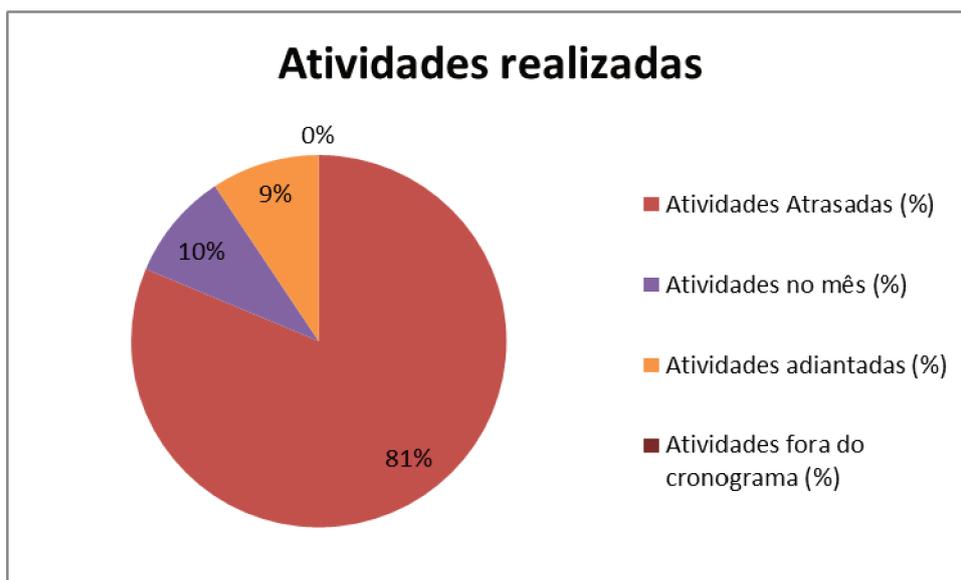


Fonte: elaborado pelo Autor

A análise do cronograma físico contratual indica atraso na liberação do vertedouro para operação devido a necessária conclusão da concretagem de primeiro estágio e montagem das comportas, o que pode afetar o desvio do rio. Os acabamentos na casa de força ainda não foram concluídos, impedindo a entrega das salas de comando

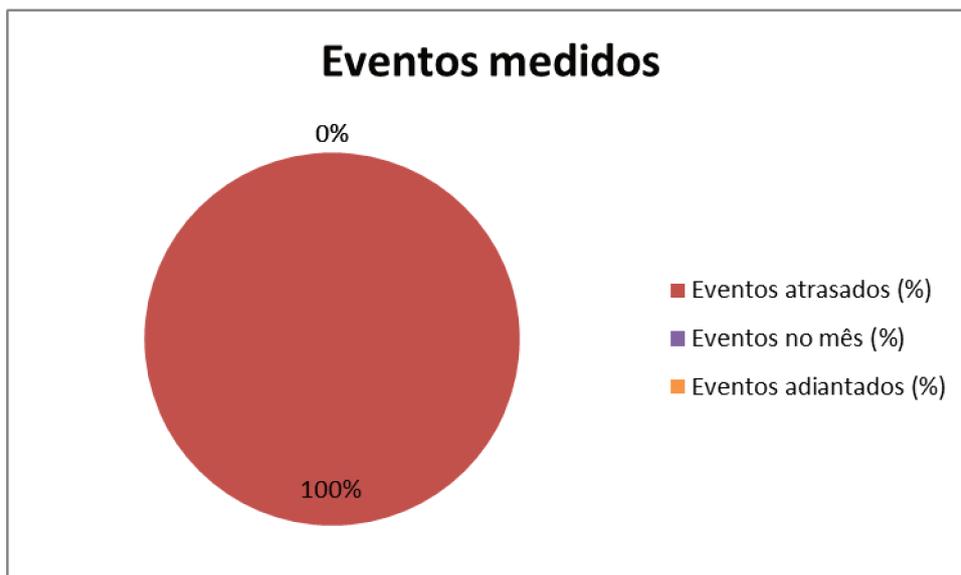
das unidades geradoras e de painéis elétricos. Em compensação, inicia-se a execução do concreto de segundo estágio nas soleiras dos vãos do vertedouro e ocorre a conclusão do dique do reservatório. São executadas a regularização das bases dos equipamentos da subestação e concretagens de camadas do muro de aproximação, que estão em atraso. Também segue em andamento a montagem das miscelâneas metálicas no interior da casa de força e da sua cobertura e fechamento lateral.

Gráfico 20 - Atividades realizadas em Março/2018



Fonte: elaborado pelo Autor

Gráfico 21 - Eventos medidos para Março/2018



Fonte: elaborado pelo Autor

Eventograma contratual acusa atraso na conclusão da drenagem superficial da subestação, no revestimento do canal principal do sistema de transposição de peixes, na conclusão dos acabamentos do vertedouro e na liberação da galeria elétrica na casa de força, que é um marco contratual. Em compensação, o muro de topo é entregue, a concretagem de primeiro estágio do vertedouro é concluída e a finalização das galerias de adução permite a montagem das comportas ensecadeira da sucção. O PPC do cronograma contratual indica 36,36% e o do eventograma contratual indica 0,00%, sendo este o pior mês da obra para estes indicadores.

5.6.5 Maio de 2018

Este mês representa o início da execução da barragem margem direita e início da recuperação do VA em relação ao VP, indicando recuperação do cronograma físico contratual até o final da obra.

5.6.5.1 Análise de desempenho de prazo

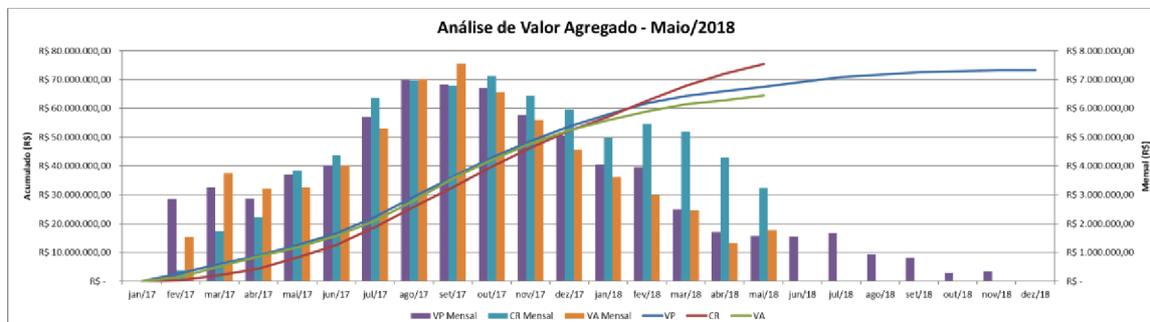
A DA calculada para a obra é de 16,23 meses, considerando, portanto, um atraso de 0,77 meses no cronograma contratual. O IDP é calculado em 0,95 e o VPr é de -R\$ 3.080.006,00, também indicando atraso no cronograma da obra porém com melhora em relação a abril/2018 devido ao bom desempenho no mês, podendo indicar uma recuperação do cronograma até o final da obra.

5.6.5.2 Análise de desempenho de custo

O CR até maio/2018 é de R\$ 75.357.676,38, acima do VA, do VP e do próprio orçamento base total da obra, o que faz com que o IDPT se torne negativo pelo capital indisponível no orçamento para realizar o trabalho restante e assim, não tenha mais utilidade. Os maiores custos até então são com pessoal, locação de equipamentos próprios da empreiteira, de equipamentos de terceiros, aço, cimento, combustível, alimentação, material para implantação de canteiro de obras e serviço de armação, mantendo a tendência já advinda desde outubro/2017 e se estabelecendo como camada A da curva ABC de custos da obra. O IDC é de 0,86 e o VC é de -R\$ 10.850.624,74,

indicando uma tendência já confirmada irreversível pelo IDPT de crescimento dos custos e superação do orçamento base.

Gráfico 22 - Análise de Valor Agregado em Maio/2018



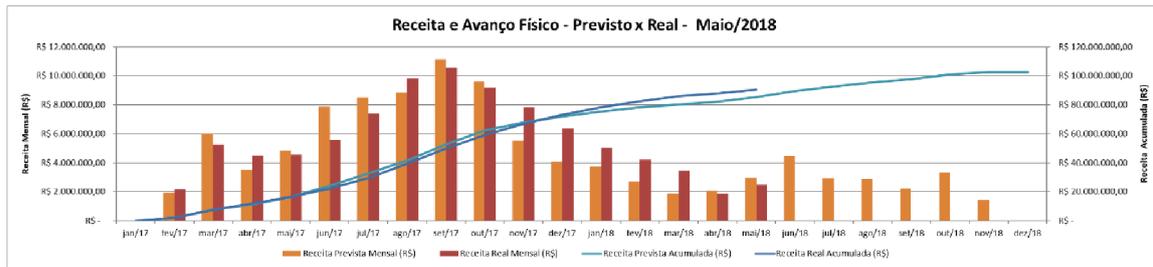
Fonte: elaborado pelo Autor

5.6.5.3 Análise de execução de escopo

O avanço físico da obra indica 88,12% concluídos contra 83,19% previstos, indicando um avanço de 4,93% em relação ao previsto em cronograma, o que continua a contrapor a análise de valor agregado. São considerados concluídos a barragem de terra da margem esquerda, a estrutura do vertedouro, da tomada d'água, o aterramento das estruturas de concreto, os acabamentos na casa de força e a instalação de miscelâneas metálicas como guarda-corpos e escadas marinho. A casa de força ainda não está finalizada e a subestação continua a apresentar atraso, porém em recuperação do tempo atrasado, restando acabamentos, drenagem superficial e regularização com brita. A ensecadeira de segunda fase apresenta atraso nas quantidades, o que está dissonante do cronograma contratual, que indica conclusão da mesma e início do esgotamento da área ensecada.

Na execução do sistema de transposição de peixes, as estruturas de concreto dos canais apresentam atraso, não estando concluídos os canais de saída, de entrada e principal, incorrendo em atraso no marco contratual que previa conclusão neste mês de maio.

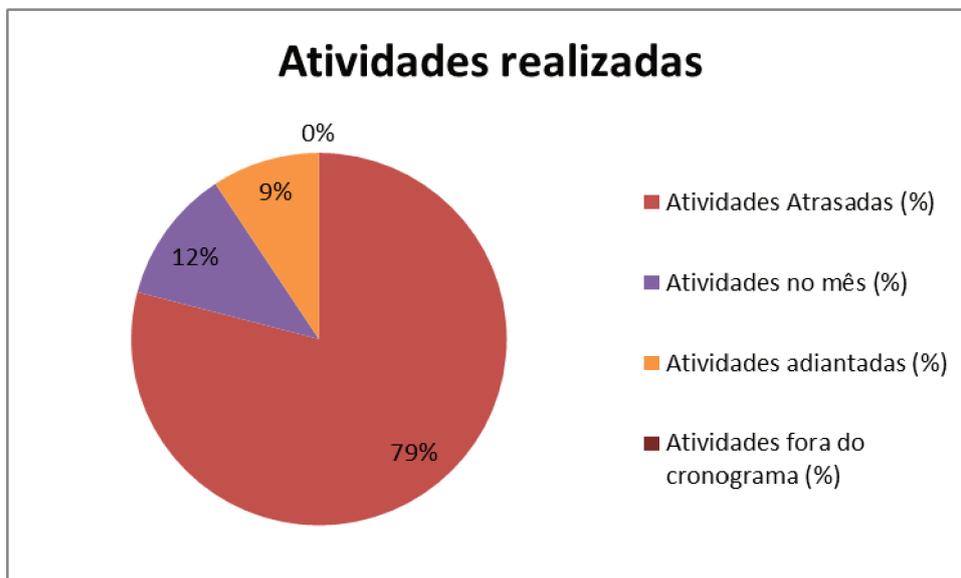
Gráfico 23 - Avanço Físico da obra em Maio/2018



Fonte: elaborado pelo Autor

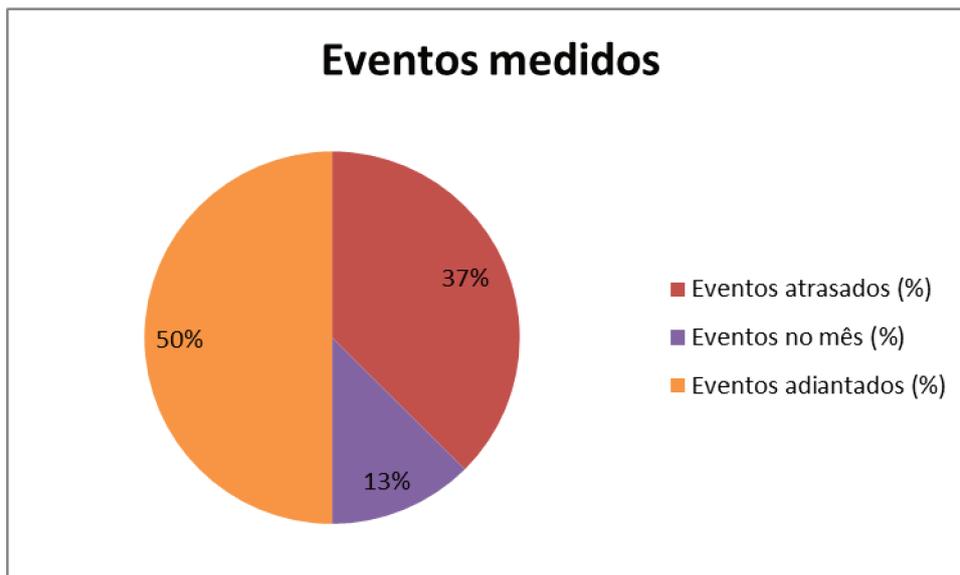
A análise do cronograma físico contratual indica o início do processo de desvio do rio com a remoção da ensecadeira de primeira fase e execução da ensecadeira de segunda fase, acontecendo no mês previsto. A desmobilização do canteiro da margem esquerda também está em andamento, além da execução do concreto de segundo estágio no alteamento da soleira dos vãos do vertedouro. A casa de força e o vertedouro estão recebendo atividades de acabamentos em suas salas hidráulicas e elétricas. Em compensação, os atrasos já citados no sistema de transposição de peixes são demonstrados no cronograma contratual também.

Gráfico 24 - Atividades executadas em Maio/2018



Fonte: elaborado pelo Autor

Gráfico 25 - Eventos medidos em Maio/2018



Fonte: elaborado pelo Autor

O eventograma contratual corrobora com a conclusão da barragem da margem esquerda e da ensecadeira de segunda fase de montante, tal como com o atraso na conclusão do STP. Ele também indica a conclusão da cobertura e fechamento lateral da casa de força. Também neste mês é concluído o desvio do rio pelo vertedouro, concluindo a etapa crítica do cronograma. O PPC do cronograma contratual indica 60,00% e o do eventograma contratual indica 66,67%, demonstrando uma grande melhora na consecução das atividades previstas.

5.7 ANÁLISE GLOBAL

Com a conclusão da obra no mês de novembro/2018 e o avanço físico equivalente a 100%, todos os meses foram controlados e assim, foi possível ser feita uma análise global de custo, prazo e escopo.

5.7.1 Análise de Valor Agregado

O resultado final da Análise de Valor Agregado da obra é apresentado pelo Gráfico 26. Conforme esperado, o VA acumulado tende ao VP, referente ao orçamento da obra calculado em R\$ 73.206.447,77. Já o VR apresenta um valor final de R\$ 90.785.035,38, 24% acima do orçamento previsto, o que acabou reduzindo o resultado

líquido esperado pela obra. Observa-se que, desde o mês de outubro de 2017, o valor real supera tanto o valor agregado quanto o valor planejado, o que quase correlaciona-se com o fato de o valor agregado ser superado pelo valor planejado desde outubro de 2017 até maio de 2018. Este período, que coincide com o término previsto das estruturas de concreto do vertedouro, da tomada d'água e da casa de força até o início previsto da execução da barragem margem direita, representa o maior afastamento da curva S do valor agregado em relação a curva S do orçamento base e pode indicar uma decisão da gerência da obra em adicionar recursos para recuperar os atrasos no cronograma físico, aumento este que acaba se configurando até o final da obra conforme pode ser visto no gráfico.

O gráfico também demonstra que o valor agregado esteve durante toda a obra atrás do valor planejado, indicando que sempre o cronograma estaria atrasado. Os principais problemas no cronograma se devem aos atrasos ocorridos entre os meses de outubro de 2017 e maio de 2018 e que podem ser resumidos na Figura 14.

Figura 14 - Atrasos de atividades ocorridos entre julho/2017 e junho/2018

ATIVIDADE MACRO	jun/17	jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18	jul/18	ago/18
Escavação em rocha do canal de fuga	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Escavação em rocha do canal de ligação		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Aterro em solo da barragem margem esquerda				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Filtros na barragem ombreira esquerda				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Concretagem de 1º estágio nos pilares dos vãos do vertedouro				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Concretagem do muro de topo				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Concretagem do muro de ligação				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Execução do rip rap no corpo da barragem ombreira esquerda					■	■	■	■	■	■	■	■			
Concretagem de 1º estágio na tomada d'água					■	■	■	■	■	■	■	■			
Concretagem de 1º estágio nas soleiras rebaixadas dos vãos do vertedouro					■	■	■	■	■	■	■	■			
Núcleo em argila da barragem margem esquerda						■	■	■	■	■	■	■	■		
Aterro com enrocamento da barragem margem esquerda						■	■	■	■	■	■	■	■		
Concretagem de 1º estágio nas estruturas da casa de força							■	■	■	■	■	■			
Concretagem das bases dos equipamentos da subestação							■	■	■	■	■	■			
Concretagem das galerias de adução								■	■	■	■	■			
Concretagem dos muros da bacia de dissipação								■	■	■	■	■			
Revestimento dos canais do STP com concreto											■	■	■	■	■
Conclusão do STP												■	■	■	■

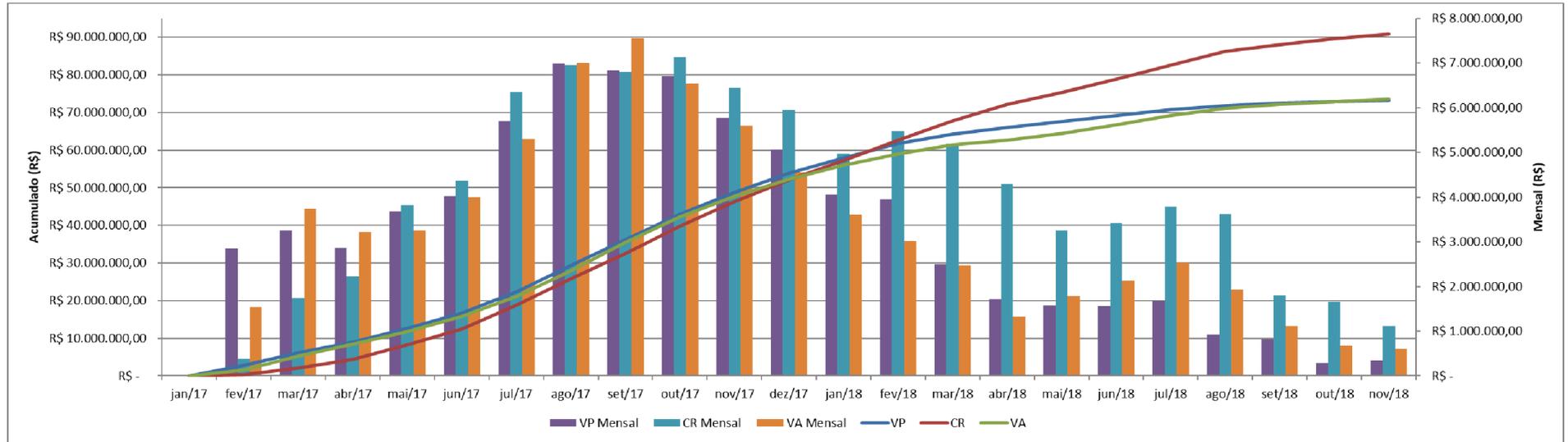
■ Duração do atraso da atividade
 ■ Mês previsto de conclusão da atividade

Fonte: elaborado pelo Autor

A análise completa quanto ao impacto destas atividades está descrito no item 5.7.3, com as justificativas sobre o atraso delas e a análise global do cronograma físico e escopo contratual. Porém, observa-se que as atividades tiveram grandes atrasos durante a fase de pico da obra, justamente no período em que ocorreram os maiores desvios de prazo indicados pela EVA.

É possível perceber que o aumento de custos registrados a partir de outubro de 2017 segue a alteração na duração do pico de atividades da obra, anteriormente previsto para ocorrer entre julho/2017 e dezembro/2017, porém ocorrido entre julho/2017 e agosto/2018. Pode-se deduzir que o orçamento base para obtenção do preço foi subestimado em relação ao cronograma proposto contratualmente.

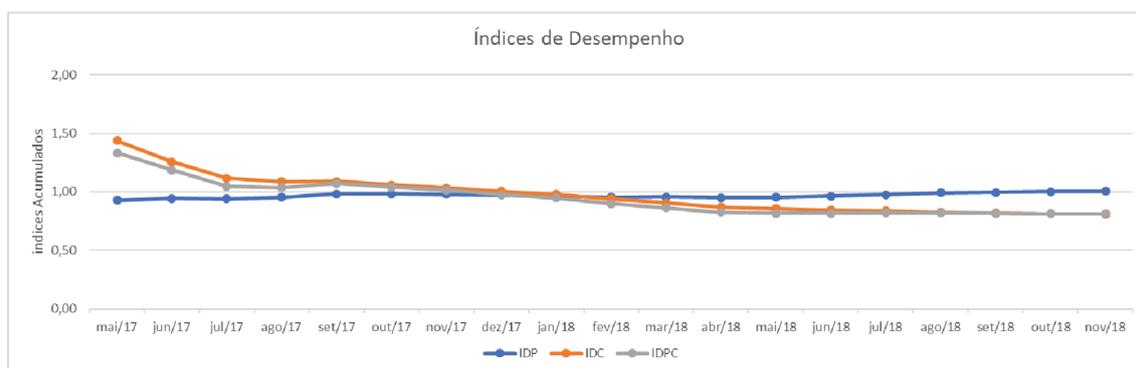
Gráfico 26 - Análise de Valor Agregado Global



Fonte: elaborado pelo Autor

Os gráficos de índices de desempenho acumulado e mensal corroboram com as conclusões anteriores. O IDC inicia em valores altos na primeira fase da obra, porém a partir de julho/2017, quando se iniciam as construções das estruturas de concreto do vertedouro e do circuito de geração, já se aproxima de 1,00. Em dezembro/2017, o índice fica abaixo de 1,00, indicando que o custo já supera o orçamento, tendência que se mantém até o final da obra. Já o IDP³ inicia abaixo de 1,00 com o valor agregado abaixo do valor planejado, porém, com a evolução da obra, o índice se aproxima de 1,00 até chegar ao mês de novembro/2018, quando se torna 1,00 devido ao fato do VP=VA com o avanço físico igual a 100%. Esta distorção da análise de desempenho de prazo não causa grandes impactos no gerenciamento desta obra, haja visto que ela se encerra no prazo previsto. Isto poderá ser visto na análise de duração agregada e suas estimativas de prazo ao longo da obra, que se mantém próximas ao prazo previsto. Quanto ao IDPC, observa-se a forte influência do desempenho do custo nesta obra, com este índice seguindo a tendência positiva do custo no início da obra e decaindo até o final da obra.

