

Área Departamental de Engenharia Civil



Acompanhamento da Construção das Obras Complementares, integradas no Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor

ANTÓNIO AVELINO GONÇALVES MARTINS

(Licenciado em Engenharia Civil)

**Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Civil na Área de Especialização em Edificações**

Orientadores:

Luís Manuel da Rocha Evangelista (Prof. Adjunto do ISEL, Doutor)
Manuel Augusto de Oliveira Loureiro (Baixo Sabor, ACE, Eng. Civil)

Júri:

Presidente: Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva (Prof. Adjunto do ISEL, Doutor)

Vogais:

Luís Manuel da Rocha Evangelista (Prof. Adjunto do ISEL, Doutor)
Manuel Augusto Gamboa (Prof. Adjunto do ISEL, Especialista)

Outubro 2017

RESUMO

O presente relatório de estágio enquadra-se no âmbito do Trabalho Final de Mestrado, do curso de Engenharia Civil, Área de Especialização de Edificações, ministrado no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL).

O Estágio foi realizado entre meados de junho e dezembro 2014, na empreitada de construção do Empreendimento do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor (AHBS), empreitada adjudicada às empresas Bento Pedroso Construções, SA e Lena – Engenharia e Construções, SA, pela empresa EDP – Gestão da Produção de Energia, SA.

Concretamente, o estágio traduziu-se no acompanhamento de processos construtivos no Empreendimento, em particular nas Obras Complementares, onde se destaca a Construção do novo Santuário de Santo Antão, com diversas edificações de apoio, 3 Restabelecimentos a Estradas Nacionais, 1 Restabelecimento a um caminho agrícola e 1 Restabelecimento a um caminho florestal.

O estágio na empreitada, baseou-se nas seguintes atividades:

- Planear, organizar e dirigir os trabalhos, garantindo a sua execução dentro dos prazos e orçamento;
- Gerir as relações com os subempreiteiros, supervisionando os trabalhos;
- Gerir equipas de trabalho do ACE, materiais e equipamentos envolvidos nas diversas obras.

Quando se iniciou o estágio, a Empreitada já se encontrava na sua fase final.

PALAVRAS-CHAVE

Edificações, Restabelecimentos, Obras de Arte, Escavação, Aterros, Drenagem, Betão, Pavimentação.

ABSTRACT

The present report refers to the Master's Dissertation in the Civil Engineering– Buildings Specialization Area, held at the Lisbon's Polytechnic Engineering Institute (ISEL).

The post-graduate training was performed between July and December 2014 within the construction contract of the Baixo Sabor Hydroelectric Project (AHBS), a contract awarded to the companies Bento Pedroso Construções, SA and Lena - Engenharia e Construções, SA, by EDP Gestão da Produção de Energia, SA.

Objectively, the post-graduate training tasks were the follow up of construction processes in this Contract, in particular in the Complementary tasks, amongst them, being the new Santo Antão Sanctuary an highlight. Additionally, several supporting buildings, as well as 3 restorations of National Roads, 1 restoration of an agricultural path and 1 restoration of a forest path.

The post-graduate training was based on the following activities:

- Plan, organize and direct the tasks, ensuring its execution within the deadlines and budget;
- Manage relations with subcontractors, supervise the subtasks;
- Manage the work teams, materials and equipment involved in the various assignments.

When the post-graduate training begins, the Contract is already in its final phase.

KEYWORDS

Buildings, Restorations, Bridges, Excavation, Landfills, Drainage, Concrete, Pavement.

AGRADECIMENTOS

Pretendo expressar o meu agradecimento e reconhecimento a todos os que contribuíram para que fosse possível a realização do estágio numa das maiores empreitadas de construção realizadas em Portugal.

Ao Dr. Joaquim Simão, Diretor de Recursos Humanos da Odebrecht Portugal, Sr. António Monteiro, Diretor Administrativo/Financeiro do Baixo Sabor, ACE, Eng. José Mata, Diretor de Produção das Obras Complementares.

E por último, agradeço ao Eng. Luís Evangelista por ter aceite ser meu orientador de estágio e por toda a disponibilidade, interesse e capacidade demonstrada na orientação deste relatório, e ao Eng. Manuel Loureiro por ter aceite ser o meu orientador em obra, esclarecendo as minhas dúvidas e prestado a colaboração necessária no sentido de atingir os objetivos pretendidos.

A concretização deste trabalho só foi possível com a oportunidade de estágio e com os meios postos à disposição pelo Baixo Sabor, ACE, a quem expressei os meus sinceros agradecimentos.

Obrigado a todos!

DEDICATÓRIA

À minha mãe, que onde esteja, está a olhar por mim.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	I
PALAVRAS-CHAVE	I
ABSTRACT	II
KEYWORDS	II
AGRADECIMENTOS	III
DEDICATÓRIA	IV
ÍNDICE GERAL	V
ÍNDICE DE QUADROS	XIV
LISTA DE SIGLAS	XV
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO DO TEMA	1
1.2 OBJETIVOS DO ESTÁGIO	2
1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO.....	3
1.4 TRABALHO DESENVOLVIDO NO ESTÁGIO	4
2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	5
2.1 CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	5
2.2 POLÍTICA DA EMPRESA	6
2.3 ORGANOGRAMA DA EMPRESA.....	9
3 O EMPREENDIMENTO HIDROELÉTRICO DO BAIXO SABOR	11
3.1 PRINCIPAIS INTERVENIENTES	11
3.2 CARATERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA EMPREITADA	13
3.2.1 <i>Escalão de Montante</i>	16
3.2.2 <i>Escalão de Jusante</i>	25
3.2.3 <i>Obras Complementares</i>	36
4 CASO EM ESTUDO: OBRAS COMPLEMENTARES	47
4.1 SANTUÁRIO DE SANTO ANTÃO DA BARCA	48
4.1.1 <i>Caraterização</i>	48
4.1.2 <i>Planeamento dos Trabalhos</i>	50
4.1.3 <i>Atividades acompanhadas pelo autor</i>	52
4.2 REFORÇO ESTRUTURAL DE PONTE SOBRE O RIO SABOR NA EN315 - IC5	74
4.2.1 <i>Caraterização</i>	74
4.2.2 <i>Planeamento dos Trabalhos</i>	78

4.2.3	<i>Atividades acompanhadas pelo autor</i>	80
4.3	CONSTRUÇÃO DO HABITAT DE COMPENSAÇÃO DA VILARIÇA	88
4.3.1	<i>Caraterização</i>	88
4.3.2	<i>Planeamento dos Trabalhos</i>	93
4.3.3	<i>Atividades acompanhadas pelo autor</i>	95
4.4	RESTABELECIMENTO DA ESTRADA NACIONAL 315	102
4.4.1	<i>Caraterização</i>	102
4.4.2	<i>Planeamento dos Trabalhos</i>	107
4.4.3	<i>Atividades acompanhadas pelo autor</i>	109
4.5	RESTABELECIMENTOS DA EN 216 E EN217	121
4.5.1	<i>Caraterização</i>	121
4.5.2	<i>Planeamento dos Trabalhos</i>	130
4.5.3	<i>Atividades acompanhadas pelo autor</i>	131
5	CONCLUSÕES	147
6	BIBLIOGRAFIA	149

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – SÍMBOLOS DAS CERTIFICAÇÕES DA EMPRESA BAIXO SABOR, ACE.....	7
FIGURA 2-2 – POLITICA INTEGRADA DA EMPRESA BAIXO SABOR, ACE (4)	8
FIGURA 2-3 – ORGANOGRAMA DA EMPRESA BAIXO SABOR, ACE (4)	9
FIGURA 3-1 – LOGOTIPO EDP	11
FIGURA 3-2 – LOGOTIPO BAIXO SABOR, ACE	11
FIGURA 3-3 – LOGOTIPO ANDRITZ HYDRO	12
FIGURA 3-4 – LOGOTIPO CONSULGAL, SA.....	12
FIGURA 3-5 – LOGOTIPO TABIQUE, SA.....	12
FIGURA 3-6 – LOGOTIPO PROFICO, LDA.....	13
FIGURA 3-7 – LOGOTIPO ARMANDO RITO ENGENHARIA, SA.....	13
FIGURA 3-8 – LOCALIZAÇÃO DOS ESCALÕES DE MONTANTE E JUSANTE (6)	14
FIGURA 3-9 – LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS PRINCIPAIS E COMPLEMENTARES (6).....	15
FIGURA 3-10 – ESQUEMA DO ESCALÃO DE MONTANTE (6)	16
FIGURA 3-11 – CENTRAL DE BRITAGEM E ACESSOS À BARRAGEM.	17
FIGURA 3-12 – DERIVAÇÃO PROVISÓRIA DO RIO SABOR.	17
FIGURA 3-13 – DADOS PRINCIPAIS DO CIRCUITO HIDRÁULICO E DA CENTRAL (6).....	18
FIGURA 3-14 – REPRESENTAÇÃO DO CIRCUITO HIDRÁULICO. (6)	19
FIGURA 3-15 – TOMADA DE ÁGUA.	19
FIGURA 3-16 – GALERIAS EM CARGA.....	19
FIGURA 3-17 – POÇOS DOS GRUPOS G1 E G2	20
FIGURA 3-18 – DADOS DOS GRUPOS INSTALADOS NA CENTRAL (6).....	20
FIGURA 3-19 – CENTRAL E SUBESTAÇÃO.....	21
FIGURA 3-20 – DADOS PRINCIPAIS DA BARRAGEM E ÓRGÃOS DE DESCARGA (6)	22
FIGURA 3-21 – FASE INTERMÉDIA BETONAGEM DOS BLOCOS DA BARRAGEM.....	22
FIGURA 3-22 – LADO MONTANTE DA BARRAGEM EM CONSTRUÇÃO	23