Gráfico 27 - Índices de Desempenho Acumulado da Obra

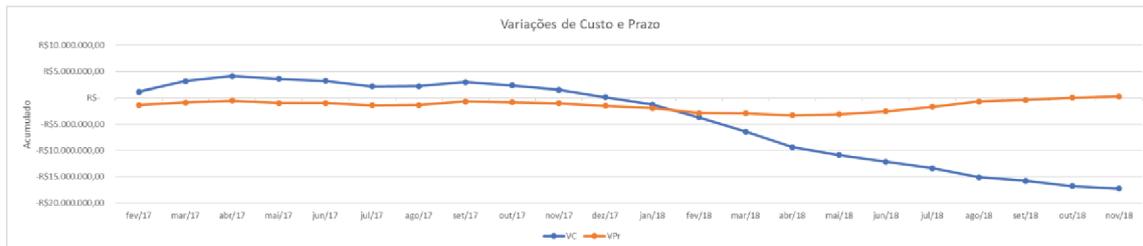


Fonte: elaborado pelo Autor

Os gráficos de VC e VPr acumulados demonstram o desempenho verificado no gráfico global de análise de valor agregado, com o fato do CR superar o orçamento a partir de janeiro/2018 e do cronograma estar sempre atrasado até o final da obra, quando equivale o VPr equivale a zero pelo fato de VP = VA com avanço físico igual a 100%. Este gráfico representa melhor o desempenho real da obra do que o gráfico de índices de desempenho acumulado, demonstrando com maior clareza o grande desvio ocorrido no orçamento.

³ IDP tem limitação de tender a 1 ao final independentemente da obra for concluída no prazo ou em atraso ao cronograma inicial. Para evitar esta limitação, há o indicador de Prazo Agregado, que não está incluso neste trabalho.

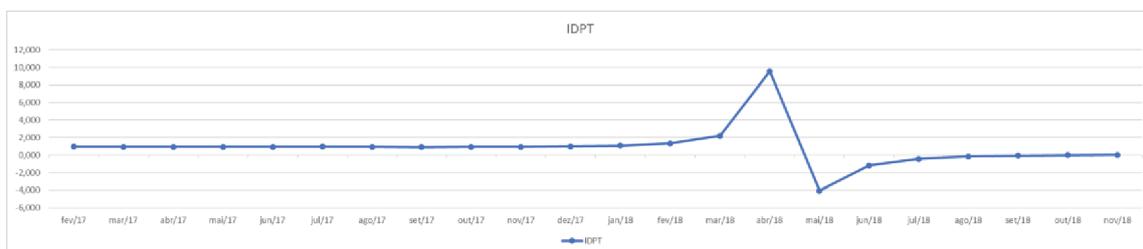
Gráfico 28 - VC e VPr acumulados da Obra



Fonte: elaborado pelo Autor

Por fim, o IDPT corrobora com todas as conclusões anteriores acerca do custo. O índice que demonstra a capacidade de recuperação da obra quanto ao orçamento tende a 1,00 durante todo o primeiro ano da obra, a partir de janeiro/2018 supera 1,00 (quando o orçamento é superado pelo custo real da obra) e dispara para 9 em abril/2018, quando verifica-se que o trabalho restante não será mais suprido com o capital restante disponibilizado pelo orçamento, e se torna negativo a partir de maio/2018, quando o custo real já supera o orçamento total da obra, tendendo a 0 com a conclusão da obra, quando $VP = VA$. É importante observar que, para esta obra, o IDPT é uma ferramenta que permitiria prever o “estouro” no orçamento, seguindo a linha de Vargas (2003) de que “quando o projeto atinge 20% de execução com o IDC acumulado diferindo em mais de 10% do IDPT, o projeto irá ultrapassar o orçamento previsto.” (VARGAS, 2003, p. 57). Considerando 20% de execução em junho/2017, o IDC acumulado equivalia a 1,26 e o IDPT era igual a 0,95, com diferença entre os dois de 32%, indicando uma possível distorção no orçamento que estava bem abaixo do previsto, o que veio a ocorrer a partir de 2018. Ademais, isto demonstra o cuidado que o gestor deve ter ao manejar os indicadores pois, enganosamente, o IDPT poderia demonstrar que o custo estava dentro do orçamento e mantinha esta tendência, o que foi desmentido posteriormente.

Gráfico 29 - IDPT durante a obra



Fonte: elaborado pelo Autor

5.7.2 Análise de Custo

Como visto, o custo final da obra superou 24% do orçamento previsto para as atividades civis na obra. Assim, buscou-se identificar os custos inclusos na curva A que tiveram maior variação positiva em relação ao previsto de modo a buscar justificar e entender o “furo” no orçamento. As 10 contas financeiras com maior orçamento são apresentadas na Tabela 1, juntamente com o valor previsto, o valor real e a variação percentual positiva.

Tabela 1 - Curva A de Custos Previstos

Conta Financeira	Custo Previsto	Custo Real	Varição
Custos com Pessoal (Mão de Obra)	R\$ 19.112.657,08	R\$ 24.512.287,38	28,25%
Locação de Equipamentos Próprios - Empreiteira	R\$ 8.990.562,00	R\$ 11.201.057,00	24,59%
Cimento	R\$ 6.308.640,14	R\$ 4.565.289,00	-27,63%
Aço	R\$ 6.041.523,19	R\$ 6.326.181,00	4,71%
Alimentação	R\$ 4.306.150,00	R\$ 4.579.376,00	6,35%
Combustível	R\$ 3.742.509,75	R\$ 7.230.584,00	93,20%
Materiais para implantação do canteiro	R\$ 2.922.209,20	R\$ 4.225.794,00	44,61%
Locação de Equipamentos Pesados de Terceiros	R\$ 2.203.170,40	R\$ 6.837.844,00	210,36%
Desmonte de Rocha	R\$ 2.034.770,00	R\$ 503.404,00	-75,26%
Material de Uso e Consumo	R\$ 1.939.114,46	R\$ 1.782.010,00	-8,10%
SOMATÓRIO	R\$ 57.601.306,21	R\$ 71.763.826,38	24,59%

Fonte: elaborado pelo Autor

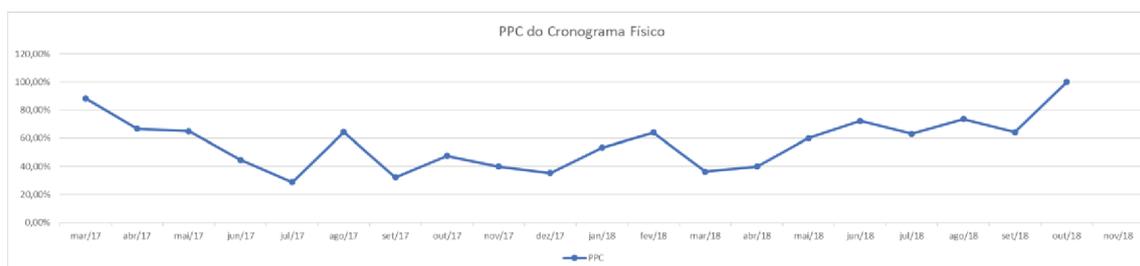
Os custos expostos na Tabela 1 são representativos para a análise da variação no orçamento base, haja vista que sua variação é de 24,59%. Observa-se que os custos com mão de obra e equipamentos foram os principais responsáveis pela variação obtida, além dos custos com combustíveis que estão diretamente ligados aos custos com equipamentos. Estes números corroboram com a análise anterior de que houve menor alocação de recursos para execução da obra e que disto decorre que o orçamento teve recursos abaixo do que realmente demandaria. Esta conclusão de o orçamento não refletir as condições reais executivas da obra também é comprovada por conclusões de engenheiro que trabalhou na produção da obra, indicando que ocorreram muitas variações de quantidades do projeto executivo em relação ao projeto básico. Estas

variações foram objetos de pleitos contratuais da empreiteira com o cliente até que se chegou a um consenso entre as partes, resultando na assinatura de um termo aditivo extra incluindo estas quantidades no escopo contratual. Estas variações são tratadas no item 5.7.3.

5.7.3 Análise de Escopo e Cronograma

Ao analisar-se os gráficos de PPCs mensais das atividades do cronograma físico contratual e do eventograma contratual, verifica-se bom desempenho nas atividades e eventos previstos no início da obra até junho de 2017, quando os dois índices ficam abaixo de 50% e mantém a queda com breve recuperação em agosto/2017 e fevereiro/2018 no PPC do cronograma físico, quando superam 60%, e em novembro/2017 no PPC do eventograma, quando supera 50%. A recuperação dos dois indicadores ocorre somente a partir de março/2018, quando a tendência de alta é restabelecida, chegando ao PPC do eventograma alcançar 100% em agosto, setembro e outubro de 2018, momento em que a obra já está adiantada em relação ao cronograma contratual conforme a análise de avanço físico demonstra.

Gráfico 30 - PPC do Cronograma Físico Contratual



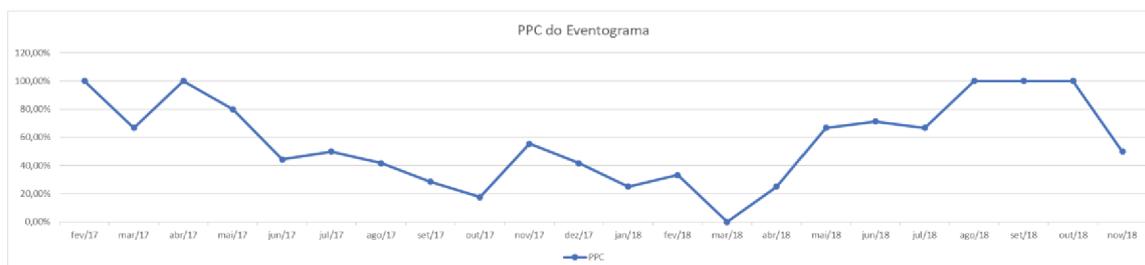
Fonte: elaborado pelo Autor

Os dois indicadores corroboram com as análises de valor agregado e de avanço físico, indicando atrasos em relação ao cronograma contratual entre junho/2017 e abril/2018, período de execução das estruturas de concreto e da barragem da margem esquerda, e recuperação do cronograma a partir de maio/2018, a partir da execução da enseadeira de segunda fase, desvio do rio pelo vertedouro e execução da barragem na margem direita.

Comparando os dois indicadores, vê-se que o PPC do cronograma físico apresenta tendências mais claras de queda e elevação no aproveitamento das atividades previstas em cronograma, enquanto o PPC do eventograma possui quedas mais brutas e

variações ao longo da obra. Isto deve-se ao fato de os eventos de pagamento dependerem de aprovação do cliente para serem medidos, além de não considerarem a execução parcial das estruturas. Isto posto, conclui-se que o PPC do cronograma físico fornece melhores subsídios para o gerenciamento do projeto a curto prazo, voltado para micro atividades, e o PPC do eventograma para o gerenciamento a longo prazo, voltado para macro atividades.

Gráfico 31 - PPC do Eventograma Contratual



Fonte: elaborado pelo Autor

Conjugando as análises de desempenho de custo e prazo, verificou-se que o orçamento foi superado em quase 23%, porém a obra foi finalizada no prazo de 22 meses conforme o cronograma contratual. Também foram identificadas atividades principais que foram finalizadas em atraso em relação ao cronograma contratual e distorções do avanço físico real em relação à análise de valor agregado, ao orçamento base e ao cronograma físico contratual. As explicações para estas variações são descritas nos seguintes itens:

a) Quantitativos executados maiores que previstos, inclusive com emissão de ordens de variação por parte da empreiteira contra o cliente conforme especificado pelo contrato. Além da iminente variação entre projeto básico e projeto executivo, cujo risco é absorvido em partes pela empreiteira, o projeto executivo apresentava quantidades defasadas em relação ao que foi efetivamente executado. Os principais serviços e materiais enumerados pela empreiteira que foram objetos de ordem de variação são apresentados na Figura 15.

Figura 15 - Quantidades executadas versus previstas na obra

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANTIDADES		PREÇOS		DIFERENÇAS	
			CONTRATUAL	EXECUTADA	UNITÁRIO	CONTRATUAL	EXECUTADO	QUANT.	PREÇO
0	RESUMO DA ORDEM DE VARIAÇÃO							
0.1	SUPRESSÃO VEGETAL	m²	108.130,00	190.872,57	5,45	578.408,50	1.072.955,51	494.547,01
0.2	ESCAVAÇÃO DE SOLO E ROCHA - FALTA ESCAVAÇÃO DE JAZIDA NA MARGEM DIREITA	m³	258.740,00	399.211,01		10.703.817,80	11.958.055,64	1.254.437,84
0.3	CORTINA DE INJEÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO - NÃO CONCLUÍDO - FALTA MARGEM DIREITA E LEITO DO RIO				0,00	99.557,34	121.288,51	21.728,16
0.4	ATERRO EM ENROCAMENTO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, LANÇAMENTO E COMPACTAÇÃO (ÁREA DE MONTAGEM)	m³	0,00	4.850,00	38,75	0,00	178.237,50	4.850,00
0.5	LIMPEZA E TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES EM ROCHA	m³	5.669,03	7.553,61	84,87	473.663,78	835.612,58	1.884,58
0.6	FORMAS PLANAS	m²	25.905,00	29.036,04	174,87	4.535.999,85	5.187.579,31	3.131,04
0.7	FORMAS CURVAS	m²	2.555,72	2.980,29	288,37	752.200,88	967.456,91	424,57
0.8	ARMADURA - FORNECIMENTO	t	1.802,55	1.859,76	2.945,00	5.308.524,45	5.478.990,02	57,20
0.9	ARMADURA - APLICAÇÃO	t	1.669,03	1.722,00	3.294,89	5.488.944,38	5.673.452,89	52,97
0.10	CONCRETO - SEM CIMENTO - PREPARAÇÃO, TRANSPORTE E APLICAÇÃO	m³	39.772,00	44.120,27	465,45	18.511.877,40	20.535.781,72	4.348,27
0.11	FORNECIMENTO DE CIMENTO	t	13.780,16	15.295,37	410,08	5.660.907,19	6.272.323,55	1.515,21
0.12	ESTOCAGEM E MANUSEIO DE CIMENTO	t	13.123,96	14.567,01	19,24	252.504,99	280.269,37	1.443,05
0.13	SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES	VB				2.954.551,82	3.820.177,71	865.625,89
0.14	SERVIÇOS ADICIONAIS	VB					742.189,19	742.189,19
0.15	TOTAL					55.320.818,16	62.922.368,39	7.601.550,22

Fonte: dados da empresa X

Conforme pode ser visto na Figura 15, os serviços com maiores variações referem-se às escavações de solo e rocha, supressão vegetal, aterro em enrocamento na área de montagem da casa de força, concreto e fôrmas planas, sendo que os três últimos itens supracitados ocorrem entre junho/2017 e maio/2018, período de maiores atrasos em relação ao cronograma contratual como visto nas análises anteriores.

As estruturas mais impactadas por essas variações são a margem esquerda com a supressão vegetal, casa de força com a execução de concreto e fôrmas planas, área de montagem da casa de força com o aterro em enrocamento (fora do escopo do projeto), vertedouro com a execução de concreto e fôrmas planas, subestação com a execução de concreto, fôrmas planas e escavação de material comum (solo), bacia de dissipação do vertedouro, barragem margem esquerda e canal de fuga e de ligação com escavação de material comum, escavação de jazida para execução de ensecadeira de primeira fase (fora do escopo do projeto) e sistema de transposição de peixes com fôrmas planas e inclusão de miscelâneas metálicas (fora do escopo de projeto) no canal de saída.

Estas variações nas quantidades indicam possíveis falhas no detalhamento do projeto, responsabilidade do cliente com sua projetista, no caso das estruturas de concreto, falha no detalhamento do escopo considerado no contrato e possíveis falhas no detalhamento do perfil geotécnico da região, no caso do aumento de quantidades de escavações em solo, lembrando que incertezas geológicas/geotécnicas são riscos mais possíveis de acontecer devido à imprevisibilidade dos solos.

Estas variações podem explicar em parte tanto a variação no custo real quanto os atrasos na conclusão das estruturas de concreto do vertedouro e do circuito de geração, da barragem margem esquerda, da subestação e da escavação de solo e rocha nos canais de fuga e de ligação (estes últimos também impactados pela opção executiva da

empreiteira em aumentar a ensecadeira de primeira fase à jusante e executar um septo na região do canal de fuga, permitindo maior facilidade de execução das escavações, e também por esta atividade não ser crítica e portanto, poder ser executada em mais tempo com menor volume de detonação mensal que, por sua vez, era impactado por impeditivos ambientais da região; outra justificativa foi a decisão da obra em aproveitar a rocha extraída dos canais como pedreira para fornecimento de brita, assim, esticou-se a execução das detonações durante todo o período de execução do concreto sem prejudicar o prazo final da obra).

b) Cronograma contratual não corresponde ao cronograma executivo, estando aquele muito superestimado em relação a este. Conforme já foi analisado anteriormente, o cronograma contratual apresenta conclusão de muitas estruturas com bastante antecedência com objetivo de não impactar nas atividades eletromecânicas que, por sua vez, impactariam na execução da segunda fase da obra civil na margem direita, cuja atividade predecessora fundamental era o desvio do rio pelo vertedouro da margem esquerda. Porém, também é conhecido que o cronograma contratual se baseou no projeto pré-executivo, que tiveram várias alterações no projeto executivo e alterações extras já descritas no item (a) anterior.

Deste modo, conforme informado por engenheiro que trabalhou na produção das obras civis na PCH, o cronograma físico contratual não era considerado executivo e poderia impactar no próprio avanço da obra por sobrepor várias frentes de serviços no mesmo período. Deste modo, a gestão da obra fez uma revisão no caminho crítico do cronograma incluindo considerações executivas próprias, sem perder de vista as datas de marcos contratuais de conclusão, cujos atrasos poderiam acarretar em multas para a empreiteira. Assim, se explica os atrasos nas atividades do cronograma físico contratual ocorridos entre junho/2017 e maio/2018 e citados anteriormente e que não impactaram no prazo final da obra.

Possíveis considerações sobre acréscimo de recursos de mão de obra e equipamentos a partir de janeiro/2018 para justificar o aumento de custo e a recuperação do cronograma físico contratual não encontra embasamento na realidade da obra, conforme informou a gestão do projeto e a área de produção, haja vista que inclusive ocorreu uma redução nos volumes de concreto executados no início de 2018 conforme informado pelo engenheiro responsável pela produção da obra civil.

Mudanças no cronograma também ocorreram devido a atrasos na interface civil-eletromecânica, com mudanças no cronograma de montagem das unidades geradoras, reprogramado para março/2018, o que atrasou o início da concretagem de segundo estágio na casa de força. Apesar disto, a partir de maio/2018, quando se inicia a execução da enscadeira de segunda fase e posteriormente com a execução da barragem da margem direita, há boa recuperação do cronograma atrasado com a conclusão da barragem com um mês de antecedência e posterior liberação para enchimento do reservatório também com um mês de antecedência.

Salienta-se também que não ocorreram grandes imprevistos na execução da obra que pudessem impactar gravemente o cronograma, permitindo estas folgas principalmente nas interfaces civil-eletromecânica e eletromecânica-civil, que teoricamente seriam as mais arriscadas por possíveis problemas de comissionamento dos equipamentos hidromecânicos, elétricos, inclusão de outros fornecedores na obra além da empreiteira.

Outro comentário é feito quanto à execução do sistema de transposição de peixes. Como este projeto ocorreu em paralelo com a execução da PCH, prioritária para a gestão da obra, e sua finalização não impactava no caminho crítico de toda a obra, não foi dada a devida atenção para a sua execução na sua fase inicial. Além disso, conforme visto no item (a), ocorreram variações nas quantidades do projeto executivo e adições de escopo solicitadas pelo cliente. Também foi relatada uma redução na produtividade dos recursos para esta obra devido ao nível de detalhamento maior do que a PCH, sendo o STP executado em nível mais “artesanal” e a PCH sendo uma obra mais “industrial”. Dificuldades executivas com as escavações na região do canal de entrada do STP foram relatadas, justificando os atrasos nas escavações e revestimento com concreto estrutural. Deste modo, como praticamente todas as atividades eram críticas para a execução do STP, os subsequentes atrasos pelos motivos expostos acima levaram à obra prevista para finalizar em maio/2018 a finalizar somente em agosto/2018.

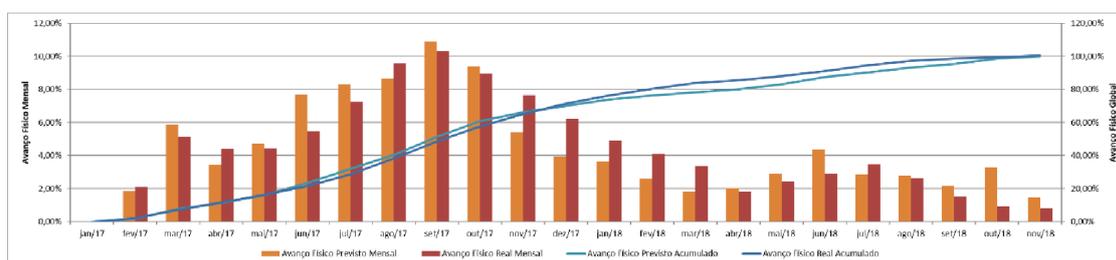
Por fim, é possível observar também que o fato de a obra ter finalizado no prazo previsto apesar de alguns atrasos ocorridos no início e fase intermediária da obra deve-se a estes não estarem ligados a atividades críticas da obra. Como visto, os principais atrasos foram relacionados com a subestação, os canais de fuga e de ligação e o sistema de transposição de peixes, estruturas que, em nenhum momento, entraram para o caminho crítico do cronograma. Mesmo as estruturas que tiveram um leve atraso como

vertedouro, casa de força, área de montagem, tomada d'água e galerias de adução não impactaram no caminho crítico pois ocorreu um rearranjo nas atividades de montagem eletromecânica que permitiu com que o concreto de primeiro estágio estivesse concluído antes da montagem dos equipamentos (exemplo é as vigas de munhão do vertedouro que foram concluídas no prazo previsto e permitiram a montagem das comportas segmento sem atrasos). Deste modo, o desvio do rio pelo vertedouro recém-concluído, que era a fase mais crítica da obra, ocorreu sem atrasos em relação ao cronograma físico contratual e também ao executivo elaborado pela gestão da obra, permitindo a execução da barragem margem direita e a posterior finalização da obra no prazo previsto.

5.7.4 Análise de Avanço Físico

O avanço físico da obra indica um início de obra com execução de quantidades idêntico ao previsto, referindo-se à fase de mobilização da obra e implantação do canteiro de obras e centrais industriais. De junho de 2017 até novembro/2017, coincidindo com o período previsto para execução das estruturas de concreto de 1º estágio do vertedouro e do circuito de geração e da barragem da margem esquerda, a curva S real se distancia um pouco da curva S prevista. A partir de dezembro de 2017 até o final da obra, a curva real avança em relação à curva prevista, indicando um possível adiantamento do cronograma.

Gráfico 32 – Avanço Físico Consolidado da Obra



Fonte: elaborado pelo Autor

Como visto, o cronograma contratual foi elaborado com base nas premissas do projeto básico e não foi adotado como orientativo para a execução da obra em campo, adotando-se um cronograma reprogramado conforme a emissão do projeto executivo.

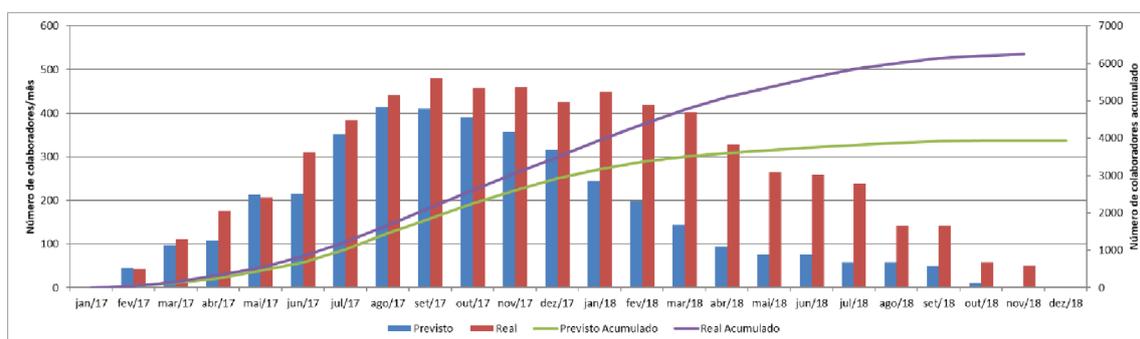
Deste modo, é possível concluir que o avanço físico não corresponde com os resultados da análise de valor agregado entre os meses de dezembro/2017 e maio/2018 devido ao VP, derivado do orçamento base, estar referenciado no cronograma contratual enquanto o VA e o avanço físico (indicadores correspondentes entre si) estarem já referenciados conforme o cronograma executivo. Apesar desta distorção, ela não invalida a análise feita no item anterior quanto ao cronograma contratual já que o VA aponta o atraso em relação ao cronograma contratual e posterior recuperação após o mês de maio/2018, conforme já discutido anteriormente.

5.7.5 Histograma de Recursos

5.7.5.1 Histograma de Mão de Obra

O histograma de mão de obra indica uma quantidade de colaboradores alocados na obra muito acima do previsto, totalizando 6248 colaboradores na curva S acumulada contra 3928 previstos, um aumento de pouco mais de 59%, diferentemente do aumento de 28% no custo de mão de obra. Isto pode ser explicado pela consideração de premissas, como a quantidade de horas extras e o próprio salário base adotado, que se demonstraram posteriormente acima do realizado. Para se ter assertividade nesta conclusão, uma análise minuciosa nos salários dos colaboradores ligados à produção da obra civil deve ser feita, o que está fora do escopo desta pesquisa.

Gráfico 33 - Histograma Previsto versus Realizado de Mão de Obra



Fonte: elaborado pelo Autor

Observa-se que, excetuando-se os meses de fevereiro/2017 e maio/2017, no início da obra, todos os meses apresentam uma previsão de alocação de mão de obra menor que o realizado, indicando uma subestimação da mão de obra necessária para a

execução da obra e que, por sua vez, refletiu-se no orçamento. Verifica-se também que o pico de mão de obra assemelha-se com o pico de VR na análise de valor agregado, novamente indicando uma readequação das atividades do cronograma contratual para as condições reais executivas.

As frentes de serviços mais representativas no histograma previsto de mão de obra, o número de colaboradores real e a variação em relação ao previsto são apresentados na Tabela 2. Observa-se que as frentes de fôrmas em campo e terraplenagem mais do que dobraram, indicando uma necessidade anteriormente não prevista de recursos para executar estas atividades. Ressalta-se que os serviços de armação em campo foram terceirizados e, portanto, não estão contabilizados. A comparação entre os custos previstos para esta mão de obra para armação e o custo final do serviço terceirizado pode ser objeto de trabalho mais detalhado.

Tabela 2 - Curva A de Mão de Obra Prevista

Frentes de Serviços	Colaboradores Previsto	Colaboradores Real	Variação
Fôrmas em campo	680	1423	109,26%
Armação de campo	664	0	-100,00%
Concreto de campo	640	1151	79,84%
Terraplenagem	584	1235	111,47%
SOMATÓRIO	2568	3809	48,33%

Fonte: elaborado pelo Autor

5.7.8.2 Histograma de Equipamentos

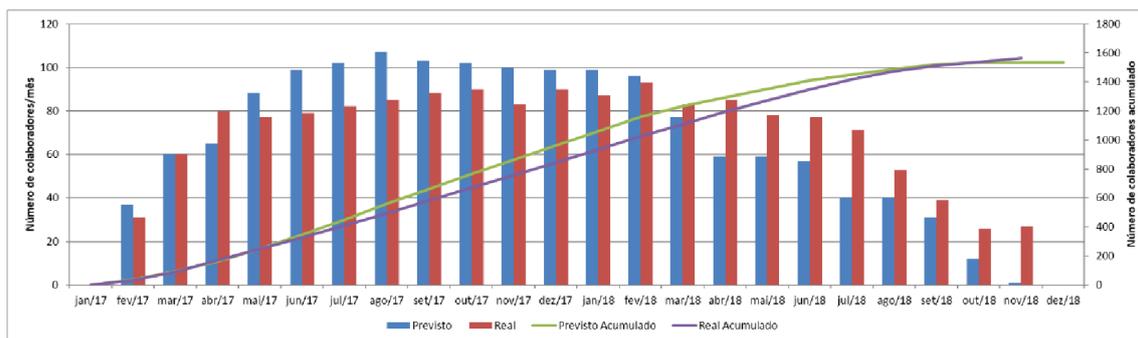
Diferentemente do histograma de mão de obra e do custo real, o histograma indica uma quantidade de equipamentos locados pouco superior ao previsto ao final da obra, totalizando 1564 colaboradores na curva S acumulada contra 1533 previstos, uma variação de pouco mais de 2%, ínfima do ponto de vista gerencial, diferentemente do aumento de 25% no custo de locação de equipamentos próprios e 210% na locação de equipamentos de terceiros. Neste caso, buscou-se separar os equipamentos pesados, como retroescavadeiras, rolos compactadores, escavadeiras, caminhões basculantes, guindaste, grua, entre outros, que possuem maior peso no custo em relação aos demais equipamentos. O comparativo entre as quantidades acumuladas previstas e reais dos equipamentos pesados é apresentado pela Tabela 3.

Tabela 3 - Quantidades de Equipamentos Pesados na obra

Equipamento	Previsto	Real	Variação
Retroescavadeira	19	34	78,95%
Escavadeira	55	118	114,55%
Caminhão Basculante 12m ³	181	221	22,10%
Rolo Compactador	36	45	25,00%
Caminhão Pipa	55	58	5,45%
Trator de Esteira	36	63	75,00%
Motoniveladora	20	22	10,00%
Pá Carregadeira de Pneus	19	25	31,58%
Caminhão Fora de Estrada	0	15	100,00%
Caminhão Comboio	20	21	5,00%
Central de Concreto	11	17	54,55%
Central de Britagem	8	8	0,00%
Caminhão Betoneira	93	70	-24,73%
Guindaste	8	24	200,00%
Caminhão Munck	17	55	223,53%
Grua	7	15	114,29%
SOMATÓRIO	585	811	38,63%

Fonte: elaborado pelo Autor

Assim, observa-se uma variação de 38,63% para a consideração exclusiva de equipamentos pesados, o que configura que o índice de variação global de 2% continha a contribuição de equipamentos leves, que foram menos locados do que haviam sido previstos e possuem menor peso no custo. Apesar disto, ainda pode-se identificar uma possível variação excessiva no custo de locação de equipamentos pesados. Para uma conclusão mais assertiva, pode ser realizada uma discriminação das locações de equipamentos para identificar os custos de locação diário e mensal realizados e comparar-se com os valores orçados, sendo uma sugestão de trabalho futuro. Também é possível verificar uma consonância no pico de equipamentos com o pico de atividades realizadas na obra, tal como no valor realizado quanto na mão de obra.

Gráfico 34 - Histograma Realizado de Equipamentos⁴

Fonte: elaborado pelo Autor

5.8 ANÁLISE DE PRECISÃO DAS ESTIMATIVAS NO TÉRMINO (ENT)

5.8.1 Escolha do cenário que melhor representa o custo no término

Os 57 cenários para a previsão do custo final da obra foram avaliados quanto à precisão em relação ao custo final real da obra.

Nos seis primeiros meses da obra, o IDC e o índice composto pela ponderação do IDC e IDP pelo percentual de avanço físico da obra e pelo percentual restante de avanço físico, respectivamente, apresentaram maior precisão na estimativa de custo no término, considerando as médias dos índices dos últimos 6 meses, tanto mensais quanto acumulados. Disto, pode-se depreender maior relevância para o índice de desempenho de custo nas fases iniciais da obra e precisão acima do esperado, com erro entre 3% e 7%, o que já indica possibilidade de antever maiores custos com maior antecedência e, portanto, buscar controlá-los para que o orçamento seja respeitado.

Figura 16 – Cenários mais precisos de estimativa de custo no término utilizando dados da fase inicial da obra

Índice	Cenário	Número do Cenário	ENT Médio	SEGMENTO 1 - FASE INICIAL DA OBRA		
				EQM	IT	DAM	EPM (%)
ENT (IDC)	Médio A 6 meses	13	R\$ 86.021.177,85	1883,90	R\$ 3.549.074,53	3,91%
ENT (Composto $x/1-x$), onde x é o percentual completo	Médio A 6 meses	53	R\$ 86.322.111,20	2112,56	R\$ 4.462.924,18	4,92%
ENT (IDC)	Médio B 6 meses	16	R\$ 86.021.177,85	2182,63	R\$ 4.763.857,53	5,25%
ENT (Composto $x/1-x$), onde x é o percentual completo	Médio B 6 meses	56	R\$ 83.641.357,62	2672,77	R\$ 7.143.677,76	7,87%
ENT (Composto 25 IDC / 75 IDP)	Médio B 6 meses	48	R\$ 71.174.314,85	4428,40	R\$ 19.610.720,53	21,60%

Fonte: elaborado pelo Autor

⁴ Considerando equipamentos leves, pesados e veículos leves (N. do A.)

Na fase intermediária da obra, os índices perdem precisão em relação à fase inicial da obra, com erros entre 10% e 13%. O índice composto pela ponderação do IDC e IDP pelo percentual de avanço físico da obra e pelo percentual restante de avanço físico, respectivamente e o IDPC são os dois índices mais precisos neste período, indicando grande relevância para o desempenho conjugado de prazo e de custo nesta fase da obra. As médias dos índices acumulados dos últimos 3 meses e dos últimos 12 meses ganham relevância.

Figura 17 - Cenários mais precisos de estimativa de custo no término utilizando dados para fase intermediária da obra

Índice	Cenário	Número do Cenário	ENT Médio	SEGMENTO 2 - FASE INTERMEDIÁRIA DA OBRA		
				EQM	DAM	EPM (%)
ENT (Composto $x/1-x$), onde x é o percentual completo	Médio B 12 meses	57	R\$ 81.087.446,68	3020,33	R\$ 9.697.588,70	10,68%
ENT (IDP)	Médio B 3 meses	7	R\$ 81.507.167,11	3039,35	R\$ 10.659.911,86	11,74%
ENT (IDP)	Mais Recente	2	R\$ 82.992.986,32	2969,35	R\$ 10.706.515,33	11,79%
ENT (Composto 75 IDC/25 IDP)	Médio B 3 meses	39	R\$ 79.477.908,19	3089,75	R\$ 11.307.127,19	12,45%
ENT (Composto $x/1-x$), onde x é o percentual completo	Médio B 3 meses	55	R\$ 79.302.512,81	3003,61	R\$ 11.492.814,71	12,66%

Fonte: elaborado pelo Autor

Nos últimos cinco meses de obra, o IDP ganha maior relevância com a proximidade do término da obra, devendo-se a consecução de praticamente todos os custos da obra e também pelo fato do IDP tender a 1 com a conclusão da obra, conforme já visto. Como esperado, a precisão neste período é maior do que nos outros dois, com erros entre 0,5% e 2%, baixos do ponto de vista gerencial, mas, no momento com quase 90% da obra concluída, já irrelevantes para possíveis ações corretivas sobre o orçamento. Novamente, as médias com os índices acumulados dos últimos 3, 6 e 12 meses tem relevância, demonstrando maior precisão que as médias dos índices mensais.

Figura 18 - Cenários mais precisos de estimativa de custo no término utilizando dados para fase final da obra

Índice	Cenário	Número do Cenário	ENT Médio	SEGMENTO 3 - FASE FINAL DA OBRA		
				EQM	DAM	EPM (%)
ENT (IDP)	Médio B 6 meses	8	R\$ 90.125.114,37	806,68	R\$ 659.921,01	0,73%
ENT (IDP)	Mais Recente	2	R\$ 89.792.204,38	948,89	R\$ 992.831,00	1,09%
ENT (IDP)	Médio B 3 meses	7	R\$ 89.776.484,45	982,93	R\$ 1.008.550,93	1,11%
ENT (Composto $x/(1-x)$, onde x é o percentual completo)	Médio B 6 meses	56	R\$ 89.634.512,16	1040,71	R\$ 1.150.523,22	1,27%
ENT (IDP)	Médio B 12 meses	9	R\$ 89.502.123,60	1087,61	R\$ 1.282.911,78	1,41%

Fonte: elaborado pelo Autor

Comparando-se com os demais estudos realizados, observa-se semelhança com os estudos de Covach; Haydon e Reither (1981), realizados sobre 17 contratos gerenciados pela Marinha norte-americana, na maior precisão de ENT com indicadores de desempenho de custo na primeira fase do projeto, porém distintamente para as fases intermediária e final do projeto, em que foram encontrados maior precisão em indicadores de desempenho de custo, diferentemente da análise deste trabalho.

Também indica-se esta diferença comparando com os estudos de Bright e Howard III (1981), realizados sobre 11 contratos de desenvolvimento do Exército norte-americano, em que foi verificada maior precisão nos indicadores de desempenho de prazo para as três fases do projeto, assim como nos estudos de Riedel e Chance (1989), realizados sobre 56 contratos gerenciados pela Força Aérea norte-americana.

Deste modo, é possível concluir a distinção entre os tipos de projeto analisados (engenharia militar versus engenharia civil) quanto à previsibilidade de custo final por meio de indicadores de Valor Agregado e também a necessidade de validação do modelo gerado por este trabalho em outros projetos de escopo semelhante.

5.8.2 Escolha do cenário que melhor representa o prazo

Considerando a análise de duração agregada, os 24 cenários para a previsão do prazo final da obra foram avaliados quanto à precisão em relação à duração final da obra.

Na primeira fase da obra, a duração projetada para o projeto calculada desconsiderando o desempenho passado apresentou maior precisão, com erros entre 2% e 8%, resultado coerente com o esperado devido a ser realizado no início da obra, sem

muitos dados reais sobre a obra. A previsão com o IDP acumulado apresentou melhor resultado, porém seguido do IDP mensal e de médias de últimos IDPs mensais.

Figura 19 - Cenários mais precisos de estimativa de prazo utilizando dados da fase inicial da obra

Índice	Cenário	Número do Cenário	TAC Médio	SEGMENTO 1 - FASE INICIAL DA OBRA		
				EQM	DAM	EPM (%)
ENT (FP = 1)	Acumulado	2	22,45	0,65	0,45	2,06%
ENT (FP = 1)	Mais Recente	1	22,02	0,66	0,50	2,27%
ENT (FP = 1)	Médio A 3 meses	3	22,98	0,87	0,82	3,73%
ENT (FP = 1)	Médio B 6 meses	7	23,31	1,14	1,31	5,95%
ENT (FP = 1)	Médio A 6 meses	4	23,79	1,34	1,79	8,12%

Fonte: elaborado pelo Autor

Na fase intermediária da obra, a média dos índices acumulados nos últimos 6 meses apresentam melhores resultados, porém neste caso a previsão de prazo contando com o IDP como bom indicador para o futuro é a segunda mais precisa, o que demonstra uma maior influência dos dados reais da obra e das variações de prazo observadas com o método de duração agregada. Há uma leve melhora na precisão das previsões, com erros entre 1% e 2%, pequeno do ponto de vista gerencial e que já fornece bons indicativos sobre a data de finalização da obra, permitindo antever ações caso houvesse desvios no cronograma.

Figura 20 - Cenários mais precisos de estimativa de prazo utilizando dados da fase intermediária da obra

Índice	Cenário	Número do Cenário	TAC Médio	SEGMENTO 2 - FASE INTERMEDIÁRIA DA OBRA		
				EQM	DAM	EPM (%)
ENT (FP = 1)	Médio B 6 meses	7	21,81	0,46	0,30	1,38%
ENT (FP = IDP)	Médio B 6 meses	15	21,83	0,60	0,50	2,27%
ENT (FP = 1)	Médio B 12 meses	8	22,05	0,61	0,44	2,00%
ENT (FP = 1)	Acumulado	2	22,47	0,67	0,47	2,14%
ENT (FP = 1)	Médio A 3 meses	3	22,48	0,68	0,48	2,19%

Fonte: elaborado pelo Autor

Para os últimos cinco meses de obra, novamente as estimativas com os índices acumulados são as mais precisas, tanto desconsiderando o desempenho passado quanto considerando o IDP como bom indicativo para o futuro. Somente nesta fase é possível constatar a previsão com a consideração do IDPC como bom indicativo para o futuro, demonstrando a baixa influência do IDC como indicador de desempenho de prazo para o futuro. Novamente, há uma leve melhora na precisão dos dados, com erros entre 0,5% e 2,5%, porém irrelevante para o status final da obra em que o cronograma já está praticamente cumprido.

Figura 21 - Cenários mais precisos de estimativa de prazo utilizando dados da fase final da obra

Índices	Cenários	Número do Cenário	TAC Médio	SEGMENTO 3 - FASE FINAL DA OBRA		
				EQM	DAM	EPM (%)
ENT (FP = 1)	Acumulado	2	22,12	0,36	0,17	0,75%
ENT (FP = IDP)	Acumulado	10	22,14	0,38	0,19	0,85%
ENT (FP = 1)	Médio A 3 meses	3	22,30	0,46	0,30	1,34%
ENT (FP = IDP)	Médio A 3 meses	11	22,34	0,49	0,34	1,53%
ENT (FP = IDPC)	Acumulado	18	22,37	0,64	0,52	2,35%

Fonte: elaborado pelo Autor

Assim, ressalta-se a necessidade de validar a ferramenta de estimativa de prazo no término em outros projetos de escopo semelhante, de modo a aumentar a confiança nos resultados obtidos com este trabalho, isto por se tratar de resultados obtidos somente com um projeto.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal do presente trabalho foi cumprido com a elaboração do modelo de análise de custo, prazo e escopo de obras civis em planilha do Microsoft Excel© e sua posterior validação com a análise de cada um dos 22 meses da obra, possibilitando a identificação de desvios no orçamento, no cronograma e no escopo do contrato e entendimento das causas.

A análise do projeto básico, do orçamento, do cronograma físico contratual e do contrato e seus termos aditivos permitiu o entendimento do escopo das obras, a identificação da sequência construtiva, quantidades, facilidades e dificuldades executivas e a sequência de atividades da obra, refletida tanto no cronograma quanto no orçamento. Já nesta fase identificou-se uma discrepância entre o cronograma contratual e a previsão de avanço físico por quantidades de serviços, o que veio a se confirmar posteriormente na análise mensal dos resultados com a constatação de que o cronograma contratual foi abandonado para o acompanhamento da obra, sendo elaborado um novo conforme o projeto executivo. Este, por sua vez, se mostrou muito distinto do projeto básico, o que, segundo o pessoal técnico entrevistado e pesquisa documental (contratos e termos aditivos), influenciou nos desvios no cronograma e no orçamento.

Estes desvios foram verificados tanto pela Análise de Valor Agregado quanto pela análise de avanço físico, sendo a primeira mais efetiva por demonstrar o desvio no cronograma e no orçamento ao mesmo tempo. As análises em conjunto com o histograma de mão de obra e de equipamentos corroboraram com a constatação de orçamento defasado em relação ao realizado. As análises também identificaram que os desvios não foram tão graves quanto os de custo, o que permitiu que a obra finalizasse no prazo estipulado em contrato. Estes desvios na programação mensal puderam ser identificados por meio do indicador PPC e da comparação de atividades realizadas em relação às atividades previstas por cronograma.