FIGURA 3-23 – DESCARREGADORES DE CHEIAS, BACIA DE DISSIPACÃO E DESCARGA DE FUNDO.....	23
FIGURA 3-24 – JUSANTE BARRAGEM – CENTRAL, ACESSOS, SUBESTAÇÃO, RESTITUIÇÃO, BACIA DISSIPACÃO	24
FIGURA 3-25 – DESCARREGADOR DE CHEIAS A FUNCIONAR	25
FIGURA 3-26 – ESQUEMA DO ESCALÃO DE JUSANTE (6)	25
FIGURA 3-27 – VISTA GERAL – ACESSOS, CENTRAL DE BETÃO, ESTALEIROS DE APOIO	26
FIGURA 3-28 – EXECUÇÃO DE ACESSOS	27
FIGURA 3-29 – PONTE S/ RIO SABOR NA EN102	28
FIGURA 3-30 – ESQUEMA DO CIRCUITO HIDRÁULICO (6).....	29
FIGURA 3-31 – TOMADA DE ÁGUA	30
FIGURA 3-32 – ESTRUTURA DA RESTITUIÇÃO	31
FIGURA 3-33 – CENTRAL E SUBESTAÇÃO (FASE ESCAVAÇÃO E ESTRUTURA).....	31
FIGURA 3-34 – CENTRAL (CORTE LONGITUDINAL) (6)	32
FIGURA 3-35 – CENTRAL E EDIFÍCIO DE APOIO (CORTE TRANSVERSAL) (6)	32
FIGURA 3-36 – BARRAGEM (COM UM BLOCO POR EXECUTAR) E BACIA DE DISSIPACÃO	34
FIGURA 3-37 – DADOS PRINCIPAIS DA BARRAGEM E ÓRGÃOS DE DESCARGA (6)	34
FIGURA 3-38 – DESCARREGADORES DE CHEIAS.....	36
FIGURA 3-39 – TÚNEL DO SISTEMA DE ADUÇÃO SABOR – VILARIÇA (6)	38
FIGURA 3-40 – AÇUDES A CONSTRUIR NO LEITO DA RIBEIRA DA VILARIÇA (12)	38
FIGURA 3-41 – INTERVENÇÃO TIPO EM ALGUNS LOCAIS NAS MARGENS DA RIBEIRA DA VILARIÇA (13)	39
FIGURA 3-42 – DIVISÃO EM BLOCOS DA ÁREA DA ALBUFEIRA A DESMATAR E DESARBORIZAR (6)	39
FIGURA 3-43 – VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DA DESMATAÇÃO/DESARBORIZAÇÃO.....	40
FIGURA 3-44 – SANTUÁRIO DE SANTO ANTÃO DA BARCA	41
FIGURA 3-45 – FASE DE CONSTRUÇÃO DO NOVO SANTUÁRIO DE SANTO ANTÃO DA BARCA.....	41
FIGURA 3-46 – TRANSLADAÇÃO DA ABÓBADA DA CAPELA DE SANTO ANTÃO DA BARCA	41
FIGURA 3-47 – CAPELA DE SÃO LOURENÇO.....	42
FIGURA 3-48 – PONTE SOBRE O RIO SABOR NO IC5, ENTRE SARDÃO E MEIRINHOS.....	43
FIGURA 3-49 – PONTE SOBRE A RIBEIRA DE ZACARIAS (EM CONSTRUÇÃO).....	43

FIGURA 3-50 – CAMINHO AGRÍCOLA ENTRE SÃO PEDRO E A RIBEIRA DO MEDAL	44
FIGURA 4-1 – LISTA DE TELEFONES E PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA COLOCADO NO ESTALEIRO EN216.....	ERRO!
MARCADOR NÃO DEFINIDO.	
FIGURA 4-2 – PLANTA DE IMPLANTAÇÃO DO RECINTO DO NOVO SANTUÁRIO DE SANTO ANTÃO (22)	49
FIGURA 4-3 – CAPELA ANTIGA A TRANSLADAR.....	54
FIGURA 4-4 – ELEMENTOS ARQUITETÓNICOS DO INTERIOR A REINTEGRAR NO NOVO SANTUÁRIO.....	56
FIGURA 4-5 – CAPELA EM CONSTRUÇÃO	60
FIGURA 4-6 – EXECUÇÃO DE REBOCOS.....	60
FIGURA 4-7 – EXECUÇÃO DE CIMBRE DA ABÓBODA DO ALTAR-MOR.....	61
FIGURA 4-8 – EXECUÇÃO DE ABÓBODA EM TIJOLO MACIÇO.....	61
FIGURA 4-9 – ESTRUTURA DA COBERTURA EM MADEIRA	62
FIGURA 4-10 – COLOCAÇÃO DE TELHA LUSA.....	62
FIGURA 4-11 – COLOCAÇÃO DE LAJEADO EM GRANITO	62
FIGURA 4-12 – MONTAGEM DE ALTARES E FRISOS EM MADEIRA, COM ORNAMENTOS DOURADOS.....	63
FIGURA 4-13 – RECUPERAÇÃO DE PINTURAS EM TETOS, PAREDES E CANTARIAS.....	64
FIGURA 4-14 – PINTURA DE PAREDES EXTERIORES	65
FIGURA 4-15 – REVESTIMENTO DE PAREDES EXTERIORES COM GRANITO.....	66
FIGURA 4-16 – ESQUEMA DE FIXAÇÃO DAS PEDRAS (24).....	66
FIGURA 4-17 – COLOCAÇÃO DE LAJETAS DE BETÃO.....	67
FIGURA 4-18 – ESCADAS DE MADEIRA NO RECINTO	67
FIGURA 4-19 – CAMINHO DE ACESSO AO SANTUÁRIO.....	68
FIGURA 4-20 – EXECUÇÃO DE PLANTAÇÕES DE ÁRVORES.....	69
FIGURA 4-21 – EXECUÇÃO DE HIDROSSEMENTEIRA	69
FIGURA 4-22 – REDES ESPECIAIS.....	70
FIGURA 4-23 – EXECUÇÃO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	72
FIGURA 4-24 – COLOCAÇÃO EQUIPAMENTOS AVAC NA COBERTURA DOS EDIFÍCIOS	73
FIGURA 4-25 – SANTUÁRIO DE SANTO ANTÃO DA BARCA	73

FIGURA 4-26 – CORTE ESQUEMÁTICO À COTA DE NÍVEL MÁXIMO CHEIA (236) (29)	74
FIGURA 4-27 – VISTA DA PONTE SOBRE O RIO SABOR	75
FIGURA 4-28 – PONTE S/ O RIO SABOR – PROTEÇÃO DOS PILARES EM EXECUÇÃO (ABRIL 2014).....	76
FIGURA 4-29 – PONTE S/ O RIO SABOR – PORMENOR DE EXECUÇÃO	77
FIGURA 4-30 – COLOCAÇÃO DE ARMADURAS.....	80
FIGURA 4-31 – MANGUEIRA PARA INJEÇÃO.....	81
FIGURA 4-32 – MANGUEIRA A ESGOTAR ÁGUA	81
FIGURA 4-33 – PAB – PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO DE BETONAGEM	83
FIGURA 4-34 – RECOLHA DE AMOSTRAS E TESTE AO SLUMP	84
FIGURA 4-35 – ACESSO AO LOCAL DE BETONAGEM	84
FIGURA 4-36 – BETONAGEM DA 1ª FASE E 2ª FASE	85
FIGURA 4-37 – GRIFAGEM DE BETÃO	85
FIGURA 4-38 – COLOCAÇÃO DE COFRAGEM E CONCLUSÃO DA MONTAGEM DA ARMADURA.....	85
FIGURA 4-39 –BETONAGEM DA 3ª FASE	86
FIGURA 4-40 –CURA DO BETÃO	86
FIGURA 4-41 –COLOCAÇÃO DE RACHÃO SOBRE AS SAPATAS.....	87
FIGURA 4-42 – PONTE S/ O RIO SABOR – ENCHIMENTO À COTA 230 (DEZEMBRO 2015)	87
FIGURA 4-43 – ESQUEMA DA PLANTAÇÃO DE ESTACAS DE SALGUEIROS (33)	89
FIGURA 4-44 –PROTEÇÃO DE MARGENS COM TRONCOS (13).....	90
FIGURA 4-45 –DEFLECTORES A COLOCAR NA MARGEM ESQUERDA (13)	90
FIGURA 4-46 – LUNKERS (ABRIGOS PARA PEIXES) (12)	91
FIGURA 4-47 – BLOCOS DE PEDRA A COLOCAR NO LEITO DA RIBEIRA DA VILARIÇA (34)	91
FIGURA 4-48 – AÇUDES GALGÁVEIS A CONSTRUIR NO LEITO DA RIBEIRA DA VILARIÇA (12).....	92
FIGURA 4-49 –EXECUÇÃO DE AÇUDES GALGÁVEIS EM TRONCOS.....	96
FIGURA 4-50 –EXECUÇÃO DE LUNKERS.....	97
FIGURA 4-51 –PROTEÇÃO DE MARGENS	97
FIGURA 4-52 –DEFLECTORES.....	98

FIGURA 4-53 – ESTACAS DE SALGUEIRO	98
FIGURA 4-54 – EXECUÇÃO DE PROTEÇÃO DE MARGENS COM GRADES DE TRONCOS.....	99
FIGURA 4-55 – ASPETO DO TALUDE APÓS UM MÊS DA CONCLUSÃO DOS TRABALHOS.....	100
FIGURA 4-56 – EXECUÇÃO DE PLANTAÇÕES	101
FIGURA 4-57 – PLANTA LONGITUDINAL (35)	103
FIGURA 4-58 – PORMENOR DO PROLONGAMENTO DA PH (37)	104
FIGURA 4-59 – ESTRUTURA DE PROTEÇÃO JUNTO À BOCA DA PH (38).....	105
FIGURA 4-60 – PORMENOR DO TALUDE A PROTEGER (39)	106
FIGURA 4-61 – IMPLANTAÇÃO DO PROLONGAMENTO DA PH (38)	106
FIGURA 4-62 – PORMENOR DA CAIXA EM BETÃO ARMADO (40)	107
FIGURA 4-63 – SELAGEM DE VARÕES À PH EXISTENTE.....	110
FIGURA 4-64 – ARMADURA E COFRAGEM COLOCADA	111
FIGURA 4-65 – BETONAGEM DA 1ª FASE.....	111
FIGURA 4-66 – BETONAGEM DA 2ª FASE.....	112
FIGURA 4-67 – COFRAGEM DA 3ª FASE	112
FIGURA 4-68 – ESTUDO DA EMPRESA ULMA (41)	113
FIGURA 4-69 – COFRAGEM E ARMADURAS COLOCADAS PARA BETONAGEM DA 3ª FASE	113
FIGURA 4-70 – DESCOFRAGEM	114
FIGURA 4-71 – PROLONGAMENTO DA PH EXECUTADO	114
FIGURA 4-72 – CURVA GRANULOMÉTRICA DO FILTRO	115
FIGURA 4-73 – MISTURA DE INERTES	116
FIGURA 4-74 – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DA MISTURA DE INERTES	117
FIGURA 4-75 – EXECUÇÃO DE PROTEÇÃO DE TALUDE.....	118
FIGURA 4-76 – TALUDE A MONTANTE DA PH	119
FIGURA 4-77 – COLOCAÇÃO DE VARÕES EM AÇO INOX.....	119
FIGURA 4-78 – ÁTERRO DA VALA.....	120
FIGURA 4-79 – CAIXA DE LIGAÇÃO.....	120