A conjunção dos indicadores de EVA, PPC, Avanço Físico e histogramas de recursos permitiu uma análise global da obra de modo a identificar os desvios ocorridos e suas causas, tanto no custo quanto no prazo. Porém, quanto ao escopo, o modelo teve como limitação o fato de os custos não serem apropriados pela empresa X pelos pacotes de trabalho da EAP da obra, o que impediu a avaliação da execução do escopo. Deste

modo, isto torna-se uma sugestão de trabalho futuro para aperfeiçoamento do modelo construído.

As estimativas de custo total no término e de prazo para a obra por meio dos indicadores do gerenciamento de valor agregado e de duração agregada, respectivamente, se mostraram bem satisfatórias por estarem próximas do real já nos primeiros meses da obra, o que indica que são úteis para corrigir desvios que possam vir a acontecer no futuro. Os cenários gerados foram analisados quanto à precisão e puderam ser definidos quais deles são mais precisos para cada fase de uma obra civil da magnitude de uma Pequena Central Hidrelétrica, sendo que esta informação pode ser utilizada para prognósticos em projetos futuros. Estas estimativas demonstram a importância da Análise de Valor Agregado para obras de construção civil pesada na questão de informar desvios com antecedência, permitindo que o gestor do projeto possa redirecionar esforços para corrigi-los a tempo.

Porém, comparando-se os resultados obtidos com outros estudos relativos às estimativas no término realizados anteriormente para projetos das Forças Armadas norte-americanas, verificou-se diferenças quanto aos indicadores de desempenho que geram estimativas mais precisas, o que pode demonstrar a diferença entre projetos de engenharia militar com projetos de engenharia civil e também indica a necessidade de validação do modelo construído em projetos com escopo semelhante ao analisado nesse trabalho.

Por fim, o modelo construído por este trabalho apresenta vantagens frente aos métodos tradicionais de comparação de custo previsto versus custo realizado e entre cronograma previsto e cronograma realizado. Apesar do tempo despendido para a alimentação do modelo com dados de custo, avanço físico, atividades realizadas e recursos consumidos mensalmente, o que poderia inviabilizar a aplicabilidade do modelo, este demonstra em uma única ferramenta o status completo da obra com atividades realizadas, avanço físico atual, recursos despendidos, comparação entre receita e custo e conjuga-os por meio da Análise de Valor Agregado, gerando indicadores que permitem identificar o desempenho de prazo e custo em conjunto e por meio de todos os dados informados anteriormente, subsidiar uma análise dos desvios identificados, suas causas e deste modo, permitir a definição de soluções para que o projeto alcance seu objetivo final. Os benefícios para o projeto superam o tempo a ser despendido com a alimentação do modelo.

6.1 AÇÕES CORRETIVAS PARA OS PRÓXIMOS EMPREENDIMENTOS

Com base nos resultados e análises realizadas para o estudo desta PCH em particular, algumas considerações para futuros empreendimentos de tipologia e porte semelhantes podem ser tomadas:

- a) Buscar maiores informações quanto a estudos preliminares, principalmente geológicos, e detalhes dos projetos básicos quando for realizado o planejamento da obra;
- b) No momento anterior à assinatura do contrato, sugere-se alinhar o cronograma contratual com a previsão de avanço físico e com o orçamento de modo que não haja discrepâncias entre os três controles e também evitando desgastes com o cliente;
- c) Utilizar as informações relativas às lições aprendidas em termos de soluções construtivas adotadas nesta obra para futuros projetos de modo que já reflita desde a fase de planejamento da obra o que efetivamente irá ocorrer durante a execução (exemplo: execução do canal de fuga com escavações em rocha mais distribuídas e por mais tempo, ao longo da duração da obra, refletindo impeditivos ambientais).

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se:

- a) Analisar a produtividade da mão de obra e dos equipamentos utilizados nesta obra nos períodos que apresentaram maiores desvios no cronograma;
- b) Analisar os custos de mão de obra e de equipamentos a fim de verificar em quais tipos de equipamentos e de colaboradores os desvios foram mais acentuados;
- c) Avaliar a ocorrência de riscos que impactaram no planejamento desta obra em comparação à análise de riscos realizada antes do início da obra de modo a identificar o percentual de riscos que se tornaram realidade e avaliar a probabilidade de ocorrência dos mesmos;
- d) Utilizar o método de Monte Carlo para estimar custos e prazos no término com base nos indicadores de desempenho da Análise de Valor Agregado e avaliar a precisão do método em relação ao método adotado neste trabalho;

- e) Aplicar a ferramenta de análise desenvolvida neste trabalho em outra obra de escopo semelhante a fim de comparar os resultados com o desta obra;
- f) Desenvolver ações para minimizar os impactos destes desvios em projetos futuros de empreendimentos semelhantes.

REFERÊNCIAS

- ABRAPCH. **PCHs | Benefícios das pequenas usinas**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.abrapch.org.br/pchs/beneficios-das-pequenas-usinas>>. Acesso em: 4 jun. 2019.
- ALBARELLO, Leonardo. Guia para a Implantação de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs. **Trabalho de Conclusão do Curso de Pós Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos Processo Produtivos**, [s. l.], p. 0–36, 2014.
- ANBARI, Frank T. Earned Value Project Management Method and Extensions. **Project Management Journal**, [s. l.], v. 34, n. 4, p. 12–23, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/875697280303400403>>
- ANSI/EIA. Earned Value Management Systems -EIA-748. . 1998, 6, p. 390–390.
- BRANDON JR., D. M. Implementing Earned Value Easily and Effectively. **Project Management Journal**, [s. l.], v. 29/2, 1998.
- BRASIL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Capacidade de Geração do Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 11 set. 2018.
- BRASIL, Empresa de Pesquisa Energética. DEA 19/2015 - Projeção da demanda de energia elétrica. [s. l.], p. 88, 2016. a.
- BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. 2016b. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html>>. Acesso em: 11 set. 2018.
- BRIGHT, H. R.; HOWARD III, T. W. **Weapon System Cost Control: Forecasting Contract Completion Cost, TR-FC-81-1**. Alabama.
- CÂNDIDO, Luis Felipe; CARNEIRO, Juliana Quinderé; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. Uma Visão Lean Do Gerenciamento Do Valor Agregado Aplicado a Projetos De Construção. **In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014. Maceió**, [s. l.], n. 1, p. 1418–1427, 2014.
- CARNEIRO, Daniel; COLI, Adriana; DIAS, Fábio. **PCHs: pequenas centrais hidrelétricas: aspectos jurídicos, técnicos e comerciais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2017.
- CHRISTENSEN, D. S. Project Advocacy and the Estimate at Completion Problem. **Journal of Cost Analysis**, [s. l.], 1996.
- COVACH, J.; HAYDON, J. J.; REITHER, R. O. **A Study to Determine Indicators and Methods to Compute Estimate At Completion (EAC)**. Virginia.

ELETROBRÁS. **Diretrizes para estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas / ELETROBRÁS.** -. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07205a&AN=uls.176154&site=eds-live>>

FARIA, Yvone De; LUCCA, Lemos De. Parte 1- COMPORTAS HIDRÁULICAS. [s. l.], 2016.

FERREIRA, Raisia Belchior. A utilização do método da análise do valor agregado para otimização de prazos e custos em obras de edificações. [s. l.], p. 60, 2014.

FILHO, José Osmar Fontenele. Análise da importância de ferramentas para a gestão de custos no ambiente da construção civil. [s. l.], p. 101, 2014.

FLEMING, Q. W.; KOPPELMAN, J. M. **Earned Value Project Management.** 2. ed. Newton Square.

FRIEDRICH, Paula Grau; GRAU, Paula. Benefícios econômicos e sociais das pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). [s. l.], 2010. Disponível em:
<<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28134>>

GABRIELE, P. D. **Uma proposta de metodologia de engenharia de custos adequada à realidade brasileira: uma pesquisa quali e quanti no setor da construção civil.** 2011. Universidade Federal Fluminense, [s. l.], 2011.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo, 2008.

GÓMEZ, Luis Alberto. **Contratos EPC turnkey / Luis Alberto Gómez ... [et al.].** [s.l: s.n.]. Disponível em:
<<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07205a&AN=uls.317759&site=eds-live>>

HARROFF, N. N. **Discrete Versus Level of Effort.** Milford: NNH Enterprise, 2000.

JACOB, D. S; KANE, M. Forecasting schedule completion using earned value metrics revisited. **The Measurable News**, v. 1, p. 11-17, 2004.

JUNGLES, Antonio Edesio; AVILA. **Gerenciamento na construção civil / Jungles & Avila.** -. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07205a&AN=uls.239403&site=eds-live>>

KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção.** 2005. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2005.

KIM, Eun Hong; WELLS, William G.; DUFFEY, Michael R. A model for effective implementation of Earned Value Management methodology. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 21, n. 5, p. 375–382, 2003.

LAGE, Raquel Rodrigues. **A CONSTRUÇÃO PESADA BRASILEIRA**. 2017. [s. l.], 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras / Aldo Dórea Mattos**. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07205a&AN=uls.301395&site=eds-live>>

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras / Aldo Dórea Mattos**. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07205a&AN=uls.332866&site=eds-live>>

MUTTI, Cristine do Nascimento. **Administração da Construção - ECV 5307**. Florianópolis.

NETTO, Joaquim Teixeira; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. Análise De Modelos E Práticas De Medição De Desempenho De Valor Agregado: O Caso De Gestão De Projetos De Obras Civas Públicas No Brasil. **Revista Da Universidade Vale Do Rio Verde**, [s. l.], n. October 2015, 2014. Disponível em:
<<http://revistas.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/1358>>

OTSUKI, Rodrigo Gomes. **Memorial Descritivo do Projeto Básico Atualizado da Pequena Central Hidrelétrica Boa Vista II**. [s.l: s.n.].

PALERMO, Glaucio Ferreira. **Prazo Agregado: A aplicação de indicadores e estimativas de prazo**. 2018. FGV, [s. l.], 2018.

PCH PARACAMBI. **O que é uma PCH**. [s.d.]. Disponível em:
<<http://www.pchparacambi.com.br/o-empreededor/o-que-e-uma-pch/>>. Acesso em: 4 jun. 2019.

PMI. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 6. ed. [s.l: s.n.].

PMI. **Pulse of The Profession 2019 – The Future of Work – Leading the Way With PMTQ**. 2019.

RIEDEL, M. A.; CHANCE, J. L. **Estimates at Completion (EAC): A Guide to Their Calculation and Application for Aircraft, Avionics and Engine Programs**. Ohio.

ROVAI, R. L.; TOLEDO, N. .. Avaliação de Performance de Projetos através do Earned Value Management System. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2002, **Anais...** [s.l: s.n.]

SAMPAIO, Fernando Morethson. **Orçamento e custo da construção**. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07205a&AN=uls.139882&site=eds-live>>

- SCARAMUCCI, Heloisa Ferreira Andrade. **Estrutura de contratos EPC**. 2012. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/19/estrutura-de-contratos-epc-as-caracteristicas-e-modalidades-dos-267580-1.aspx>>.
- SERVIÇOS, Administrando. **PDCA (Plan, Do, Check and Act) na prática**. 2015. Disponível em: <<http://administrandoservicos.blogspot.com/2015/01/pdca-na-pratica.html>>. Acesso em: 11 set. 2018.
- SPARROW, H. EVM = Earned Value Management Results in Early Visibility and Management Opportunities. In: 31ST ANNUAL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE SEMINARS & SYMPOSIUM 2000, Houston. **Anais...** Houston
- THAMHAIN, H. J. Integrating Project Management Tools with the Project Team. In: 29TH ANNUAL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE SEMINARS & SYMPOSIUM 1998, Long Beach. **Anais...** Long Beach
- VARGAS, Ricardo Viana. **Análise de valor agregado em projetos : revolucionando o gerenciamento de custos e prazos / Ricardo Vargas**. -. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07205a&AN=uls.204881&site=eds-live>>
- VASCONCELOS, Fernando Pereira. **IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE EM OBRA: UM ESTUDO DE CASO PARA UM EMPREENDIMENTO COMERCIAL DE FINS MÉDICOS**. 2016. Universidade Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2016.
- VIEIRA NETTO, Antonio. **Como gerenciar construções / Antonio Vieira Netto**.-. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07205a&AN=uls.126236&site=eds-live>>
- VILELA, Mileni. Avaliação e Análise Econômico-Financeira de Capital Investido em Pequena Central Hidrelétrica - Um Estudo de caso. . 2007, 6, p. 14–21.
- ZWIKAEL, O.; GLOBERSON, S.; RAZ, T. Evaluating of Models for Forecasting the Final Cost of a Project. **Project Management Journal**, [s. l.], v. 31/1, n. Newton Square, 2000.

**ANEXO A – PLANO DE CONTAS DO ORÇAMENTO – OBRA CIVIL
PRODUÇÃO**

Plano de Contas Financeiro - Produ²o

Relacionamento com Projeto

Cta Financeira	Descric ² o	Descricao Complementar Conta
1340	(+) RECEITA BRUTA	
1350	Receita Medi ² o Bruta	Servi ² os executados no periodo (contrato + aditivos de servi ² os)
1990	(-) DEDU ² ÃO IMPOSTOS	
1400	COFINS	
1410	PIS	
1430	ISS	
1320	(=) RECEITA LIQUIDA	
1450	(-) DESPESAS	
1460	(-) COM PESSOAL	
1470	Sal ² rios	Sal ² rio Bruto dos colaboradores ativos
1480	INSS	INSS dos colaboradores e Parte da Empresa (sobre sal ² rios, F ² errias e 13 ²)
1490	F ² errias	Aprovisionamento de 1/3 sobre 1/12 da conta salario + 1/12 da conta salario
1500	13.sal ² rio	Aprovisionamento de 1/12 sobre a conta salario
1547	FGTS	Aprovisionamento de 8% sobre a conta salario
1550	(-) COM VEICULOS/MAQUINAS	
1560	Combust ² ivel e Lubrificantes/Φleo Diesel	Diesel
1617	Leasing	
6984	Loca ² o ve ² culos utilitarios e apoio - terceiros	
1561	Lubrificantes	
1570	Manuten ² o mec ² onica/corretiva	Consertos, manuten ² oes, reparos, acess ² orios para ve ² culos, maq. e equip ² n ² o programados ou provenientes de mal uso e acidentes
6985	Loca ² o ve ² culos utilitarios e apoio	
1620	(-) CUSTOS COM MATERIAIS	
7174	Acess ² orios p/ Explosivos	
7074	A ² o	
1743	Aditivo	
1740	Seg ² ua frentes de servi ² o/rea industrial	
7094	Areia	
7194	Asfalto	
7124	Aterramento	
7084	Cimento	
7054	Concreto	
7134	Embutidos/Miscel ² oneas met ² licas	

1670	Equipamentos leves/desgaste/ferramentas	
7164	Explosivos	
7177	Formas Metálicas	
7180	Impermeabilizante	
7064	Madeira/madeirite/formas	
7178	Materiais Plásticos Usinados	
7104	Materiais plásticos(brita)	
1742	Material de desgaste perfurado	
7184	Material p/implantação do canteiro/alojamento e centrais ind.	
1755	Material uso e consumo	
1768	Pré-moldados	
1745	Tirantes	
7176	Tratamento de efluentes	
7144	Tubos de concreto/galerias de pré-moldado	
6814	(-) CUSTOS COM SERVIÇOS/TERCEIROS	
6884	Controle tecnológico faturamento direto	Despesas com serviços de controle tecnológicos, ensaios, laudos
1769	Desmatamento	Despesas com serviços de Desmatamento
1770	Desmonte de rocha/detonação/perfurado	Despesas com serviços de desmonte de rocha
6944	Estrutura/coertura/fechamento metálico faturamento diret.	Despesas com serviços de cobertura e fechamento metálico da casa de força
6918	Geologia	Despesas com serviços de fundação cravação e perfuração das estacas
6904	Injeção de calda de cimento	Despesas com geologia e estudos
6975	Instrumentação	Despesas com serviços de tratamento de solo com injeção de calda de cimento
6571	Locação de equipamentos	Despesas com locação e centrais industriais de terceiros
1771	Locação formas deslizantes	Despesas com locação de formas deslizantes
1652	Mobilização e Desmobilização de equipamentos	Despesas com transporte de máquinas e equipamentos
6954	Perfurado de poço artesiano	Despesas com serviços de Perfuração, acessórios e ART destinadas a sua aplicação e liberação. Aluguel de poços.
1680	Projetos/ART/CREA	Despesas com projetos art's e crea's
6894	Revestimento de taludes	Despesas com serviços de rebaixamento do lençol freático
1471	Serviços de gerenciamento	Custo com pessoas jurídicas na prestação de serviços de gerenciamento
1650	Serviços de armação	Despesas com subempreiteiro de armação
6917	Serviço de Contrução de Cercas	Despesas com subempreiteiro de cercas
1744	Serviço de Drenagem	Despesas com subempreiteiro de serviços de drenagem
6934	Topografia	Despesas com serviços de Topografia
6864	Túnel/escavação subterrânea	Despesas com escavações de túneis
6974	Locação de equipamentos pesados de terceiros	Despesas com locação de equipamentos de terceiros

6612	(-) EQUIPAMENTOS LEVES	
6613	Loca ^{ção} de Equipamentos Leves - Empresa X	Despesas com loca ^{ção} e compra de equipamentos leves Empresa X
6614	Loca ^{ção} de Equipamentos Leves - Terceiros	Despesas com loca ^{ção} e compra de equipamentos leves terceiros
1562	Combust ^{íveis} Ve ^{ículos} Leves (gasolina/Alcool)	Gasolina e Alcool
6611	(-) EQUIPAMENTOS PESADOS	
6632	Loca ^{ção} de Centrais Industriais Empresa X	Despesas com loca ^{ção} de centrais industriais pr ^{óprios}
6634	Loca ^{ção} de Centrais Industriais de TERCEIROS	Despesas com loca ^{ção} de centrais industriais terceiros
6633	Loca ^{ção} de Equipamentos de TERCEIROS	Despesas com loca ^{ção} de equipamentos de terceiros
6631	Loca ^{ção} de Equipamentos Empresa X	Despesas com equipamentos pesados pr ^{óprios}
6651	FATURAMENTO DIRETO	
	Locadora de Equipamentos da Empresa X	
	Alimenta ^{ção}	
	Cimento	
	Á ^{gua}	
	Cobertura Casa de for ^{ça}	
	Controle Tecnológico	
	Energia	
	Vigil ^{ância} e Seguran ^{ça}	
	Combust ^{ível}	

ANEXO B – CRONOGRAMA CONTRATUAL

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Termino	Semestre 1 2017			Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018		
							M	M	S	N	M	M	S	N	
1		7%	724,75 dias	Sex 05/02/16	Ter 27/11/18										
2	LICENÇA AMBIENTAL DE INSTALAÇÃO	100%	0 dias	Seg 06/02/17	Seg 06/02/17	◆	06/02								
3	OBRAS CIVIS	42%	433 dias	Seg 13/02/17	Seg 29/10/18										
4	MARCOS CONTRATUAIS CIVIS	FE	368 dias	Qui 04/05/17	Sex 12/10/18										
5	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE			◆	04/05						
6	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	16/09				
7	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	31/10				
8	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	21/11				
9	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	29/12				
10	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	10/02				
11	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	23/02				
12	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	06/03				
13	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	20/04				
14	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	11/05				
15	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	30/05				
16	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE					◆	13/06				
17	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE									◆	04/10
18	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE									◆	12/10
19	a / 3599=!! 49h 5h 59{ 1h 5h wh t wa 9w 9=!! t	FE	FE	FE	FE									◆	04/10
20	SERVÇOS PRELIMINARES	FE	75 dias	Seg 13/02/17	Sex 02/06/17										
21	MOBILIZAÇÃO	FE	75 dias	Seg 13/02/17	Sex 02/06/17										
22	a h. l[al 49h 599v- it! a 9b=9{ 9a %h 59 h. w t! w =9w t[9b! D9a 9/! b=9wh 59 h. w {	FE	FE	FE	FE										
23	a h. l[al 49h 599v- it! a 9b=9{ 9a %h 59 h. w t! w /hb/w9=h	FE	FE	FE	FE										
24	EDIFICAÇÕES	FE	40 dias	Qua 01/03/17	Qui 27/04/17										
25	9{/v[aj wh! 5a lb[=w =! h [99= 9b D9bI! w! {	FE	FE	FE	FE										
26	9{/v[aj wh! 5a lb[=w =! h [99= 9b D9bI! w! {	FE	FE	FE	FE										
27	! [a hÆ v[Q 5h [99= 9b D9bI! w! {	FE	FE	FE	FE										
28	! a . - [! mj wh a ; 5L/h	FE	FE	FE	FE										
29	w99[aj wh	FE	FE	FE	FE										
30	INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS	FE	65 dias	Qua 01/03/17	Sex 02/06/17										
31	D! [t%h hC/lb! a 9/\$bL!	FE	FE	FE	FE										
32	D! [t%h 59/! w lb= v!	FE	FE	FE	FE										
33	D! [t%h 59! wa! 49h	FE	FE	FE	FE										
34	D! [t%h 59 9a . - =5h{	FE	FE	FE	FE										
35	/9b=w [59 . wL! D9a	FE	FE	FE	FE										
36	/9b=w [59/hb/w9=h	FE	FE	FE	FE										

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura ² o	Início	Término	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
37	w959 9b9wDl 9; mw!	0%	70 dias	Seg 20/02/17	Sex 02/06/17								
38	w959 59 #D- ! 59 {9w l4h	0%	384 dias	Qua 22/03/17	Ter 25/09/18								
39	ACESSOS MARGEM ESQUERDA	0%	70 dias	Seg 20/02/17	Sex 02/06/17								
40	#9w! t [9b! D9a	0%	370 dias	Ter 22/03/17	Ter 13/06/18								
41	t! ! la 9b= 49h	0%	380 dias	Ter 22/03/17	Ter 13/06/18								
42	ESTRUTURAS DA PCH BOA VISTA 2	37%	426 dias	Qua 22/02/17	Seg 29/10/18								
43	ENSECADEIRAS	44%	384 dias	Qua 22/03/17	Ter 25/09/18								
44	ENSECADEIRA DE PRIMEIRA ETAPA	57%	310 dias	Qua 22/03/17	Qua 13/06/18								
45	CONSTRUÇÃO DA ENSECADEIRA	0%	29 dias	Qua 22/03/17	Qui 04/05/17								
46	/hw5%h 59 9bwh/! a 9b=h	0%	380 dias	V 01/02/17	Ter 22/03/17								
47	! 95! 4%h 5! 9b{9/! 59lw / ha {h[h	0%	380 dias	Ter 22/03/17	V 01/02/17								
48	w9a h4%h 5! 9b{9/! 59lw	0%	370 dias	V 01/02/17	V 01/02/17								
49	ENSECADEIRAS DE SEGUNDA ETAPA	0%	17 dias	Qui 10/05/18	Sex 01/06/18								
50	9b{9/! 59lw 59 a hb= b=9	0%	380 dias	V 01/02/17	V 01/02/17								
51	9b{9/! 59lw 59 W{! b=9	0%	380 dias	Ter 22/03/17	Ter 22/03/17								
52	9{Dh= a 9b=h 5! #w9! 9b{9/! 5!	0%	380 dias	Ter 22/03/17	Ter 22/03/17								
53	w9a h4%h 5! 9b{9/! 59lw 59 W{! b=9	0%	380 dias	Ter 22/03/17	Ter 22/03/17								
54	BARRAGEM MARGEM ESQUERDA	80%	248 dias	Qua 07/06/17	Qua 30/05/18								
55	BARRAGEM DE TERRA - OMBREIRA ESQUERDA- ESTACA 16+6,40 A 22+15,30	66%	248 dias	Qua 07/06/17	Qua 30/05/18								
56	PRIMEIRA PARTE (SEM STP)	81%	101 dias	Qua 07/06/17	Seg 30/10/17								
57	ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO	100%	26 dias	Qua 07/06/17	Qui 13/07/17								
58	9{! ! 4%h 5! mw/! 19lw	0%	380 dias	V 01/02/17	Ter 22/03/17								
59	9B/- 4%h 5! /hw=lb! 59 lbw4%h	0%	380 dias	Ter 22/03/17	Ter 22/03/17								
60	[la t9a! 9 tw9t! wh 5! C- b5! 4%h t! w! =9wwh{	0%	370 dias	Ter 22/03/17	V 01/02/17								
61	CORPO DA BARRAGEM	92%	51 dias	Sex 21/07/17	Seg 02/10/17								
62	[! b4! a 9b=h 9/ha t! /=! 4%h 59! =9wwh 9a {h[h	0%	380 dias	Ter 22/03/17	V 01/02/17								
63	9B/- 4%h 5h{ C[mwh{	0%	370 dias	Ter 22/03/17	Ter 22/03/17								
64	w! w t	0%	380 dias	Ter 22/03/17	Ter 22/03/17								
65	REVESTIMENTOS	0%	19 dias	Ter 03/10/17	Seg 30/10/17								
66	w9! 9{=la 9b=h t wla #w!h	0%	380 dias	Ter 22/03/17	Ter 22/03/17								
67	w9! 9{=la 9b=h ! 9D9= [9a = [- 59 59{h[h	0%	380 dias	Ter 22/03/17	Ter 22/03/17								
68	SEGUNDA PARTE (APÓS CONSTRUÇÃO DO STP)	0%	21 dias	Qua 02/05/18	Qua 30/05/18								
69	[! b4! a 9b=h 9/ha t! /=! 4%h 59! =9wwh 9a {h[h	0%	380 dias	Ter 22/03/17	V 01/02/17								
70	9B/- 4%h 59 C[mwh{	0%	380 dias	V 01/02/17	Ter 22/03/17								
71	w! w t	0%	380 dias	Ter 22/03/17	Ter 22/03/17								
72	w9! 9{=la 9b=h t wla #w!h	0%	380 dias	Ter 22/03/17	V 01/02/17								

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura ² o	Início	Término	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
73	TRECHO DA BENA - MARGEM ESQUERDA - ESTACA 13+16,40 A 16+6,40	97%	83 dias	Ter 11/07/17	Ter 07/11/17								
74	ESCAVA=ÚES E REGULARIZA=ÚO	100%	13 dias	Ter 11/07/17	Qui 27/07/17								
75	9/B/- 4%h 5! /hwrb! 59lbW4%h	0%	00	07/07/17	07/11/17								
76	[la t9à! 9tvòt! wh 5! C- b5! 4%h t! w! =9wwh{	0%	00	07/07/17	07/11/17								
77	CORPO DA BARRAGEM	0%	49 dias	Seg 28/08/17	Ter 07/11/17								
78	[! b4! a 9b=9/ha t! /! 4%h 5h b ⁻ /!9h 9a !wDQ!	0%	00	07/07/17	07/11/17								
79	[! b4! a 9b=9/ha t! /! 4%h 59! =9wwh /ha 9bwh!/ a 9b=9	0%	00	07/07/17	07/11/17								
80	9/B/- 4%h 5h{ C[mwh{	0%	00	07/07/17	07/11/17								
81	BARRAGEM MARGEM DIREITA	0%	89 dias	Seg 04/06/18	Qui 04/10/18								
82	BARRAGEM - OMBREIRA DIREITA - ESTACA 1+13,20 A 3+12,00	0%	83 dias	Seg 04/06/18	Qua 26/09/18								
83	ESCAVA=ÚES E REGULARIZA=ÚO	0%	18 dias	Seg 04/06/18	Qua 27/06/18								
84	9/! ! 4%h 5! =wlb/19w	0%	00	07/07/17	07/11/17								
85	9/B/- 4%h 5! /hwrb! 59lbW4%h	0%	00	07/07/17	07/11/17								
86	[la t9à! 9tvòt! wh 5! C- b5! 4%h t! w! =9wwh{	0%	00	07/07/17	07/11/17								
87	CORPO DA BARRAGEM	0%	58 dias	Seg 09/07/18	Qua 26/09/18								
88	AT\$ ELEVA=ÚO 790,40	0%	28 dias	Seg 09/07/18	Qua 15/08/18								
89	[! b4! a 9b=9/ha t! /! 4%h 59! =9wwh 9a {h[h	0%	00	07/07/17	07/11/17								
90	9/B/- 4%h 5h{ C[mwh{	0%	00	07/07/17	07/11/17								
91	AT\$ ELEVA=ÚO 802,00	0%	25 dias	Qua 15/08/18	Ter 18/09/18								
92	[! b4! a 9b=9/ha t! /! 4%h 59! =9wwh 9a {h[h	0%	00	07/07/17	07/11/17								
93	9/B/- 4%h 5h{ C[mwh{	0%	00	07/07/17	07/11/17								
94	wlt w t	0%	00	07/07/17	07/11/17								
95	TRECHO DA BENA - ESTACA 03+12,00 A 09+8,80 - LEITO DO RIO	0%	67 dias	Ter 26/06/18	Qua 26/09/18								
96	ESCAVA=ÚES E REGULARIZA=ÚO	0%	15 dias	Ter 26/06/18	Seg 16/07/18								
97	9/B/- 4%h 5! /hwrb! 59lbW4%h	0%	00	07/07/17	07/11/17								
98	[la t9à! 9tvòt! wh 5! C- b5! 4%h t! w! =9wwh{	0%	00	07/07/17	07/11/17								
99	CORPO DA BARRAGEM	0%	57 dias	Ter 10/07/18	Qua 26/09/18								
100	AT\$ ELEVA=ÚO 790,40	0%	29 dias	Ter 10/07/18	Sáb 18/08/18								
101	[! b4! a 9b=9/ha t! /! 4%h 5h b ⁻ /!9h 9a !wDQ!	0%	00	07/07/17	07/11/17								
102	[! b4! a 9b=9/ha t! /! 4%h 59! =9wwh /ha 9bwh!/ a 9b=9	0%	00	07/07/17	07/11/17								
103	9/B/- 4%h 5h{ C[mwh{	0%	00	07/07/17	07/11/17								
104	AT\$ ELEVA=ÚO 802,00	0%	28 dias	Seg 20/08/18	Qua 26/09/18								
105	[! b4! a 9b=9/ha t! /! 4%h 5h b ⁻ /!9h 9a !wDQ!	0%	00	07/07/17	07/11/17								
106	[! b4! a 9b=9/ha t! /! 4%h 59! =9wwh /ha 9bwh!/ a 9b=9	0%	00	07/07/17	07/11/17								
107	9/B/- 4%h 5h{ C[mwh{	0%	00	07/07/17	07/11/17								
108	REVESTIMENTOS	0%	17 dias	Qua 12/09/18	Qui 04/10/18								

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura ² o	Início	Término	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
109	w9! 9(=la 9b=h t vLa #vLh	100%	122 dias	Sex 10/03/17	Sáb 02/09/17								
110	w9! 9(=la 9b=h ' 9D9= [9a = [- 59 59 {h/h	100%	122 dias	Sex 10/03/17	Sáb 02/09/17								
111	MUROS DA BARRAGEM MARGEM ESQUERDA	94%	122 dias	Sex 10/03/17	Sáb 02/09/17								
112	ESCAVA=ÚES E REGULARIZA=ÚO	100%	108 dias	Sex 10/03/17	Seg 14/08/17								
113	9(!'! 4%h 59 a ! =9wL [/ha - a	100%	108 dias	Sex 10/03/17	Seg 14/08/17								
114	9(!'! 4%h 9a wh/I!	100%	108 dias	Sex 10/03/17	Seg 14/08/17								
115	[la t9a! 9 =wL =! a 9b=h 5! C b5! 4%h	100%	108 dias	Sex 10/03/17	Seg 14/08/17								
116	w9D- [! wLá 4%h /ha /hb/w9=h a ! Dwh	100%	108 dias	Sex 10/03/17	Seg 14/08/17								
117	CORPO DO MURO	90%	14 dias	Ter 15/08/17	Sáb 02/09/17								
118	. [h/h 3	100%	14 dias	Ter 15/08/17	Sáb 02/09/17								
119	Chwa ! {	100%	14 dias	Ter 15/08/17	Sáb 02/09/17								
120	/hb/w9=h	100%	14 dias	Ter 15/08/17	Sáb 02/09/17								
121	. [h/h 3	100%	14 dias	Ter 15/08/17	Sáb 02/09/17								
122	Chwa ! {	100%	14 dias	Ter 15/08/17	Sáb 02/09/17								
123	/hb/w9=h	100%	14 dias	Ter 15/08/17	Sáb 02/09/17								
124	. [h/h 3	100%	14 dias	Ter 15/08/17	Sáb 02/09/17								
125	Chwa ! {	100%	14 dias	Ter 15/08/17	Sáb 02/09/17								
126	/hb/w9=h	100%	14 dias	Ter 15/08/17	Sáb 02/09/17								
127	TOMADA D'EGUA	58%	222 dias	Qua 08/03/17	Qui 25/01/18								
128	ESCAVA=ÚES E REGULARIZA=ÚO	100%	63 dias	Qua 08/03/17	Qua 07/06/17								
129	9(!'! 4%h 59 a ! =9wL [/ha - a	100%	90 dias	Sex 09/06/17	Ter 17/10/17								
130	9(!'! 4%h 9a wh/I!	100%	90 dias	Sex 09/06/17	Ter 17/10/17								
131	[la t9a! 9 =wL =! a 9b=h 5! C b5! 4%h	100%	90 dias	Sex 09/06/17	Ter 17/10/17								
132	w9D- [! wLá 4%h /ha /hb/w9=h a ! Dwh	100%	90 dias	Sex 09/06/17	Ter 17/10/17								
133	CONCRETO DE 1º ESTEGIO DA TOMADA D'EGUA	100%	5 dias	Sex 09/06/17	Sex 16/06/17								
134	CAMADA 1 - EL. 779,50	100%	5 dias	Sex 09/06/17	Sex 16/06/17								
135	! va ! 4%h	100%	5 dias	Sex 09/06/17	Sex 16/06/17								
136	Chwa ! {	100%	5 dias	Sex 09/06/17	Sex 16/06/17								
137	/hb/w9=h	100%	5 dias	Sex 09/06/17	Sex 16/06/17								
138	CAMADA 2 - EL. 781,00	100%	5 dias	Qua 21/06/17	Ter 27/06/17								
139	! va ! 4%h	100%	5 dias	Qua 21/06/17	Ter 27/06/17								
140	9a . - =15h {	100%	5 dias	Qua 21/06/17	Ter 27/06/17								
141	Chwa ! {	100%	5 dias	Qua 21/06/17	Ter 27/06/17								
142	/hb/w9=h	100%	5 dias	Qua 21/06/17	Ter 27/06/17								
143	CAMADA 3 - EL. 782,50	100%	6 dias	Qui 29/06/17	Qui 06/07/17								
144	! va ! 4%h	100%	6 dias	Qui 29/06/17	Qui 06/07/17								

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Termino	Semestre 1 2017			Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M		S	N	M	M	S	N
145	9a . - =15h{	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
146	Chwa ! {	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
147	/hb/w9=h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
148	CAMADA 4 - EL. 784,00	100%	12 dias	Seg 10/07/17	Qua 26/07/17									
149	! wa ! 49h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
150	9a . - =15h{	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
151	Chwa ! {	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
152	/hb/w9=h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
153	CAMADA 5 - EL. 787,96	100%	11 dias	Sex 28/07/17	Dom 13/08/17									
154	! wa ! 49h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
155	9a . - =15h{	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
156	Chwa ! {	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
157	/hb/w9=h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
158	CAMADA 6 - EL. 788,60	100%	6 dias	Ter 15/08/17	Ter 22/08/17									
159	! wa ! 49h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
160	9a . - =15h{	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
161	Chwa ! {	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
162	/hb/w9=h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
163	CAMADA 7 - EL. 790,50	100%	7 dias	Qui 24/08/17	Sex 01/09/17									
164	! wa ! 49h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
165	9a . - =15h{	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
166	Chwa ! {	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
167	/hb/w9=h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
168	CAMADA 8 - EL. 795,50	100%	13 dias	Ter 05/09/17	Sex 22/09/17									
169	! wa ! 49h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
170	9a . - =15h{	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
171	Chwa ! {	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
172	/hb/w9=h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
173	CAMADA 9 - EL. 800,20	100%	5 dias	Ter 26/09/17	Seg 02/10/17									
174	! wa ! 49h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
175	9a . - =15h{	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
176	Chwa ! {	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
177	/hb/w9=h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
178	CAMADA 10 - EL. 801,50	100%	5 dias	Qua 04/10/17	Ter 10/10/17									
179	! wa ! 49h	0%	30d	07/07/17	07/07/17									
180	9a . - =15h{	0%	30d	07/07/17	07/07/17									

CRONOGRAMA BOSICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura ² o	Início	Término	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
181	Chwa ! {	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Ter 17/10/17								
182	/hb/w0=h	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
183	CAMADA 11 - EL. 802,00	100%	3 dias	Sex 13/10/17	Ter 17/10/17								
184	! wa ! 4%h	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
185	9a . - =15h{	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
186	Chwa ! {	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
187	/hb/w0=h	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
188	CONCRETOS DE 2ª ESTEGLIO DA TOMADA D'EGUA	0%	42 dias	Seg 27/11/17	Qui 25/01/18								
189	D- II { 5! { Dw 59{	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
190	- D12B	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
191	- D12b	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
192	- D12w	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
193	/ha thw! { 9b{9! 59w! {	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
194	- D12B	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
195	- D12b	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
196	- D12w	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
197	/ha thw! { 1! D%h	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
198	- D12B	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
199	- D12b	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
200	- D12w	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
201	ACABAMENTOS DA TOMADA D'EGUA	0%	85 dias	Ter 19/09/17	Seg 22/01/18								
202	w0! wh{ bh{ /hb/w0=h{	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
203	a hb= D9a 59a l{/9{ \$b9! { a 9=#! L! {	0%	3 dias	Ter 17/10/17	Ter 17/10/17								
204	GALERIA DE ADU=ÚO	10%	70 dias	Qua 18/10/17	Seg 29/01/18								
205	- b15! 59 B	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
206	- b15! 59 B	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
207	- b15! 59 B	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
208	CASA DE FOR=A	42%	367,75 dias	Qua 22/02/17	Qua 08/08/18								
209	ESCAVA=ÚES E REGULARIZA=ÚO	100%	75 dias	Qua 22/02/17	Ter 13/06/17								
210	{- tw0{9h 1 9D9= [a ! b - ! [a 9! blal 5!	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
211	9{/! 1! 4%h 59 a ! 09w! [/ha - a	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
212	9{/! 1! 4%h 59 a ! 09w! [59 B! /! 09Dhw!	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
213	9{/! 1! 4%h 9a wh/I!	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
214	0w! a 9b=h 59= [- 59{	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								
215	ESTRUTURAS DE CONCRETO DA CASA DE FOR=A	74%	121 dias	Qua 14/06/17	Qua 06/12/17								
216	th4h 595w9b! D9a	0%	3 dias	Sex 13/10/17	Sex 13/10/17								

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura ² o	Início	Término	Semestre 1 2017			Semestre 2 2017			Semestre 1 2018		Semestre 2 2018		
						M	M	M	S	N	M	M	S	N		
217	w9D- [! wã! 49h / ha / hb/w9=h a ! Dwh	0%	30d	v 01/01/2017	v 01/01/2017											
218	[! W59 C b5h	0%	30d	{T-20/01/2017	01/01/2017											
219	! va ! 49h	0%	30d	{T-20/01/2017	{T-20/01/2017											
220	/hb/w9=h	0%	30d	01/01/2017	01/01/2017											
221	t! w959{	0%	30d	v 01/01/2017	01/01/2017											
222	! va ! 49h	0%	30d	v 01/01/2017	{T-20/01/2017											
223	Chva ! {	0%	30d	{T-20/01/2017	{T-20/01/2017											
224	/hb/w9=h	0%	30d	01/01/2017	01/01/2017											
225	9=h	0%	30d	{T-20/01/2017	v 01/01/2017											
226	/la . w a 9b=h	0%	30d	{T-20/01/2017	{T-20/01/2017											
227	Chva ! {	0%	30d	{T-20/01/2017	{T-20/01/2017											
228	! va ! 49h	0%	30d	01/01/2017	01/01/2017											
229	9a . - =15h{	0%	30d	01/01/2017	01/01/2017											
230	/hb/w9=h	0%	30d	v 01/01/2017	v 01/01/2017											
231	59{/la . w a 9b=h .59{Chva !	0%	30d	v 01/01/2017	v 01/01/2017											
232	w9t! wh{ bh /hb/w9=h .! ! a 9b=h{	0%	30d	01/01/2017	v 01/01/2017											
233	9{mw = w 5h = . h 59{- / 49h	0%	30d	{T-20/01/2017	v 01/01/2017											
234	LIMPEZA E TRATAMENTOS	100%	7 dias	Sex 16/06/17	Seg 26/06/17											
235	[la t9a! 9mw = a 9b=h 5! C b5! 49h	0%	30d	{T-20/01/2017	{T-20/01/2017											
236	w9D- [! wã! 49h / ha / hb/w9=h a ! Dwh	0%	30d	v 01/01/2017	{T-20/01/2017											
237	CAMADA 01 - EL. 769,70	0%	30d	01/01/2017	v 01/01/2017											
238	! va ! 49h	0%	30d	01/01/2017	{T-20/01/2017											
239	9a . - =15h{	0%	30d	v 01/01/2017	{T-20/01/2017											
240	Chva ! {	0%	30d	v 01/01/2017	01/01/2017											
241	/hb/w9=h	0%	30d	v 01/01/2017	v 01/01/2017											
242	CAMADA 02 - PISO DO TUBO DE SUC=ÚO - EL. 770,90	0%	30d	{T-20/01/2017	{T-20/01/2017											
243	! va ! 49h	0%	30d	{T-20/01/2017	{T-20/01/2017											
244	9a . - =15h{	0%	30d	{T-20/01/2017	{T-20/01/2017											
245	Chva ! {	0%	30d	v 01/01/2017	01/01/2017											
246	/hb/w9=h	0%	30d	v 01/01/2017	{T-20/01/2017											
247	/! a ! 5! 9mw = w959{ 5h = . h 59{- / 49h	0%	30d	{T-20/01/2017	01/01/2017											
248	! va ! 49h	0%	30d	{T-20/01/2017	01/01/2017											
249	9a . - =15h{	0%	30d	v 01/01/2017	01/01/2017											
250	Chva ! {	0%	30d	01/01/2017	v 01/01/2017											
251	/hb/w9=h	0%	30d	v 01/01/2017	01/01/2017											
252	/! a ! 5! 9mw = w959{ 5h = . h 59{- / 49h 9{ wã! 9{	0%	30d	v 01/01/2017	v 01/01/2017											

CRONOGRAMA BOSICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura?o	Início	Término	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
253	/la . w a 9b=h	0%	00d	v 00h00m	v 01h00m								
254	Chwa ! {	0%	00d	{T=00h00m	v 01h00m								
255	! wa ! 4%h	0%	00d	01h00m	{T=00h00m								
256	9a . - =15h{	0%	00d	01h00m	{T=00h00m								
257	/hb/w9=h	0%	00d	{T=00h00m	v 01h00m								
258	/! a ! 5! 7 05 9 W {! b=9=5 1y0L 9 9(v- 9w5! t! w 0 [,	0%	00d	v 00h00m	v 01h00m								
259	! wa ! 4%h	0%	00d	v 00h00m	{T=00h00m								
260	9a . - =15h{	0%	00d	v 00h00m	{T=00h00m								
261	Chwa ! {	0%	00d	v 00h00m	{T=00h00m								
262	/hb/w9=h	0%	00d	{T=00h00m	v 01h00m								
263	/! a ! 5! 7 05 9 W {! b=9=5 1y0L 9 9(v- 9w5! t! w 0 [,	0%	00d	{T=00h00m	v 01h00m								
264	! wa ! 4%h	0%	00d	{T=00h00m	01h00m								
265	9a . - =15h{	0%	00d	v 00h00m	01h00m								
266	Chwa ! {	0%	00d	v 00h00m	{T=00h00m								
267	/hb/w9=h	0%	00d	{T=00h00m	v 01h00m								
268	/! a ! 5! 7 05 9 W {! b=9=5 1y0L 9 9(v- 9w5! t! w 0 [,	0%	00d	01h00m	{T=00h00m								
269	/la . w a 9b=h	0%	00d	01h00m	v 00h00m								
270	Chwa ! {	0%	00d	{T=00h00m	01h00m								
271	! wa ! 4%h	0%	00d	{T=00h00m	{T=00h00m								
272	/hb/w9=h	0%	00d	{T=00h00m	{T=00h00m								
273	PILARES DA MONOVIA	21%	48 dias	Qua 27/09/17	Qua 06/12/17								
274	C . w! 4%h	0%	00d	v 00h00m	v 01h00m								
275	a hb= D9a	0%	00d	{T=00h00m	v 01h00m								
276	t{h 5h D9w 5hw9 t! w059{	0%	00d	v 00h00m	{T=00h00m								
277	/! a ! 5! 7 05 9 W {! b=9=5 1y0L 9 9(v- 9w5! t! w 0 [,	0%	00d	v 00h00m	5IXI 00h00m								
278	! wa ! 4%h	0%	00d	v 00h00m	01h00m								
279	9a . - =15h{	0%	00d	{T=00h00m	01h00m								
280	Chwa ! {	0%	00d	{T=00h00m	v 00h00m								
281	/hb/w9=h	0%	00d	v 00h00m	5IXI 00h00m								
282	/! a ! 5! 7 05 9 W {! b=9=5 1y0L 9 9(v- 9w5! t! w 0 [,	0%	00d	{T=00h00m	{T=00h00m								
283	! wa ! 4%h	0%	00d	{T=00h00m	01h00m								
284	9a . - =15h{	0%	00d	{T=00h00m	01h00m								
285	Chwa ! {	0%	00d	{T=00h00m	v 00h00m								
286	/hb/w9=h	0%	00d	v 00h00m	{T=00h00m								
287	/! a ! 5! 7 05 9 W {! b=9=5 1y0L 9 9(v- 9w5! t! w 0 [,	0%	00d	v 00h00m	{T=00h00m								
288	! wa ! 4%h	0%	00d	v 00h00m	{T=00h00m								