FIGURA 4-80 – EN315	120
FIGURA 4-81 – EN216 – PONTE REMONDES	121
FIGURA 4-82 – EN216 - PLANTA LONGITUDINAL (42).....	123
FIGURA 4-83 – EN217 - PLANTA LONGITUDINAL (43) (44).....	125
FIGURA 4-84 – ENDENTAMENTO DE ATERROS.....	126
FIGURA 4-85 – VALETA LATERAL DE PLATAFORMA E VALETA DE BORDADURA EM ATERRO (45)	127
FIGURA 4-86 – CAMADAS DE PAVIMENTO – PERFIL TRANSVERSAL TIPO EM RETA – EN217 (46)	128
FIGURA 4-87 – GUARDAS DE SEGURANÇA EM PERFIS METÁLICOS (47)	128
FIGURA 4-88 – PORMENOR DE SINALIZAÇÃO VERTICAL (48)	129
FIGURA 4-89 – DIMENSÕES DAS MARCAS LONGITUDINAIS (49).....	129
FIGURA 4-90 – FICHA DE ACOMPANHAMENTO DE OBRA - GEOLOGIA.....	133
FIGURA 4-91 – EXECUÇÃO DE ATERRO.....	135
FIGURA 4-92 – ENSAIO DE COMPACTAÇÃO COM GAMADENSÍMETRO	135
FIGURA 4-93 – EXECUÇÃO DE PASSAGEM HIDRÁULICA	136
FIGURA 4-94 – EXECUÇÃO DE BOCA DE SAÍDA DE PASSAGEM HIDRÁULICA.....	137
FIGURA 4-95 – EXECUÇÃO DE DRENO EM COLETOR PERFURADO	137
FIGURA 4-96 – EXECUÇÃO DE CAMADA DE SUB-BASE E BASE EM ABGE	138
FIGURA 4-97 – CORREÇÃO DO TEOR DE HUMIDADE NO ABGE	138
FIGURA 4-98 – EXECUÇÃO DE VALETAS DE PLATAFORMA.....	139
FIGURA 4-99 – EXECUÇÃO DE VALETAS DE BORDADURA IN-SITU	140
FIGURA 4-100 – EXECUÇÃO DE VALETAS DE BORDADURA E DESCIDAS DE ÁGUA EM MEIAS-MANILHAS DE BETÃO.....	140
FIGURA 4-101 – EXECUÇÃO DE CAMADA DE DESGASTE	141
FIGURA 4-102 – EXECUÇÃO DE GUARDAS DE SEGURANÇA EM PERFIS METÁLICOS	141
FIGURA 4-103 – EXECUÇÃO DE GUARDAS DE SEGURANÇA EM PERFIS DE BETÃO	142
FIGURA 4-104 – PRÉ-MARCAÇÃO DE SETAS DIRECIONAIS	142
FIGURA 4-105 – MARCAÇÃO MANUAL DE SETAS DIRECIONAIS E OUTRAS INSCRIÇÕES.....	142
FIGURA 4-106 – MARCAÇÃO DE LINHAS CONTÍNUAS.....	143

FIGURA 4-107 – MONTAGEM DE SINALIZAÇÃO.....	143
FIGURA 4-108 – COLOCAÇÃO DE TERRA VEGETAL	143
FIGURA 4-109 – HIDROSSEMENTEIRA	144
FIGURA 4-110 – PLANTAÇÃO DE ÁRVORES	144
FIGURA 4-111 – EXECUÇÃO DE LANCIL	145
FIGURA 4-112 – EXECUÇÃO DO INTERIOR DAS ILHAS	145
FIGURA 4-113 – EN216	146
FIGURA 4-114 – EN217	146

ÍNDICE DE QUADROS

	PÁG.
QUADRO I – CARACTERÍSTICAS DOS EDIFÍCIOS DO SANTUÁRIO SANTO ANTÃO DA BARCA.....	49
QUADRO II –SANTUÁRIO SANTO ANTÃO DA BARCA - PLANEAMENTO	51
QUADRO III – CARACTERÍSTICAS DO BETÃO.....	76
QUADRO IV – PONTE IC5 - PLANEAMENTO	79
QUADRO V – PONTE IC5 – ESTIMATIVA DE BETÃO	82
QUADRO VI – RIBEIRA VILARIÇA - PLANEAMENTO.....	94
QUADRO VII – EN315 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS EM PLANTA	102
QUADRO VIII – EN315 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PERFIL LONGITUDINAL	102
QUADRO IX – TIPO DE BETÃO A UTILIZAR	105
QUADRO X – EN315 - PLANEAMENTO.....	109
QUADRO XI – PERCENTAGENS DE INERTES.....	115
QUADRO XII - EN216 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS EM PLANTA	122
QUADRO XIII - EN216 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PERFIL LONGITUDINAL.....	122
QUADRO XIV - EN217 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS EM PLANTA.....	124
QUADRO XV - EN217 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PERFIL LONGITUDINAL.....	124
QUADRO XVI – EN216/EN217 - PLANEAMENTO.....	131

LISTA DE SIGLAS

ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

PTQ – Plano de Trabalhos Quinzenal

AHBS – Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor

ACE – Agrupamento Complementar de Empresas

EDP – Energias de Portugal

EM – Escalão de Montante

EJ – Escalão de Jusante

EN – Estrada Nacional

EN – European Norm

NP – Norma Portuguesa

IC – Itinerário Complementar

IP – Itinerário Principal

Km – quilómetro

NPA – Nível de Pleno Armazenamento

NMC – Nível de Máxima Cheia

PH – Passagem Hidráulica

ABGE – Agregado britado de granulometria extensa

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

DIA – Declaração de Impacto Ambiental

RECAPE – Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução

GV – Galeria Visita

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do Tema

A estratégia de aumentar a produção de energia renovável, limpa e endógena, contempla a construção de novas barragens, sendo que Portugal tem ainda cerca de 50% do seu potencial hídrico por aproveitar, um dos mais baixos índices da Europa (1).

A aposta da EDP na construção de novas barragens é fundamental para diminuir as dependências de Portugal em matéria energética e garantir a autonomia, estando em causa elevar o aproveitamento hidrológico para 70% das capacidades do País e aumentar a capacidade hídrica em 57% no mercado ibérico (1).

O Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor é uma Obra emblemática para a EDP, face ao desfecho da suspensão da construção de Foz Côa – Barragem de grande importância, que foi objeto de uma campanha pública para a sua suspensão, face aos achados únicos em arte rupestre. O empreendimento do Baixo Sabor vem de alguma forma compensar e traduzir-se numa afirmação da empresa.

Constitui objeto da empreitada, a execução de todas as obras de construção civil do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor, situado no concelho de Torre de Moncorvo e ainda nos concelhos de Alfandega da Fé, Mogadouro e Macedo de Cavaleiros, do distrito de Bragança, compreendendo um Escalão de Montante, um Escalão de Jusante e as Obras Complementares necessárias à completa construção do Aproveitamento Hidroelétrico.

Na Empreitada, além de duas Barragens, estão contempladas diversas Medidas Ambientais de Minimização e Compensação, que vão dar origem às Obras Complementares, sendo que algumas delas vão ser enquadradas no estágio e objeto de acompanhamento e controlo de processos construtivos.