CRONOGRAMA BOSICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura ² o	Início	Término	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
289	9a . - =15h{	0%	300L	v 06/11/17	{T=30/11/17								
290	Chva ! {	0%	300L	07/11/17	{T=30/11/17								
291	/hb/w9=h	0%	300L	07/11/17	{T=30/11/17								
292	/! a ! 5! 00! w9595w9! 115w#- [L!	0%	300L	07/11/17	{T=30/11/17								
293	! wa ! 4%h	0%	300L	07/11/17	{T=30/11/17								
294	9a . - =15h{	0%	300L	v 06/11/17	{T=30/11/17								
295	Chva ! {	0%	300L	{T=30/11/17	{T=30/11/17								
296	/hb/w9=h	0%	300L	{T=30/11/17	{T=30/11/17								
297	/! a ! 5! 00! w959 a hb= b=9	0%	300L	{T=30/11/17	{T=30/11/17								
298	! wa ! 4%h	0%	300L	{T=30/11/17	v 06/11/17								
299	9a . - =15h{	0%	300L	v 06/11/17	v 06/11/17								
300	Chva ! {	0%	300L	{T=30/11/17	{T=30/11/17								
301	/hb/w9=h	0%	300L	{T=30/11/17	{T=30/11/17								
302	AREA DE MONTAGEM/DESCARGA	35%	194 dias	Sex 24/02/17	Qua 06/12/17	-----							
303	9{! ! ! 4! 9{	0%	300L	{T=30/11/17	07/11/17								
304	9{! ! ! 4%h 59 a ! =9wL [/ha - a	0%	300L	{T=30/11/17	07/11/17								
305	9{! ! ! 4%h 9a wh/I!	0%	300L	{T=30/11/17	v 06/11/17								
306	9{=w =- wL 59/hb/w9=h	0%	300L	{T=30/11/17	v 06/11/17								
307	{! t! =! { 9 tL! w9{	0%	300L	{T=30/11/17	{T=30/11/17								
308	[! W	0%	300L	07/11/17	v 06/11/17								
309	/la . w a 9b=h	0%	300L	07/11/17	v 06/11/17								
310	Chva ! {	0%	300L	v 06/11/17	{T=30/11/17								
311	! wa ! 4%h	0%	300L	{T=30/11/17	07/11/17								
312	9a . - =15h{	0%	300L	07/11/17	07/11/17								
313	/hb/w9=h	0%	300L	v 06/11/17	v 06/11/17								
314	SALA DE EQUIPAMENTOS AUXILIARES ELÉTRICOS	0%	107 dias	Seg 02/10/17	Ter 06/03/18	-----							
315	tL! w9{ 5! ! ID! a hb= b=95! thb=9wh{! b=9	0%	300L	{T=30/11/17	v 06/11/17								
316	[! W 59 tL{h 5! ! [! 59 9v- lt 00; =wL/h{	0%	300L	v 06/11/17	07/11/17								
317	t! w959{ 59 C9/I! a 9b=h 95L lj wL {	0%	300L	v 06/11/17	07/11/17								
318	/h. 9w= wL	0%	300L	{T=30/11/17	{T=30/11/17								
319	! /! . ! a 9b=h{	0%	300L	v 06/11/17	07/11/17								
320	ESTRUTURA DA PONTE ROLANTE, FECHAMENTO E COBERTURA	14%	212 dias	Qua 09/08/17	Seg 11/06/18	-----							
321	twhW=h 9! twh! ! 4%h	0%	300L	v 06/11/17	v 06/11/17								
322	C . wL! 4%h	0%	300L	v 06/11/17	07/11/17								
323	=wL b{thw=9	0%	300L	v 06/11/17	v 06/11/17								
324	a hb= D9a 5h{ tL! w9{ 9! ID! { 5! thb=9wh{! b=9	0%	300L	v 06/11/17	{T=30/11/17								

CRONOGRAMA BOSICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura ² o	Início	Término	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
325	#w9! 59 a hb= D9a 59!/ wD!	FE	300L	v 04/03/17	17/03/17								
326	b! 1 95! /! {! 59 Chw!	FE	300L	17/03/17	17/03/17								
327	C9/! ! a 9b= h 9/h. 9w- w	FE	300L	17/03/17	17/03/17								
328	! /! ! a 9b= h {	FE	300L	17/03/17	17/03/17								
329	a hb= D9a 5! { a 4/9! \$b9! { a 9= #! /! {	FE	300L	17/03/17	17/03/17								
330	CONCRETOS DE 2º ESTEIO	0%	211,75 dias	Seg 09/10/17	Qua 08/08/18								
331	/ ha thw= { 9b {9/! 59w { 5! { - /4%	FE	300L	v 04/03/17	17/03/17								
332	- D17B	FE	300L	v 04/03/17	17/03/17								
333	- D17b	FE	300L	v 04/03/17	17/03/17								
334	- D17b	FE	300L	v 04/03/17	17/03/17								
335	. [h/h { 5h /hbWb= h 5h tw 5! {wL - 15hw	FE	300L	17/03/17	17/03/17								
336	- D17B	FE	300L	17/03/17	17/03/17								
337	- D17b	FE	300L	v 04/03/17	v 04/03/17								
338	- D17b	FE	300L	17/03/17	17/03/17								
339	. [h/h { 5h = . h 59 { - /4% h 9/h= h' 9[h {	FE	300L	17/03/17	v 04/03/17								
340	- D17B	FE	300L	17/03/17	v 04/03/17								
341	- D17b	FE	300L	17/03/17	v 04/03/17								
342	- D17b	FE	300L	17/03/17	v 04/03/17								
343	CANAL DE FUGA	100%	76 dias	Sex 10/03/17	Qui 29/06/17								
344	9{/! ! 4% h 59 a! =9wL [/ha - a	37%	300L	17/03/17	17/03/17								
345	9{/! ! 4% h 59 a! =9wL [59 4! /! =9DhwL	37%	300L	17/03/17	17/03/17								
346	9{/! ! 4% h 9a wh/I!	37%	300L	17/03/17	v 04/03/17								
347	CANAL DE LIGA= úO	100%	85 dias	Seg 13/03/17	Qui 13/07/17								
348	9{/! ! 4% h 59 a! =9wL [/ha - a	37%	300L	17/03/17	17/03/17								
349	9{/! ! 4% h 9a wh/I!	37%	300L	17/03/17	v 04/03/17								
350	VERTEDOIRO CONTROLADO	63%	375 dias	Ter 25/04/17	Sex 12/10/18								
351	ESCAVA= úES E REGULARIZA= úO	100%	34 dias	Ter 25/04/17	Seg 12/06/17								
352	9{/! ! 4% h 59 a! =9wL [/ha - a	37%	300L	17/03/17	v 04/03/17								
353	9{/! ! 4% h 9a wh/I!	37%	300L	v 04/03/17	17/03/17								
354	[la t9a! 9= wL [a 9b= h 5! C: b5! 4% h	37%	300L	v 04/03/17	17/03/17								
355	w9D- [! wL [4% h /ha /hb/w9= h a! Dw	37%	300L	17/03/17	17/03/17								
356	CONCRETO DE 1º ESTEIO DO VERTEDOIRO	65%	329 dias	Ter 06/06/17	Qui 20/09/18								
357	t [! wL [4% h	37%	300L	v 04/03/17	v 04/03/17								
358	t [! wL [4% h	37%	300L	v 04/03/17	v 04/03/17								
359	! wa ! 4% h	37%	300L	v 04/03/17	v 04/03/17								
360	Chwa ! {	37%	300L	17/03/17	v 04/03/17								

CRONOGRAMA BOSICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura? o	Início	Término	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
361	/hb/w9=h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
362	t|| w7b9| @/a3| 9| @/a3|	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
363	! wa ! 4%h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
364	Chwa ! {	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
365	/hb/w9=h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
366	t|| w7b9| 9h| 7b9 7b	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
367	t|| w7b9| @/a3| 9| @/a3|	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
368	! wa ! 4%h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
369	Chwa ! {	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
370	/hb/w9=h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
371	t|| w7b9| @/a3| 9| @/a3|	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
372	! wa ! 4%h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
373	Chwa ! {	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
374	/hb/w9=h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
375	t|| w7b9| @/a3| 9| @/a3|	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
376	! wa ! 4%h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
377	Chwa ! {	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
378	/hb/w9=h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
379	t|| w7b9| @/a3| 9| @/a3|	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
380	/la . w a 9b=h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
381	! wa ! 4%h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
382	Chwa ! {	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
383	9a . - =15h{	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
384	/hb/w9=h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
385	t|| w7b9| 9h| 7b9 7b	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
386	t|| w7b9| @/a3| 9| @/a3|	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
387	! wa ! 4%h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
388	Chwa ! {	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
389	/hb/w9=h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
390	t|| w7b9| @/a3| 9| @/a3|	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
391	! wa ! 4%h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
392	Chwa ! {	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
393	/hb/w9=h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
394	t|| w7b9| @/a3| 9| @/a3|	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
395	! wa ! 4%h	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								
396	Chwa ! {	100%	2017/01/01	2017/01/01	2017/01/01								

CRONOGRAMA BOSICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura ² o	Início	Término	Semestre 1 2017			Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M		S	N	M	M	S	N
397	/hb/w9eh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
398	t 0! w1w0 [0] 00/01/17	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
399	/la . w a 9b eh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
400	! wa ! 49h	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
401	Chwa ! {	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
402	9a . - =15h{	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
403	/hb/w9eh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
404	t 0! w1w0 [0] 00/01/17	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
405	t 0! w1w0 [0] 00/01/17	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
406	! wa ! 49h	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
407	Chwa ! {	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
408	/hb/w9eh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
409	t 0! w1w0 [0] 00/01/17	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
410	! wa ! 49h	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
411	Chwa ! {	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
412	/hb/w9eh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
413	SOLEIRA REBAIXADA DO VÚO 01- EL. 771,00 A EL. 784,00	100%	59 dias	Seg 26/06/17	Sáb 16/09/17									
414	[la t 9à! 9 mw 0! a 9b eh 5! C b5! 49h	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
415	w9D- [! wà! 49h /ha /hb/w9eh a! Dwh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
416	! wa ! 49h	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
417	Chwa ! {	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
418	/hb/w9eh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
419	SOLEIRA REBAIXADA DO VÚO 02- EL. 771,00 A EL. 784,00	100%	36 dias	Seg 14/08/17	Qua 04/10/17									
420	[la t 9à! 9 mw 0! a 9b eh 5! C b5! 49h	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
421	w9D- [! wà! 49h /ha /hb/w9eh a! Dwh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
422	! wa ! 49h	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
423	Chwa ! {	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
424	/hb/w9eh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
425	SOLEIRA REBAIXADA DO VÚO 03- EL. 771,00 A EL. 784,00	100%	31 dias	Seg 21/08/17	Qua 04/10/17									
426	[la t 9à! 9 mw 0! a 9b eh 5! C b5! 49h	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
427	w9D- [! wà! 49h /ha /hb/w9eh a! Dwh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
428	! wa ! 49h	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
429	Chwa ! {	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
430	/hb/w9eh	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									
431	RECOMPOSIÇÃO DAS SOLEIRAS	0%	80 dias	Qui 31/05/18	Qui 20/09/18									
432	1 9h 00 [0] a 9b eh 5! {h[9w 0] 00/01/17	0%	2017	v 01/11/17	v 01/11/17									

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Fim	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
469	t l! wõ	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
470	/la . w a 9b=h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
471	Chve ! {	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
472	! wa ! 4%h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
473	9a . - =15h{	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
474	/hb/wø=h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
475	twh=9b{9h 5! { /hv5h! [I! {	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
476	Dw! - =9! a 9b=h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
477	PONTE DO VERTEDOURO	23%	199 dias	Ter 06/06/17	Ter 20/03/18								
478	C . w! ! 4%h 5! { ! ID! { twøa h[5! 5! {	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
479	! %h 3	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
480	a hb= D9a 5! { ! ID! { twøa h[5! 5! {	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
481	a hb= D9a 5h{ twøa h[5! 5h{ 5h =! . - [9wh	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
482	! wa ! 4%h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
483	9a . - =15h{	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
484	/hb/wø=h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
485	! %h w	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
486	a hb= D9a 5! { ! ID! { twøa h[5! 5! {	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
487	a hb= D9a 5h{ twøa h[5! 5h{ 5h =! . - [9wh	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
488	! wa ! 4%h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
489	9a . - =15h{	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
490	/hb/wø=h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
491	! %h w	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
492	a hb= D9a 5! { ! ID! { twøa h[5! 5! {	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
493	a hb= D9a 5h{ twøa h[5! 5h{ 5h =! . - [9wh	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
494	! wa ! 4%h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
495	9a . - =15h{	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
496	/hb/wø=h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
497	! /! . ! a 9b=h{	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
498	wø! ! wh{ bh /hb/wø=h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
499	a hb= D9a 5! { a l! /9! \$b9! { a 9=#[V! {	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
500	/hb/wø=h 59 #9! #Dlh	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
501	D- ll { 5! { /ha thw= { {9Da 9b=h	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
502	! %h 3	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
503	! %h w	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									
504	! %h w	0%	30d	{T=+a+h} {LH=Z+h} {S}									

CRONOGRAMA BOSICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Termino	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
505	D- L { 5! { / ha thw! { 9b{9! 59bw {	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
506	1º h z	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
507	1º h w	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
508	1º h w	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
509	GUIAS DA SOLEIRA RECOMPOSTA	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
510	1º h z	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
511	1º h w	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
512	1º h w	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
513	MURO DE LIGA=ÚO	15%	92,75 dias	Sex 28/04/17	Sex 08/09/17								
514	ESCAVA=ÚES E REGULARIZA=ÚO	58%	74 dias	Sex 28/04/17	Sex 11/08/17								
515	9{! ! 4ºh 59 a ! 9wL { / ha - a	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
516	9{! ! 4ºh 9a wh/I !	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
517	[la t9á! 9wL { a 9b=h 5! C b5! 4ºh	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
518	w9D- [! wá! 4ºh / ha / hb/w9=h a ! Dwh	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								
519	ESTRUTURA DO MURO	0%	18,75 dias	Seg 14/08/17	Sex 08/09/17								
520	CAMADA 1 - EL. 785,00	0%	5 dias	Seg 14/08/17	Sex 18/08/17								
521	Chwa ! {	0%	5 dias	Seg 14/08/17	Sex 18/08/17								
522	/hb/w9=h	0%	5 dias	Seg 14/08/17	Sex 18/08/17								
523	CAMADA 2 - EL. 789,29	0%	4,13 dias	Seg 21/08/17	Sex 25/08/17								
524	Chwa ! {	0%	4,13 dias	Seg 21/08/17	Sex 25/08/17								
525	! wa ! 4ºh	0%	4,13 dias	Seg 21/08/17	Sex 25/08/17								
526	9a . - =!5h{	0%	4,13 dias	Seg 21/08/17	Sex 25/08/17								
527	/hb/w9=h	0%	4,13 dias	Seg 21/08/17	Sex 25/08/17								
528	CAMADA 3 - EL. 801,00	0%	5 dias	Seg 28/08/17	Dom 03/09/17								
529	Chwa ! {	0%	5 dias	Seg 28/08/17	Dom 03/09/17								
530	! wa ! 4ºh	0%	5 dias	Seg 28/08/17	Dom 03/09/17								
531	9a . - =!5h{	0%	5 dias	Seg 28/08/17	Dom 03/09/17								
532	/hb/w9=h	0%	5 dias	Seg 28/08/17	Dom 03/09/17								
533	CAMADA 4 - EL. 802,00	0%	3,63 dias	Seg 04/09/17	Sex 08/09/17								
534	Chwa ! {	0%	3,63 dias	Seg 04/09/17	Sex 08/09/17								
535	! wa ! 4ºh	0%	3,63 dias	Seg 04/09/17	Sex 08/09/17								
536	9a . - =!5h{	0%	3,63 dias	Seg 04/09/17	Sex 08/09/17								
537	/hb/w9=h	0%	3,63 dias	Seg 04/09/17	Sex 08/09/17								
538	MURO DE TOPO	33%	106 dias	Qua 03/05/17	Dom 01/10/17								
539	ESCAVA=ÚES E REGULARIZA=ÚO	100%	92 dias	Qua 03/05/17	Seg 11/09/17								
540	9{! ! 4ºh 59 a ! 9wL { / ha - a	0%	79 dias	Ter 26/06/18	Sex 12/10/18								

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Dura ² o	Início	Término	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
541	9(! ! 1 49h 9a wh/I !	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Dom 01/10/17								
542	[la t 9a! 9mw ml a 9b=H 5! C b5! 49h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
543	w9D- [! wla! 49h /ha /hb/w9=h a ! Dwh	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
544	CORPO DO MURO	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Dom 01/10/17								
545	. [h/h 3	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
546	Chwa ! {	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
547	/hb/w9=h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
548	. [h/h 3	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
549	Chwa ! {	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
550	/hb/w9=h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
551	. [h/h 3	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
552	Chwa ! {	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
553	/hb/w9=h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
554	BACIA DE DISSIPACAO	49%	167 dias	Sex 05/05/17	Qua 03/01/18								
555	ESCAVA=UES E REGULARIZACAO	100%	48 dias	Sex 05/05/17	Qua 12/07/17								
556	9(! ! 1 49h 59a ! 9mw [/ha - a	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
557	9(! ! 1 49h 9a wh/I !	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
558	MURO ESQUERDO	0%	22 dias	Qua 08/11/17	Sex 08/12/17								
559	[la t 9a! 9mw ml a 9b=H 5! C b5! 49h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
560	w9D- [! wla! 49h /ha /hb/w9=h a ! Dwh	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
561	CAMADA 1 - EL. 780,50	0%	3 dias	Sex 17/11/17	Ter 21/11/17								
562	Chwa ! {	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
563	/hb/w9=h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
564	CAMADA 2 - EL. 788,00	0%	6 dias	Qua 22/11/17	Qua 29/11/17								
565	Chwa ! {	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
566	/hb/w9=h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
567	CAMADA 3 - EL. 790,00	0%	6 dias	Sex 01/12/17	Sex 08/12/17								
568	Chwa ! {	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
569	/hb/w9=h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
570	MURO DIREITO	0%	34 dias	Ter 14/11/17	Qua 03/01/18								
571	[la t 9a! 9mw ml a 9b=H 5! C b5! 49h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
572	w9D- [! wla! 49h /ha /hb/w9=h a ! Dwh	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
573	/! a ! 5! 39[49h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
574	Chwa ! {	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
575	/hb/w9=h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								
576	/! a ! 5! 39[49h	0%	14 dias	Ter 12/09/17	Ter 12/09/17								

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Termino	Semestre 1 2017			Semestre 2 2017			Semestre 1 2018			Semestre 2 2018		
						M	M		S	N		M	M		S	N	
577	Chwa ! {	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
578	/hb/w0=h	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
579	/! a ! 5! w0=9h	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
580	Chwa ! {	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
581	/hb/w0=h	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
582	SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEXES	8%	229 dias	16/06/17	11/05/18												
583	ESTRUTURA PRINCIPAL - CANAL DE SAIDA	12%	86 dias	04/01/18	04/05/18												
584	9(! ! 4# 59 a ! 9w [/ ha - a	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
585	w [a 9b=h 5! C b5! 4# 9a {h[h	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
586	/hb{w 4# 5! 9{w = w 59/hb/w0=h	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
587	/- w 5h /hb/w0=h t! w [L 9w 4# 5! 9! w 95! . a 9	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
588	/hb/w0=h D9a 5! { D- ll { 5! { /ha thw {	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
589	INTERSEÇÃO COM O ACESSO DA CASA DE FORÇA	0%	22 dias	01/11/17	04/12/17												
590	9(! ! 4# 59 a ! 9w [/ ha - a	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
591	t w0! wh 5! C b5! 4#	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
592	/hb{w 4# 5! D! [9w	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
593	CANAL DE LIGAÇÃO DO STP	0%	69 dias	05/02/18	11/05/18												
594	9(! ! 4# 59 a ! 9w [/ ha - a	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
595	w 9{a 9b=h 5h /! b! [/ ha /hb/w0=h 9{w = w [	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
596	/hb{w 4# 5h { 59Q 9=h w0	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
597	LIGAÇÃO COM CANAL DE FUGA	25%	218 dias	16/06/17	25/04/18												
598	9(! ! 4# 9a wh/I!	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
599	w 9{a 9b=h 5h /! b! [/ ha /hb/w0=h 9{w = w [	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
600	/hb{w 4# 5h { 59Q 9=h w0	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
601	SUBESTACÃO	2%	283 dias	08/03/17	20/04/18												
602	9(! ! 4# 59 a ! 9w [/ ha - a	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
603	.! { 9 5h w [Chwa ! 5hw	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
604	/! l { 9t! w 5hw #D-! 9j [9h	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
605	.! { 9 { 5h { 9v- l! a 9b=h { w [h {	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
606	9A/ - 4# 5h { l = 9a ! 59! = 9w [a 9b=h 5! { - . 9 { 4#	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
607	/! b! [9 { 59 lb = 9w [D! 4# 5! { - . 9 { 4# " /! {! 59 Chw!	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
608	/! b! [9 { lb = 9w { { 59 t! { { D9a 59 /! . h {	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
609	{ l = 9a ! 59 5v0b! D9a 5! { - . 9 { 4#	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
610	Chw [4# 59 . w!	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
611	/9w! { 9 thw 9h	100%	30 dias	16/06/17	11/07/17												
612	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	0%	130 dias	30/04/18	29/10/18												