Destas Obras Complementares, destaca-se a Construção do Santuário de Santo Antão, com diversas edificações de apoio, 3 Restabelecimentos a Estradas Nacionais (EN216, EN217 e EN315), 1 Restabelecimento a um caminho agrícola (Caminho rural entre São Pedro e a Ribeira do Medal) e 1 Restabelecimento a um caminho florestal (Caminho Florestal na Ribeira do Calvário), Reforço Estrutural de Fundações e

Proteção de Pilares de Ponte sobre o Rio Sabor ao km 103 do IC5 e Trabalhos de Requalificação da Ribeira da Vilariça.

Foram estas Obras Complementares alvo de estudo e acompanhamento, compreendendo trabalhos em edificações, que abrangerão trabalhos de betonagem, acabamentos e instalações especiais, bem como em vias de comunicação, que abrangerão trabalhos de escavação, aterro, drenagem, pavimentação, equipamentos de segurança e sinalização, integração paisagística, além de outras intervenções que vão incluir betonagens, modelação de taludes, entre outros, e que pela sua complexidade e processos construtivos potenciou um ótimo objeto de trabalho, e que será descrito e explicado no presente relatório.

1.2 Objetivos do Estágio

O Estágio teve como objetivo uma convivência com os problemas reais do exercício profissional num confronto direto entre a teoria e a prática, compreendendo um processo de vivência prático-pedagógica, que aproximará o estagiário da realidade da sua área de formação e o auxiliará a compreender diferentes teorias que regem o exercício profissional.

Assim, foi uma componente curricular fundamental para a formação, como processo pedagógico de construção de conhecimentos, desenvolvimento de competências e habilidades sob um processo de supervisão.

Portanto, inicialmente definiram-se como objetivos gerais deste Estágio os seguintes:

- Facultar experiência específica na área empresarial, mais propriamente na área de produção de uma Empreitada;
- Facilitar e promover a inserção na vida profissional através da promoção do conhecimento e integração na dinâmica institucional / empresarial;
- Desenvolver a aplicação de métodos e técnicas de intervenção numa área de produção de uma Empreitada, dos quais se destaca o planeamento dos trabalhos, o relacionamento com vários intervenientes, os problemas que surgem no decorrer dos trabalhos, permitindo criar capacidades e habilidades no sentido da sua resolução;

Como objetivos específicos do Estágio, destaca-se os seguintes:

- Conhecer a dinâmica de uma empresa de construção e mais concretamente da área de produção;
- Realizar práticas de intervenção em contexto de trabalho e participar nas diferentes atividades de modo a perceber a dinâmica de trabalho da empresa;
- Conhecer a organização empresarial, do setor de atividade e do mercado de trabalho;
- Integrar uma equipa profissional;
- Contacto com as técnicas e especificidades de uma organização, do seu setor de atividade e do mercado de trabalho;
- Desenvolver competências intra e interpessoais;

1.3 Estrutura do Relatório de Estágio

O presente Relatório contempla 5 capítulos, que será estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1: INTRODUÇÃO – enquadra o tema, explica os objetivos, descreve a estrutura do documento e refere o trabalho desenvolvido no estágio;
- Capítulo 2: APRESENTAÇÃO DA EMPRESA – Caracterização da Empresa onde o estágio vai ser efetuado;
- Capítulo 3: O APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO DO BAIXO SABOR – enquadra a Empreitada, descrevendo-a nas várias áreas que abrange: Barragens e Obras Complementares: Obras de arte, Estradas, Caminhos Agrícolas, Santuários, entre outros;
- Capítulo 4: O ESTÁGIO: Obras Complementares – descreve as diversas obras e detalha a sua execução, visando essencialmente os métodos construtivos, no período do Estágio;
- Capítulo 5: CONCLUSÕES – neste capítulo será abordado os conhecimentos obtidos pelo proponente e as dificuldades sentidas no decorrer do Estágio.

1.4 Trabalho desenvolvido no Estágio

A integração na empreitada, devidamente acompanhada, em particular na pessoa do Eng.º Manuel Augusto de Oliveira Loureiro, assentou com base nos seguintes princípios:

- Consulta e estudo do Caderno de Encargos, Memórias Descritivas e Projetos;
- Participação no Planeamento das atividades a realizar com balizamento quinzenal, através da elaboração dos Planos de Trabalhos Quinzenais (PTQ), participando nas reuniões semanais de planeamento dos trabalhos da Área de Produção – Obras Complementares;
- Planear, organizar e dirigir os trabalhos, garantindo a sua execução dentro dos prazos e orçamento;
- Gerir as relações com os subempreiteiros, supervisionar e fiscalizar os trabalhos, garantindo a sua boa execução e qualidade;
- Gerir as equipas de trabalho, materiais e equipamentos envolvidos nas diversas obras.
- Registo das tarefas a desenvolver e a acompanhar;
- Registo fotográfico no local dos trabalhos realizados;
- Descrição dos métodos construtivos;
- Analisar os trabalhos realizados e retirar conclusões.

No presente relatório de estágio, serão descritas as funções exercidas e as tarefas efetuadas, descrevendo as soluções adotadas no decorrer das atividades.

2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.1 Caracterização da Empresa

Com o objetivo de se apresentarem ao Concurso Público para a construção da Empreitada Geral de Construção Civil do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor, as empresas BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES, S.A. e LENA – ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A., decidiram manifestar o interesse em constituir um Agrupamento Complementar de Empresas, formando um núcleo técnico unificado com o propósito de desenvolver os estudos necessários à construção da referida Empreitada. Após lhes ser adjudicada a Empreitada, é criada a empresa, **BAIXO SABOR – BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES E LENA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, ACE.**

As empresas em causa, com larga experiência, participaram nos últimos anos em algumas das mais importantes Obras que se realizaram no País.