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Termino	Semestre 1 2017			Semestre 2 2017		Semestre 1 2018			Semestre 2 2018		
						M	M		S	N	M	M	S	N		
613	{- t v Ø ({ % h 1 9 D 9 m [b ! # v Ø! 5 h v Ø (9 w ! m j w h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h											
614	w Ø / - t 9 w 4 % h 5 9 # v Ø! { 5 9 D w! 5! 5! {	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h											
615	9 w Ø / - 4 % h 5 9 / 9 w! {	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	m j h h h h h h h h h h h h											
616	! / ! . ! a 9 b e h { 9 a D 9 w [	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h											
617	[l a t 9 a! D 9 w [5! # v Ø! 5 9 l b c - c b / l! 5 h / ! b = 9 l w h 5 9 h . w {	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h											
618	/ h b / [- { % h 5! 5 9 (a h . l [l a! 4 % h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h											
619	MARCOS DE INTERFACE CIVIL E ELETROMECCANICA	FE	250 dias	Sex 15/09/17	Ter 11/09/18											
620	VERTEDOURO CONTROLADO	FE	157 dias	Sex 15/09/17	Qua 02/05/18											
621	COMPORTAS SEGMENTO	FE	157 dias	Sáb 16/09/17	Qua 02/05/18											
622	[L 9 w 4 % h t! w a h b e! D 9 a 5! { D - l! { 5! / h a t h w e! { 9 D a 9 b e h h h	FE	300d	{Ll h h h h h h h h h h h h	{Ll h h h h h h h h h h h h			16/09								
623	[L 9 w 4 % h t! w a h b e! D 9 a 5! { D - l! { 5! / h a t h w e! { 9 D a 9 b e h h h	FE	300d	v Ø h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h			04/10								
624	[L 9 w 4 % h t! w a h b e! D 9 a 5! { D - l! { 5! / h a t h w e! { 9 D a 9 b e h h h	FE	300d	v Ø h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h			04/10								
625	[L 9 w 4 % h t! w / h b / v Ø e h 5 9 h h Ø (# D l h 5! { D - l! { 5! / h a t h w e! { 9 D a 9 b e h h h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h			16/10								
626	[L 9 w 4 % h t! w / h b / v Ø e h 5 9 h h Ø (# D l h 5! { D - l! { 5! / h a t h w e! { 9 D a 9 b e h h h	FE	300d	m j h h h h h h h h h h h h	m j h h h h h h h h h h h h			07/11								
627	[L 9 w 4 % h t! w / h b / v Ø e h 5 9 h h Ø (# D l h 5! { D - l! { 5! / h a t h w e! { 9 D a 9 b e h h h	FE	300d	v Ø h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h			29/11								
628	[L 9 w 4 % h t! w l b M l h 5 9 a h b e! D 9 a 5! / h a t h w e! { 9 D a 9 b e h h h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h			06/11								
629	[L 9 w 4 % h t! w l b M l h 5 9 a h b e! D 9 a 5! / h a t h w e! { 9 D a 9 b e h h h	FE	300d	v Ø h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h			29/11								
630	[L 9 w 4 % h t! w l b M l h 5 9 a h b e! D 9 a 5! / h a t h w e! { 9 D a 9 b e h h h	FE	300d	v Ø h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h			20/12								
631	1 9 w e 9 5 h - w h h h [L 9 w 5 h t! w h t 9 w 4 % h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h							02/03				
632	1 9 w e 9 5 h - w h h h [L 9 w 5 h t! w h t 9 w 4 % h	FE	300d	m j h h h h h h h h h h h h	m j h h h h h h h h h h h h							13/03				
633	1 9 w e 9 5 h - w h h h [L 9 w 5 h t! w h t 9 w 4 % h	FE	300d	v Ø h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h							02/05				
634	COMPORTAS ENSCADEIRAS	FE	73 dias	Sex 15/09/17	Qua 03/01/18											
635	[L 9 w 4 % h t! w a h b e! D 9 a 5! { D - l! { / h a t h w e! 9 b { 9! 5 9 w h h h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h			15/09								
636	[L 9 w 4 % h t! w a h b e! D 9 a 5! { D - l! { / h a t h w e! 9 b { 9! 5 9 w h h h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h			29/09								
637	[L 9 w 4 % h t! w a h b e! D 9 a 5! { D - l! { / h a t h w e! 9 b { 9! 5 9 w h h h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h			29/09								
638	[L 9 w 4 % h t! w / h b / v Ø e h 5 9 h h Ø (# D l h 5! { D - l! { / h a t h w e! 9 b { 9! 5 9 w h h h	FE	300d	v Ø h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h			26/10								
639	[L 9 w 4 % h t! w / h b / v Ø e h 5 9 h h Ø (# D l h 5! { D - l! { / h a t h w e! 9 b { 9! 5 9 w h h h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h			20/11								
640	[L 9 w 4 % h t! w / h b / v Ø e h 5 9 h h Ø (# D l h 5! { D - l! { / h a t h w e! 9 b { 9! 5 9 w h h h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h			11/12								
641	[L 9 w 4 % h t! w l b M l h 5 9 a h b e! D 9 a 5! / h a t h w e! 9 b { 9! 5 9 w h h h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h			20/11								
642	[L 9 w 4 % h t! w l b M l h 5 9 a h b e! D 9 a 5! / h a t h w e! 9 b { 9! 5 9 w h h h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h			11/12								
643	[L 9 w 4 % h t! w l b M l h 5 9 a h b e! D 9 a 5! / h a t h w e! 9 b { 9! 5 9 w h h h	FE	300d	v Ø h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h			03/01								
644	VIGAS DO MUNHÃO	FE	3,88 dias	Qua 07/02/18	Ter 13/02/18											
645	[L 9 w 4 % h 5! t w h e 9 b { 9 h 5! { 1! D! { 5 h a - b! 9 h 5 h 1 9 w e 9 5 h - w h h h h	FE	300d	v Ø h h h h h h h h h h h h	v Ø h h h h h h h h h h h h							07/02				
646	[L 9 w 4 % h 5! t w h e 9 b { 9 h 5! { 1! D! { 5 h a - b! 9 h 5 h 1 9 w e 9 5 h - w h h h h	FE	300d	{T- h h h h h h h h h h h h	{T- h h h h h h h h h h h h							09/02				
647	[L 9 w 4 % h 5! t w h e 9 b { 9 h 5! { 1! D! { 5 h a - b! 9 h 5 h 1 9 w e 9 5 h - w h h h h	FE	300d	m j h h h h h h h h h h h h	m j h h h h h h h h h h h h							13/02				
648	OPERAÇÃO DO VERTEDOURO	0%	42 dias	Sex 02/03/18	Qua 02/05/18											

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Fim	Semestre 1 2017		Semestre 2 2017		Semestre 1 2018		Semestre 2 2018	
						M	M	S	N	M	M	S	N
649	19w95h- wh 7E [L 9w 5h t! w ht9w 49h	7E	70d	{T-7h7E5	{T-7h7E5					◆ 02/03			
650	19w95h- wh 7E [L 9w 5h t! w ht9w 49h	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 13/03			
651	19w95h- wh 7E [L 9w 5h t! w ht9w 49h	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 02/05			
652	TOMADA D'EGUA	7E	68 dias	Ter 17/10/17	Qui 25/01/18								
653	COMPORTAS VAGUO	0%	58 dias	Ter 31/10/17	Qui 25/01/18								
654	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- 0 { 5! /ha thw= ! ! D9h 7E	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 31/10			
655	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- 0 { 5! /ha thw= ! ! D9h 7E	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 31/10			
656	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- 0 { 5! /ha thw= ! ! D9h 7E	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 31/10			
657	[L 9w 49h t! w /hb/v0h 7E9{##Dh 5! { D- 0 { 5! /ha thw= ! ! D9h 7E	7E	70d	{T-7h7E5	{T-7h7E5					◆ 13/11			
658	[L 9w 49h t! w /hb/v0h 7E9{##Dh 5! { D- 0 { 5! /ha thw= ! ! D9h 7E	7E	70d	{T-7h7E5	{T-7h7E5					◆ 13/11			
659	[L 9w 49h t! w /hb/v0h 7E9{##Dh 5! { D- 0 { 5! /ha thw= ! ! D9h 7E	7E	70d	{T-7h7E5	{T-7h7E5					◆ 13/11			
660	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! /ha thw= ! ! D9h 7E	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 13/12			
661	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! /ha thw= ! ! D9h 7E	7E	70d	{T-7h7E5	{T-7h7E5					◆ 08/01			
662	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! /ha thw= ! ! D9h 7E	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 25/01			
663	COMPORTAS ENSECADEIRA	0%	58 dias	Ter 31/10/17	Qui 25/01/18								
664	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- 0 { 5! /ha thw= 9b{9! 59w 7E	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 31/10			
665	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- 0 { 5! /ha thw= 9b{9! 59w 7E	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 31/10			
666	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- 0 { 5! /ha thw= 9b{9! 59w 7E	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 31/10			
667	[L 9w 49h t! w /hb/v0h 7E9{##Dh 5! { D- 0 { 5! /ha thw= 9b{9! 59w 7E	7E	70d	{T-7h7E5	{T-7h7E5					◆ 24/11			
668	[L 9w 49h t! w /hb/v0h 7E9{##Dh 5! { D- 0 { 5! /ha thw= 9b{9! 59w 7E	7E	70d	{T-7h7E5	{T-7h7E5					◆ 24/11			
669	[L 9w 49h t! w /hb/v0h 7E9{##Dh 5! { D- 0 { 5! /ha thw= 9b{9! 59w 7E	7E	70d	{T-7h7E5	{T-7h7E5					◆ 24/11			
670	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! /ha thw= 9b{9! 59w 7E	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 13/12			
671	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! /ha thw= 9b{9! 59w 7E	7E	70d	{T-7h7E5	{T-7h7E5					◆ 08/01			
672	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! /ha thw= 9b{9! 59w 7E	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 25/01			
673	GRADES	0%	34 dias	Ter 31/10/17	Qua 20/12/17								
674	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- 0 { 5! Dw 59 7E	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 31/10			
675	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- 0 { 5! Dw 59 7E	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 31/10			
676	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- 0 { 5! Dw 59 7E	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 31/10			
677	[L 9w 49h t! w /hb/v0h 7E9{##Dh 5! { D- 0 { 5! Dw 59 7E	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 06/12			
678	[L 9w 49h t! w /hb/v0h 7E9{##Dh 5! { D- 0 { 5! Dw 59 7E	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 06/12			
679	[L 9w 49h t! w /hb/v0h 7E9{##Dh 5! { D- 0 { 5! Dw 59 7E	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 06/12			
680	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! Dw 59 7E	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 20/12			
681	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! Dw 59 7E	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 20/12			
682	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! Dw 59 7E	7E	70d	v 07h7E5	v 07h7E5					◆ 20/12			
683	COMPLEMENTOS TOMADA D'EGUA	0%	21 dias	Ter 17/10/17	Sex 17/11/17								
684	[L 9w 49h 5! 95M- [! 5! sha ! 5! 5#D- ! t! w a hb= D9a 9{9waha 9/\$bV!	7E	70d	07↑ 30h7E5	07↑ 30h7E5					◆ 17/10			

CRONOGRAMA BASICO DE OBRA CIVIL - R2

Id	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Fim	Semestre 1 2017			Semestre 2 2017			Semestre 1 2018			Semestre 2 2018		
							M	M	S	N		M	M		S	N	
685	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5h { 5h t j w l/h wh! b=9	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
686	CASA DE FORA	FE	211,75 dias	Sex 06/10/17	Qua 08/08/18												
687	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- U { 5! /ha thw! 5! {- /49h 7B	FE	100%	01/10/17	01/10/17												
688	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- U { 5! /ha thw! 5! {- /49h 7B	FE	100%	01/10/17	01/10/17												
689	[L 9w 49h t! w a hb= D9a 5! { D- U { 5! /ha thw! 5! {- /49h 7B	FE	100%	01/10/17	01/10/17												
690	[L 9w 49h 5h { t! w a hb= D9a 5! a hbh' U	FE	100%	01/10/17	01/10/17												
691	[L 9w 49h 5! #w! 59 a hb= D9a t! w a hb= D9a 5! thb=9wh! b=9	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
692	[L 9w 49h /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5! { D- U { 5! /ha thw! 5! {- /49h 7B	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
693	[L 9w 49h /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5! { D- U { 5! /ha thw! 5! {- /49h 7B	FE	100%	v U 3/3/17	v U 3/3/17												
694	[L 9w 49h /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5! { D- U { 5! /ha thw! 5! {- /49h 7B	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
695	[L 9w 49h 5! /! { 59 Chw! t! w a hb= D9a /ha t[9a 9b= w5! thb=9wh! b=9	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
696	q; va lbh 5h /ha l{lh b! a 9b= 5! {- /49h 5! /! { 59 Chw!	FE	100%	v U 3/3/17	v U 3/3/17												
697	[L 9w 49h 5h /hb/w9=h 59 59{=#Dlh t! w lbMlh 59 a hb= D9a 5! =- w lb! 7B	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
698	[L 9w 49h 5h /hb/w9=h 59 59{=#Dlh t! w lbMlh 59 a hb= D9a 5! =- w lb! 7B	FE	100%	SIXI 3/3/17	SIXI 3/3/17												
699	[L 9w 49h 5h /hb/w9=h 59 59{=#Dlh t! w lbMlh 59 a hb= D9a 5! =- w lb! 7B	FE	100%	01/10/17	01/10/17												
700	[L 9w 49h t! w /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5! =w b{49h 7B	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
701	[L 9w 49h t! w /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5h = . h 59 {- /49h 7B	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
702	[L 9w 49h t! w /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5! =w b{49h 7B	FE	100%	v U 3/3/17	v U 3/3/17												
703	[L 9w 49h t! w /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5h = . h 59 {- /49h 7B	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
704	[L 9w 49h t! w /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5! =w b{49h 7B	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
705	[L 9w 49h t! w /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5h = . h 59 {- /49h 7B	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
706	q; va lbh 5h /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5! - D7B	FE	100%	v U 3/3/17	v U 3/3/17												
707	q; va lbh 5h /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5! - D7B	FE	100%	v U 3/3/17	v U 3/3/17												
708	q; va lbh 5h /hb/w9=h 59 59{=#Dlh 5! - D7B	FE	100%	v U 3/3/17	v U 3/3/17												
709	SUBESTA=ÚO	0%	192 dias	Seg 11/12/17	Ter 11/09/18												
710	[L 9w 49h 5! {- . 9{= 49h t! w a hb= D9a 9[9wha 9/\$bV!	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
711	[L 9w 49h 5! ' U 59/! . h{ 59a ; 5U =9b{9h 5! {- . 9{= 49h " /! { 59 Chw!	FE	100%	{T 3/3/17}	{T 3/3/17}												
712	[L 9w 49h 5! {- . 9{= 49h t! w 9b9vDlã! 49h	FE	100%	01/10/17	01/10/17												
713	FABRICA=ÚO E MONTAGEM ELETROMCNICA	0%	724,75 dias	Sex 05/02/16	Ter 27/11/18												

ANEXO C – MODELO DE RELATÓRIO DE CUSTOS REALIZADOS

Resultado por Centro de Custo - Regime de Competência

Pág.: 1

Centro de Custo: 378 PCH

- Produção

Período: 06/2017 a 11/2017

Conta Descrição	SALDO ANTERIOR	Jun/2017	Jul/2017	Ago/2017	Set/2017	Out/2017	Nov/2017	Acumulado
1340 (+) RECEITA BRUTA	14.853.287	5.747.183	4.745.521	6.582.884	9.360.414	6.691.092	4.715.608	52.695.988
1350 Receita Medição Bruta	14.853.287	5.747.183	4.745.521	6.582.884	9.360.414	6.691.092	4.715.608	52.695.988
1990 (-) DEDUÇÃO IMPOSTOS	-717.239	-172.415	-142.366	-107.044	-177.524	-126.332	-85.786	-1.528.706
1400 COFINS	-214.259	0	0	0	0	0	0	-214.259
1410 PIS	-46.207	0	0	0	0	0	0	-46.207
1430 ISS	-456.773	-172.415	-142.366	-107.044	-177.524	-126.332	-85.786	-1.268.240
1320 (=) RECEITA LIQUIDA	14.136.048	5.574.767	4.603.155	6.475.839	9.182.890	6.564.761	4.629.822	51.167.282
1450 (-) DESPESAS	-9.911.042	-3.697.548	-5.513.336	-4.821.592	-5.265.414	-4.083.884	-3.417.493	-36.710.310
1460 (-) COM PESSOAL	-2.800.776	-1.429.850	-1.734.961	-1.979.372	-2.056.688	-2.036.021	-1.960.943	-13.998.611
1461 COLABORADES ATIVOS	0	362	439	498	539	472	479	0
CUSTO MEDIO P/COLABORADOR	0	-3.687	-3.699	-3.728	-3.725	-3.880	-3.859	0
1470 Salários	-1.664.082	-878.331	-1.050.950	-1.213.008	-1.259.481	-1.262.397	-1.200.867	-8.529.116
1480 INSS	-485.733	-253.291	-284.670	-347.128	-367.332	-357.205	-347.587	-2.442.945
1490 Férias	-264.114	-118.802	-148.776	-169.138	-175.637	-171.259	-161.870	-1.209.597
1500 13.salário	-175.613	-92.044	-104.242	-125.805	-134.255	-119.129	-101.209	-852.297
1547 FGTS	-134.341	-75.694	-94.377	-114.819	-101.756	-131.094	-140.964	-793.045
1510 Seguro com pessoal	-1.637	-1.497	-77	-2.409	-2.934	-3.424	-3.830	-15.808
1540 Formação profissional	-3.671	0	-7.811	0	-3.600	0	0	-15.082
1548 Vale Transporte	-38.117	15.336	18.349	21.640	23.212	21.840	0	62.261
1520 Medicina e Saúde Ocupacional	-26.729	-25.475	-60.996	-24.822	-31.184	0	-53	-169.260
1759 Farmácia/Medicamentos	-3.273	-53	-1.410	-274	-3.720	0	-570	-9.301
1482 Mob. e Desmob. de Mão-de-Obra - Passagens	0	0	0	0	0	-5.300	0	-5.300
1530 Sindicato Colaboradores	-1.245	0	0	-3.308	0	-3.883	-3.995	-12.431
1502 Honorários Trabalhistas	-2.220	0	0	-300	0	-4.170	0	-6.690
6824 (-) CUSTOS INDIRETOS	-2.011.347	-520.759	-1.043.277	-820.307	-712.809	-208.962	-200.510	-5.517.971
7014 Água Potável	-10.888	-8.033	-12.090	-16.208	-29.079	-62	-17.925	-94.286
1720 Alimentação	-335.082	-70.116	-80.930	-15.634	-10.754	-10.100	-1.241	-523.857
1777 Aluguel de Containers	0	0	-98.357	0	0	0	0	-98.357
1778 Aluguel e Compras Banheiros Quimicos	0	0	0	-14.817	-4.600	0	0	-19.417
1751 Aluguel/Moradia	-204.853	-75.907	-85.382	-80.347	-82.651	-57.792	-52.575	-639.507
7034 Coleta e Destinação de Resíduos	-26.920	-21.640	-46.221	-4.143	-6.890	0	0	-105.814
1749 Condomínio	-1.707	-757	-750	0	0	0	0	-3.214

Resultado por Centro de Custo - Regime de Competência

Pág.: 2

Centro de Custo: 378 PCH

- Produção

Período: 06/2017 a 11/2017

Conta Descrição	SALDO ANTERIOR	Jun/2017	Jul/2017	Ago/2017	Set/2017	Out/2017	Nov/2017	Acumulado
1752 Despesas de Viagens	-125.391	-18.969	-27.212	-33.627	-33.727	-19.037	-13.564	-271.528
1682 Despesas de Viagens e Estadias Administrativo	-6.084	0	0	0	0	-480	-360	-6.924
1730 Energia Elétrica	-54.810	-4.843	-9.428	-3.007	-4.938	0	-99	-77.125
1700 EPI's e Material de Segurança	-300.585	-27.034	-102.123	-152.515	-86.154	0	-11.128	-679.540
1741 Equipamentos de Informática	-58.722	-37.283	-12.619	-12.599	-10.942	0	0	-132.166
1640 Fretes s/Compras Menores	-213.668	-58.609	-25.880	-43.289	-17.659	-38.691	-18.003	-415.799
1772 Honorários e Consultorias	-149.843	-10.255	-1.310	-63.725	0	-675	0	-225.807
7024 Internet	-16.688	-5.235	-12.812	-6.370	-6.411	-6.535	0	-54.051
1748 IPTU	-477	0	0	0	0	0	0	-477
1681 Licenças Ambientais/DNPM/Arrend.Terras	-2.295	0	0	0	0	0	0	-2.295
1776 Manutenção Alojamento	-105.985	0	-3.186	-5.003	-2.510	0	-374	-117.058
1931 Manutenção bens imóveis	0	0	0	0	-1.200	0	0	-1.200
1710 Material de Expediente	-21.806	-4.942	-45.680	-3.402	-1.322	0	-1.698	-78.850
1701 Móveis(Alojamento/Apto/Esc./Cant.)	-118.976	-11.708	-6.600	-22.340	-18.539	-2.598	-800	-181.561
1721 PAT - Programa de Alimentação ao Trabalhador	0	-26.002	-34.718	-42.650	-50.473	-49.388	-50.369	-253.601
7044 Placas de Identificação/Sinalização/Adesivos	-29.803	-16.505	-11.405	0	-30.045	0	0	-87.758
1766 Programas Sistema de Gestão Integrado	-242	-10.071	0	-19.825	-35.026	0	0	-65.163
1774 Publicidade e Propaganda	0	0	0	-6.750	0	0	0	-6.750
1747 Reforma Moradias Alugadas	0	0	-100	0	-50	0	0	-150
1756 Seguro Garantia Obra/Fiança Bancária	-71.680	40.040	-4.449	-4.449	-4.449	-4.860	-4.586	-54.432
1753 Sistemas de Informação (Manutenção de Softwares)	-400	-2.772	-1.406	0	-273	0	0	-4.851
1750 Telefone	-4.994	0	-1.217	-696	-695	0	-100	-7.702
1690 Transporte de Pessoal	-98.699	-140.890	-409.934	-252.098	-259.146	-9.070	0	-1.169.837
1767 Vigilância e Segurança	-43.819	0	0	0	0	0	0	-43.819
1775 Visita Família	-6.927	-9.229	-9.469	-16.812	-15.275	-9.673	-27.689	-95.073
1550 (-) COM VEICULOS/MAQUINAS	-794.497	-71.497	-165.720	-17.448	-98.698	-80.864	-83.260	-1.311.983
1560 Combustíveis e Lubrificantes/Óleo Diesel	-581.141	-21.662	-103.979	59.570	-25.103	-10.437	-8.088	-690.840
1617 Leasing(Britador)	-135.000	-45.000	-45.000	-45.000	-45.000	-45.000	-45.000	-405.000
6984 Locação Veiculos Utilitarios e Apoio - Terceiros	-42.178	-1.195	-14.166	-14.976	-25.406	-12.688	-21.860	-132.469
1570 Manutenção Mecânica/Corretiva	-36.178	-3.640	-2.575	-17.043	-3.189	-8.768	-8.312	-79.704
1590 Seguro Veiculos/Máquinas e Garantia	0	0	0	0	0	-3.970	0	-3.970
1620 (-) CUSTOS COM MATERIAIS	-2.231.177	-1.204.825	-1.679.930	-837.459	-1.008.571	-814.228	-585.619	-8.361.809
7174 Acessórios p/Explosivos	-65.284	-9.766	-13.862	-13.128	0	0	0	-102.040
7074 Aço	-131.009	-4.704	-74.121	-192.421	-141.417	-103.380	-6.447	-653.500

Resultado por Centro de Custo - Regime de Competência

Centro de Custo: 378 PCH

- Produção

Período: 06/2017 a 11/2017

Conta Descrição	SALDO ANTERIOR	Jun/2017	Jul/2017	Ago/2017	Set/2017	Out/2017	Nov/2017	Acumulado
1743 Aditivo	-6.773	-10.521	-48.016	-67.559	-86.908	-137.097	-3.532	-360.406
1740 Água Frentes de Serviços/Área Industrial	0	-2.200	0	0	0	0	0	-2.200
7094 Areia	-3.733	-18.983	-2.394	-51.186	-45.885	-21.632	-41.678	-185.489
7124 Aterramento	-3.378	0	0	0	0	-28.349	-6.038	-37.765
7084 Cimento	-1.665	-77.036	-13.117	-29.112	0	0	0	-120.930
7054 Concreto	0	-39.237	0	0	0	0	0	-39.237
7134 Embutidos/Miscelâneas Metálicas	0	0	-16.224	-22.289	0	-13.399	-189.620	-241.533
1670 Equipamentos Leves/Desgaste/Ferramentas	-53.687	-58.923	-35.264	-23.505	-13.483	-2.198	-4.139	-191.198
7164 Explosivos	-262.669	-105.254	-55.717	-54.899	-97.568	-36.862	-36.761	-649.730
7177 Formas Metálicas	0	0	0	-140.346	-159.821	-216.110	0	-516.277
7064 Madeira/Madeirite/Formas	-142.469	-69.717	-90.289	-62.475	-114.392	-90.297	-111.175	-680.814
7178 Materiais Pétreos Usinados	-1.046	-21.028	0	0	0	0	0	-22.074
7104 Materiais Pétreos(Brita)	-127.206	-128.140	-24.560	-2.762	-68.017	0	0	-350.684
1742 Material de Desgaste Perfuração	-67.475	-37.120	-3.985	0	0	-9.119	0	-117.699
7184 Material p/Implant.Canteiro/Alojamento e Centrais Industriais	-918.681	-504.065	-1.038.725	-95.722	-154.247	-77.390	-82.285	-2.871.115
1755 Material Uso Consumo	-444.792	-44.398	-193.655	-82.054	-114.379	-78.395	-87.383	-1.045.057
1768 Pré-moldado	-1.311	0	0	0	0	0	0	-1.311
7144 Tubos de Concreto/Galerias de Pré-Moldado	0	-73.735	-70.000	0	-12.455	0	-16.562	-172.752
6814 (-) CUSTOS COM SERVICOS/TERCEIROS	-648.635	-422.586	-272.683	-890.186	-628.804	-485.745	-162.286	-3.510.925
6884 Controle Tecnológico	-38.180	-59.855	0	-16.102	0	0	0	-114.137
1769 Desmatamento	-199.398	0	-70.339	0	0	0	0	-269.737
1770 Desmonte de Rocha/Detonação/Perfuração	0	-170.318	-28.055	-72.371	-9.600	-50.912	-60.337	-391.593
6944 Estrutura/Cobertura/Fechamento Metalico	-11.701	-616	0	0	0	0	0	-12.317
6918 Geologia	-3.854	0	0	0	0	0	0	-3.854
6904 Injeção de Calda de Cimento	0	0	-36.226	-55.986	0	0	-14.240	-106.452
1652 Mobilização e Desmobilização de Equipamentos	-272.446	-31.100	-41.700	-17.200	-4.600	-9.400	-30.400	-406.846
6954 Perfuração de Poço Artesiano	0	-91.022	-40.838	0	0	0	0	-131.860
1680 Projetos/ART/CREA	-8.065	-7.095	-245	-245	-163	0	0	-15.812
6915 Serviço Armação	0	0	0	-642.724	-552.116	-406.133	0	-1.600.973
6917 Serviço de Construção Cercas	-21.000	0	0	0	0	0	0	-21.000
1744 Serviços de Drenagem	0	0	-8.970	0	0	0	0	-8.970
1471 Serviços de Gerenciamento	-93.990	-54.831	-46.310	-85.558	-62.325	-19.300	-57.310	-419.624
6934 Topografia	0	-7.750	0	0	0	0	0	-7.750
6612 (-) EQUIPAMENTOS LEVES	-24.902	-31.365	-14.882	-19.161	-8.947	-8.450	-260	-107.967

Resultado por Centro de Custo - Regime de Competência

Centro de Custo: 378 PCH

- Produção

Período: 06/2017 a 11/2017

Conta Descrição	SALDO ANTERIOR	Jun/2017	Jul/2017	Ago/2017	Set/2017	Out/2017	Nov/2017	Acumulado
6613 Locação de Equipamentos Leves -	-5.773	-12.315	-5.000	0	0	0	0	-23.088
6614 Locação de Equipamentos Leves - Terceiros	-19.129	-19.050	-9.882	-19.161	-8.947	-8.450	-260	-84.879
6611 (-) EQUIPAMENTOS PESADOS	-1.397.388	-6.500	-593.015	-238.475	-747.328	-447.022	-424.350	-3.854.078
6632 Locação de Centrais Industriais	-6.766	0	0	0	0	0	0	-6.766
6633 Locação de Equipamentos de TERCEIROS	-1.154.767	-6.500	-593.015	-238.475	-747.328	-447.022	-424.350	-3.611.458
6631 Locação de Equipamentos	-235.855	0	0	0	0	0	0	-235.855
1390 (-) DESPESAS ADMINISTRATIVAS	-1.674	-1.293	0	0	0	0	0	-2.967
1840 Alimentação	-350	0	0	0	0	0	0	-350
1790 INSS	-1.324	-1.293	0	0	0	0	0	-2.617
2070 (-) FINANCEIRAS	-646	-8.873	-8.870	-19.183	-3.570	-2.593	-265	-44.000
2214 Impostos e Taxas Municipais	-646	-2.579	-1.300	-2.530	-651	-1.685	0	-9.391
2030 Juros Pagos	0	-6.294	-7.570	-16.653	-2.919	-907	-265	-34.608
2301 (=) RESULTADO OPERACIONAL ANTES CUSTO INDIRETO	4.225.006	1.877.219	-910.181	1.654.248	3.917.476	2.480.876	1.212.329	14.456.972
2100 (-) CUSTO INDIRETO ADM	-431.425	-170.943	-144.669	-186.301	-252.505	-339.319	-202.121	-1.727.282
6621 (-) CUSTOS INDIRETO ADM	-431.425	-170.943	-144.669	-186.301	-252.505	-339.319	-202.121	-1.727.282
6641 Custo Administração	-431.425	-170.943	-144.669	-186.301	-252.505	-339.319	-202.121	-1.727.282
2302 (=) RESULTADO BRUTO ANTES DO IRPJ/CSLL	3.793.581	1.706.276	-1.054.849	1.467.947	3.664.971	2.141.557	1.010.208	12.729.691
2201 (-) IMPOSTOS SOBRE O LUCRO 34% (IRPJ e CSLL)	-1.436.502	-580.134	0	-499.102	-1.246.090	-728.129	-343.471	-4.328.095
2990 (-) IMPOSTOS SOBRE O LUCRO 34% (IRPJ e CSLL)	-1.436.502	-580.134	0	-499.102	-1.246.090	-728.129	-343.471	-4.328.095
2130 IRPJ	-1.014.001	-409.506	0	-352.307	-879.593	-513.974	-242.450	-3.055.126
2110 CSLL	-422.501	-170.628	0	-146.795	-366.497	-214.156	-101.021	-1.272.969
1310 (=) RESULTADO LIQUIDO	2.357.079	1.126.142	-1.054.849	968.845	2.418.881	1.413.428	666.737	8.401.596
6651 FATURAMENTO DIRETO	1.464.720	1.874.486	2.639.433	3.605.746	3.128.429	3.269.683	3.731.818	19.714.315
6691 Fat.Direto - Aço	0	622.502	849.697	1.138.610	548.519	426.224	1.081.785	4.667.337
6681 Fat.Direto - Cimento	0	0	298.529	561.470	737.333	675.884	545.198	2.818.414
6805 Fat.Direto - Combustível	270.106	246.744	339.351	442.128	371.700	561.600	490.500	2.722.129
6763 Fat.Direto - Locadora	855.536	746.999	843.587	1.009.802	978.816	990.371	1.015.944	6.441.056
6759 Fat.Direto - Controle Tecnológico	0	70.050	56.200	79.767	82.293	80.336	83.540	452.184
6812 Fat.Direto - Alimentação	251.439	144.371	203.201	315.481	351.881	415.100	437.258	2.118.731
6816 Fat.Direto - Vigilância do Canteiro	87.639	43.819	48.868	58.488	57.888	120.168	77.593	494.463

APÊNDICE A – ORÇAMENTO BASE DA PCH – OBRA CIVIL PRODUÇÃO

APÊNDICE B – LINHA DE BASE DO AVANÇO FÍSICO - PCH

APÊNDICE C – LINHA DE BASE DO AVANÇO FÍSICO - STP

APÊNDICE D – PREMISSAS ADOTADAS NO ORÇAMENTO

APÊNDICE E – HISTOGRAMA DETALHADO DE MÃO DE OBRA

APÊNDICE F – HISTOGRAMA DETALHADO DE EQUIPAMENTOS

APÊNDICE G – IMAGENS DA OBRA

Maio de 2017

Figura 22 - Perfuração para detonação de rocha no vertedouro



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 23 - Proteção da ensecadeira de primeira fase com enrocamento



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 24 - Montagem da central de britagem



Fonte: empreiteira responsável pela obra

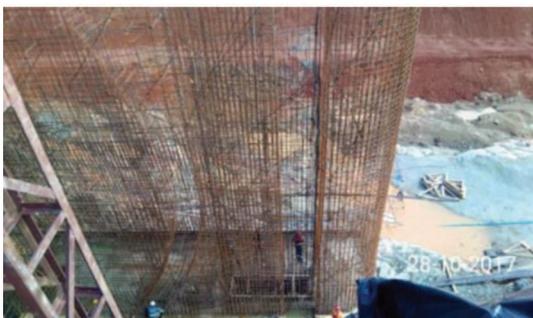
Figura 25 - Aterro da ensecadeira de primeira fase



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Outubro de 2017

Figura 26 – Armação do pilar 01 do vertedouro



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 27 – Concretagem do pilar 02 do vertedouro



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 28 – Escavação em rocha do canal de fuga



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 29 – Armação na casa de força



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 30 - Concretagem na casa de força



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 31 – Retirada de fôrmas na tomada d'água



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Janeiro de 2018

Figura 32 – Trabalhos de armação no muro de ligação



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 33 – Protensão das cordoalhas das vigas de munhão do vertedouro – pilar 03



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 34 – Conclusão da concretagem do muro de aproximação esquerdo – visão de montante



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 35 – Concretagem de segundo estágio das guias no vão 01 do vertedouro



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 36 - Desforma do concreto de primeiro estágio na casa de força



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 37 - Tratamento de transição e enrocamento de rocha sã - barragem ME



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 38 - Concretagem do muro de ligação



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 39 - Perfuração para detonação de rocha no canal de fuga



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 40 - Concretagem da galeria de adução 01



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 41 - Armação e aplicação de fôrmas na caixa separadora de água e óleo - subestação



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 42 - Aplicação de fôrmas no muro de aproximação direito



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 43 - Cobertura e fechamento lateral da casa de força



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Março de 2018

Figura 44 – Montagem de fôrmas na galeria de adução da UG-01



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 45 – Assentamento de alvenaria na galeria elétrica da casa de força



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 46 – Concretagem do muro esquerdo da bacia de dissipação



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 47 – Montagem de fôrmas e armação na camada superior do vertedouro



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 48 – Execução das bases dos equipamentos da subestação



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 49 – Execução da ensecadeira de segunda fase



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 50 - Concretagem da parede do canal de saída do sistema de transposição de peixes



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 51 – Execução do dique de contenção



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Maio de 2018

Figura 52 – Execução do aterro em argila na barragem margem direita



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 53 – Execução de canaletas de drenagem superficial da subestação



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 54 – Execução de acabamentos na casa de força



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 55 – Aplicação de fôrmas e armação para soleira alteada de vão do vertedouro



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 56 – Ensecadeira de segunda fase de montante



Fonte: empreiteira responsável pela obra

Figura 57 – Concretagem do canal principal do sistema de transposição de peixes



Fonte: empreiteira responsável pela obra

APÊNDICE H – INDICADORES OBTIDOS COM O MODELO

{tL lSt、	a φoφX をI↑↑↑		相え	相ハ	相ハ	相え	相ハ
	a φoφX ぞI↑↑↑			相ハ	相え	相え	相ハ
	a φoφX わI↑↑↑	相わ	相ハ	相え	相え	相え	相ハ
	a φoφX をI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
/tL lS、	a Lφφ wφφ I↑↑	相え	相ハ	相ハ	相え	相え	相え
	! dφI φφφL	相え	相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX わI↑↑↑	相え	相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX をI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX ぞI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX わI↑↑↑	相え	相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX をI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
{/L {tL E/tL	a Lφφ wφφ I↑↑	相え	相ハ	相ハ	相え	相え	相え
	! dφI φφφL	相ハ	相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX わI↑↑↑	相ハ	相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX をI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX ぞI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX わI↑↑↑	相え	相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX をI↑↑↑		相ハ	相ハ	相え	相え	相え
/IXI iXφIX 相源/tL φ相源tL	a Lφφ wφφ I↑↑	相ハ	相え	相ハ	相ハ	相え	相え
	! dφI φφφL	相え	相え	相ハ	相ハ	相え	相え
	a φoφX わI↑↑↑	相え	相え	相ハ	相え	相ハ	相え
	a φoφX をI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX ぞI↑↑↑	相ハ	相え	相ハ	相ハ	相え	相え
	a φoφX わI↑↑↑	相ハ	相え	相え	相ハ	相え	相え
	a φoφX をI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
/IXI iXφIX 相源/tL φ相源tL	a Lφφ wφφ I↑↑	相え	相ハ	相え	相え	相え	相え
	! dφI φφφL	相え	相ハ	相え	相え	相え	相え
	a φoφX わI↑↑↑	相え	相ハ	相え	相え	相え	相え
	a φoφX をI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX ぞI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX わI↑↑↑	相ハ	相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX をI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
/IXI iXφIX 相源/tL φ相源tL	a Lφφ wφφ I↑↑	相ハ	相え	相ハ	相え	相え	相え
	! dφI φφφL	相ハ	相え	相ハ	相え	相え	相え
	a φoφX わI↑↑↑	相え	相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX をI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX ぞI↑↑↑		相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX わI↑↑↑	相え	相え	相え	相え	相え	相え
	a φoφX をI↑↑↑		相ハ	相ハ	相え	相え	相え

APÊNDICE I – EAP DA OBRA

EAP OBRAS CIVIS PCH BOA VISTA II – CRONOGRAMA CONTRATUAL

1. SERVIÇOS PRELIMINARES

- 1.1. MOBILIZAÇÃO
- 1.2. EDIFICAÇÕES
- 1.3. INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS
- 1.4. ACESSOS MARGEM ESQUERDA

2. ESTRUTURAS DA PCH BOA VISTA 2

- 2.1. ENSECADEIRAS
 - 2.1.1. ENSECADEIRA DE PRIMEIRA ETAPA
 - 2.1.1.1. CONSTRUÇÃO DA ENSECADEIRA
 - 2.1.2. ENSECADEIRAS DE SEGUNDA ETAPA
- 2.2. BARRAGEM MARGEM ESQUERDA
 - 2.2.1. BARRAGEM – OMBREIRA ESQUERDA – ESTACA 16+6,40 A 22+15,30
 - 2.2.1.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO
 - 2.2.1.2. CORPO DA BARRAGEM
 - 2.2.2. TRECHO DA BENA – MARGEM ESQUERDA – TRECHO 13+16,40 A 16+6,40
 - 2.2.2.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO
 - 2.2.2.2. CORPO DA BARRAGEM
 - 2.2.2.3. REVESTIMENTOS
- 2.3. BARRAGEM MARGEM DIREITA
 - 2.3.1. BARRAGEM – OMBREIRA DIREITA – ESTACA 1+13,20 A 3+12,00
 - 2.3.1.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO
 - 2.3.1.2. CORPO DA BARRAGEM
 - 2.3.2. TRECHO DA BENA – ESTACA 03+12,00 A 09+8,80 – LEITO DO RIO
 - 2.3.2.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO
 - 2.3.2.2. CORPO DA BARRAGEM
 - 2.3.3. REVESTIMENTOS
- 2.4. MUROS DA BARRAGEM MARGEM ESQUERDA
 - 2.4.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO
 - 2.4.2. CORPO DO MURO
- 2.5. TOMADA D'ÁGUA
 - 2.5.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO
 - 2.5.2. CONCRETO DE 1º ESTÁGIO DA TOMADA D'ÁGUA
 - 2.5.3. CONCRETOS DE 2ª ESTÁGIO DA TOMADA D'ÁGUA
 - 2.5.3.1. GUIAS DAS GRADES
 - 2.5.3.2. COMPORTAS ENSECADEIRAS
 - 2.5.3.3. COMPORTAS VAGÃO
 - 2.5.4. ACABAMENTOS DA TOMADA D'ÁGUA
- 2.6. GALERIA DE ADUÇÃO
- 2.7. CASA DE FORÇA

- 2.7.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO
- 2.7.2. ESTRUTURAS DE CONCRETO DA CASA DE FORÇA
 - 2.7.2.1. POÇO DE DRENAGEM
 - 2.7.2.2. ESTRUTURA DO TUBO DE SUCCÃO
 - 2.7.2.3. PISO DO GERADOR E PAREDES
- 2.7.3. ÁREA DE MONTAGEM/DESCARGA
 - 2.7.3.1. ESCAVAÇÕES
 - 2.7.3.2. ESTRUTURA DE CONCRETO
- 2.7.4. SALA DE EQUIPAMENTOS AUXILIARES ELÉTRICOS
- 2.7.5. ESTRUTURA DA PONTE ROLANTE, FECHAMENTO E COBERTURA
- 2.7.6. CONCRETOS DE 2º ESTÁGIO
 - 2.7.6.1. COMPORTAS ENSECADEIRAS DA SUCCÃO
 - 2.7.6.2. BLOCOS DO CONJUNTO DO PRÉ-DISTRIBUIDOR
 - 2.7.6.3. BLOCOS DO TUBO DE SUCCÃO E COTOVELO
- 2.8. CANAL DE FUGA
- 2.9. CANAL DE LIGAÇÃO
- 2.10. VERTEDOIRO CONTROLADO
 - 2.10.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO
 - 2.10.2. CONCRETO DE 1º ESTÁGIO DO VERTEDOIRO
 - 2.10.2.1. PILAR 01 – VÃO 01
 - 2.10.2.2. PILAR 02 – VÃOS 01 E 02
 - 2.10.2.3. PILAR 03 – VÃOS 02 E 03
 - 2.10.2.4. PILAR 04 – VÃO 04
 - 2.10.2.5. SOLEIRA REBAIXADA DO VÃO 01 – EL. 771,00 A EL. 784,00
 - 2.10.2.6. SOLEIRA REBAIXADA DO VÃO 02 – EL. 771,00 A EL. 784,00
 - 2.10.2.7. SOLEIRA REBAIXADA DO VÃO 03 – EL. 771,00 A EL. 784,00
 - 2.10.2.8. RECOMPOSIÇÃO DAS SOLEIRAS
 - 2.10.2.9. VIGAS DO MUNHÃO
 - 2.10.2.10. PONTE DO VERTEDOIRO
 - 2.10.3. CONCRETO DE 2º ESTÁGIO
 - 2.10.3.1. GUIAS DAS COMPORTAS SEGMENTO
 - 2.10.3.2. GUIAS DAS COMPORTAS ENSECADEIRAS
 - 2.10.3.3. GUIAS DA SOLEIRA RECOMPOSTA
- 2.11. MURO DE LIGAÇÃO
 - 2.11.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO
 - 2.11.2. ESTRUTURA DO MURO
- 2.12. MURO DE TOPO
 - 2.12.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO
 - 2.12.2. CORPO DO MURO
- 2.13. BACIA DE DISSIPAÇÃO
 - 2.13.1. ESCAVAÇÕES E REGULARIZAÇÃO

2.13.2. MURO ESQUERDO

2.13.3. MURO DIREITO

2.14. SUBESTAÇÃO

2.15. SERVIÇOS COMPLEMENTARES