A **BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES S.A.** – empresa fundada na década de 1950 e com larga tradição e experiência no setor das Obras Públicas em Portugal, passou a integrar desde 1988 a Organização Odebrecht – um dos maiores grupos brasileiros empresariais de capital privado com atuação no ramo de Engenharia e Construção em mais de 20 Países (2).

Tal integração permitiu, por via do fortalecimento e renovação daí decorrentes, a participação ativa da BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES, S.A. na execução dos mais importantes projetos levados a cabo em Portugal nos últimos 20 anos, tornando-a, por tal fato, numa das maiores e mais experimentadas empresas portuguesas no setor das Obras Públicas.

Acresce que, mercê das relações inter-empresariais entre empresas da Organização Odebrecht, a empresa dispõe a qualquer momento da possibilidade de acesso ao elevado “Know-how” tecnológico e à vasta experiência que os capacitados técnicos que estas empresas detêm na execução de Projetos no setor da construção e das Obras Públicas, designadamente na conceção e construção de barragens e obras subterrâneas (2).

Esta união de forças, somada à renovação do parque de equipamentos da Bento Pedroso Construções, S.A., capacita-a como empresa portuguesa de padrão internacional de elevada competência e com o seu campo de atuação em franco desenvolvimento.

Salienta-se o facto de a filosofia empresarial da BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES, S.A. ter como uma das suas metas prioritárias o comprometimento com altos padrões de qualidade, assim como com o rigoroso cumprimento dos prazos acordados, visando a mais elevada satisfação dos seus clientes.

Em outubro de 2013, a empresa passou a designar-se ODEBRECHT PORTUGAL, S.A..

A LENA – ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. – empresa fundada em 1974, representando o início daquele que é atualmente o Grupo Lena, Grupo especializado na conceção, construção e gestão de Obras Públicas e Privadas, com um extenso portfolio.

A vocação e o querer crescer são o mote para que a Lena – Engenharia e Construções, S.A. seja uma empresa de referência, quer pelo seu desempenho profissional, quer pela qualidade dos projetos desenvolvidos. Neste sentido, apresenta-se como uma empresa capaz de assumir compromissos de qualquer dimensão ou área de especialidade (3).

A empresa está atualmente presente em dez países: Angola, Argélia, Brasil, Bulgária, Colômbia, Marrocos, México, Moçambique, Roménia e Venezuela. O histórico de obra construída e a carteira internacional conferem-lhe presença sustentada e garantia de futuro no mercado internacional (3).

A atividade diversificada da Lena Construções dá provas da qualidade dos seus serviços em áreas tão diferentes, tais como Vias de Comunicação e Obras de Arte, Ambiente e Infraestruturas Urbanas e Construção Civil.

2.2 Política da Empresa

Face à complexidade da Empreitada, constitui objetivo geral do BAIXO SABOR, ACE, a obtenção de resultados que correspondem às necessidades do cliente relativamente a três aspetos:

- Conformidade da Empreitada com o Projeto e o Caderno de Encargos;
- Respeito pelo Ambiente;
- Respeito pela Segurança e Saúde no Trabalho.

Para tal, foi adotado um Sistema de Gestão Integrado no âmbito da Qualidade, Ambiente e Segurança (SGI-QAS), segundo as Normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, e OHSAS 18001:2007 , como um instrumento de gestão estratégica, construindo uma estrutura organizada, que permita cumprir com eficiência os objetivos assumidos (4).

A integração dos Sistemas permite combinar todos os elementos da organização num sistema único, integrado e funcional, identificando oportunidades de melhoria, facilitando a tomada de decisões pela direção e favorecendo sinergias entre os processos através do uso racional de recursos e pessoas.

Assim, a Empresa tem a **Certificação do Sistema Integrado** pela Bureau Veritas Certification, e através da mesma Entidade a **Certificação do Sistema de Controlo da Produção de Betão** (Figura 2.1), visto o fornecimento de betão à Empreitada ser através de Centrais de Produção de Betão próprias.

Por outro lado, garante-se assim a qualidade necessária e a pronta resposta às necessidades da obra, visto na zona não haver Centrais com capacidade de resposta para fornecer o betão.



Figura 2.1 – Símbolos das Certificações da empresa Baixo Sabor, ACE

Com um Sistema interativo e em constante comunicação, a organização transforma-se num todo, em que cada função é alinhada de acordo com um único objetivo comum:

Melhorar a Eficiência e o Desempenho da Organização.

Portanto, a Empresa estabeleceu uma Política Integrada sustentada nos valores de Parceria, Rigor, Solidez, Competência, Crescimento e Perpetuidade, contemplando os compromissos que se verifica na Figura 2-2.

POLITICA INTEGRADA

O BAIXO SABOR – BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES E LENA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, ACE, formado especificamente para a execução da Empreitada denominada **“Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor”**, estabeleceu uma Política Integrada sustentada nos valores de **Parceria, Rigor, Solidez, Competência, Crescimento e Perpetuidade**, contemplando os seguintes compromissos:

- Cumprir os Requisitos Legais e Regulamentares aplicáveis à sua actividade, assim como, as Especificações Contractuais, visando a focalização permanente na Qualidade, no Ambiente e na Segurança e Saúde no Trabalho;
- Construir uma relação de Parceria de forma a satisfazer o Dono de Obra através do fornecimento de produtos e serviços que cumpram os Requisitos de Qualidade, Ambiente e Segurança;
- Dar prioridade à Saúde dos seus Colaboradores, adoptando práticas não discriminatórias e de respeito ao Direito de Informação, Comunicação e Confidencialidade;
- Assegurar que a Gestão do Risco deve estar integrada nos mais relevantes processos de negócio, nomeadamente no planeamento estratégico, na gestão das operações e nas decisões comerciais, visando assegurar a inclusão consistente da análise do risco em todas as tomadas de decisão;
- Promover o Envolvimento e Participação de todos os Colaboradores no Sistema de Gestão Integrado da Empreitada, disponibilizando a Formação, os Meios e os Recursos adequados a cada função, de modo a dar cumprimento aos requisitos da Qualidade e Risco, em particular os relativos ao Controlo de Prazos, Custos e Impactos na Imagem (quer do Dono de Obra quer do ACE), requisitos de Ambiente e requisitos de Segurança, identificados no Plano do Sistema de Gestão Integrado - Qualidade, Ambiente e Segurança, no Plano de Gestão dos Riscos, no Plano de Gestão Ambiental da Obra e no Plano de Segurança e Saúde, respectivamente;
- Proporcionar Condições Sociais que promovam a Motivação e Satisfação dos Colaboradores e Parceiros em Obra (Prestadores de Serviço e Subempreiteiros) assegurando a constante monitorização das mesmas;
- Promover circuitos de Comunicação e Informação com as todas as partes interessadas e o público em geral, impulsionando a Participação e Consulta do Dono de Obra, Colaboradores, Fornecedor e Subcontratados, de forma a garantir o envolvimento e participação de todos na adopção de medidas e práticas que visem garantir não só o respeito pela Comunidade envolvente, Natural e Patrimonial, bem como a Prevenção ou Redução dos efeitos adversos do risco para a Segurança e Saúde dos trabalhadores e do Empreendimento;
- Promover medidas para garantir a Racionalização do consumo de energia, água e matérias-primas, visando um Aproveitamento mais Eficiente dos recursos naturais;
- Analisar e avaliar os riscos, adequando e implementando as Medidas Preventivas, nas diferentes abordagens de todo o ciclo do projecto, de forma a prevenir lesões, ferimentos e danos para a saúde, não conformidades, poluição ambiental e perturbações na comunidade envolvente, e no caso de ocorrência destes, implementar de imediato as medidas de mitigação e correcção dos impactos negativos, melhorando continuamente a performance do Sistema de Gestão Integrado;
- Estabelecer, acompanhar e Reavaliar periodicamente Políticas, Objectivos e Metas, garantindo que se mantêm relevantes e adequados à Organização;
- Assegurar a Divulgação desta Política Integrada, Políticas da EDP, Normas e Procedimentos estabelecidos na EDP e internamente, a todos os Colaboradores, Subempreiteiros e partes interessadas, de forma clara e adequada ao seu entendimento;
- Elaborar Normas e Procedimentos que permitam modelar as condutas de actuação nos Processos Construtivos;
- Manter um Sistema de Gestão Integrado vocacionado para a implementação da Política Integrada, seguindo a lógica da Melhoria Contínua e dos objectivos associados.



BAIXO SABOR ACE
APROVEITAMENTO HIDROELÉCTRICO
ODEBRECHT
BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES, S.A. **LENA**
CONSTRUÇÕES



edp

Póvoa, 19 de Julho de 2011
Baixo Sabor, ACE



Eng. João Candelas Marques
Director Técnico da Empreitada

EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO

Figura 2-2 – Política Integrada da empresa Baixo Sabor, ACE (4)

2.3 Organograma da Empresa

Como qualquer Empresa, a forma de representar a estrutura de uma organização, é através de um Organograma Empresarial, onde estão representadas as áreas funcionais. Na Figura 2-2 está representado um organograma simplificado da Empreitada, ficando o autor deste relatório alocado na Área de Produção – Obras Complementares.

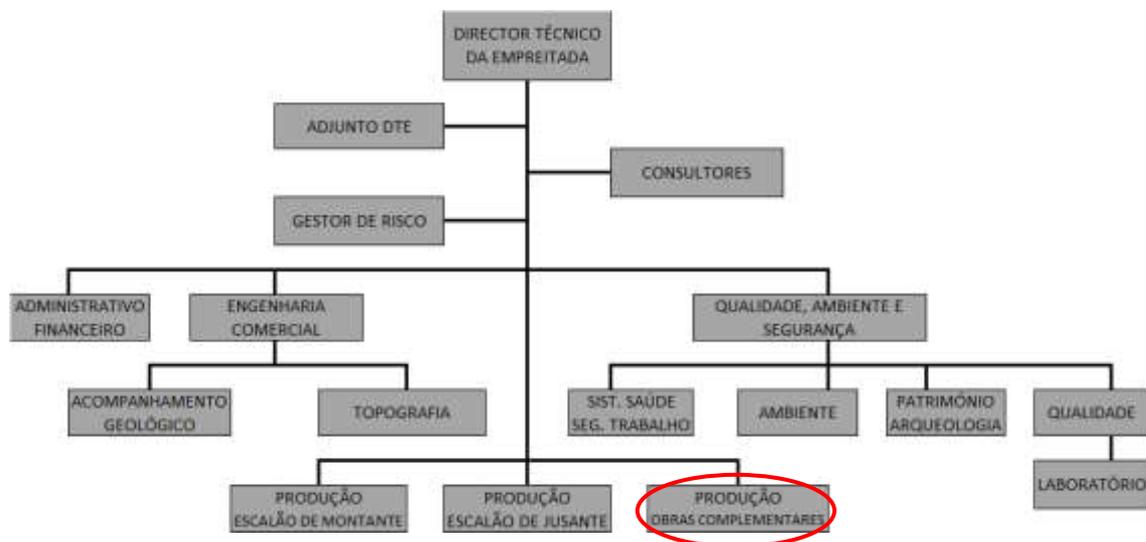


Figura 2-3 – Organograma da empresa Baixo Sabor, ACE (4)

Na figura 2-4, está representado o autor na Área de Produção – Obras Complementares.

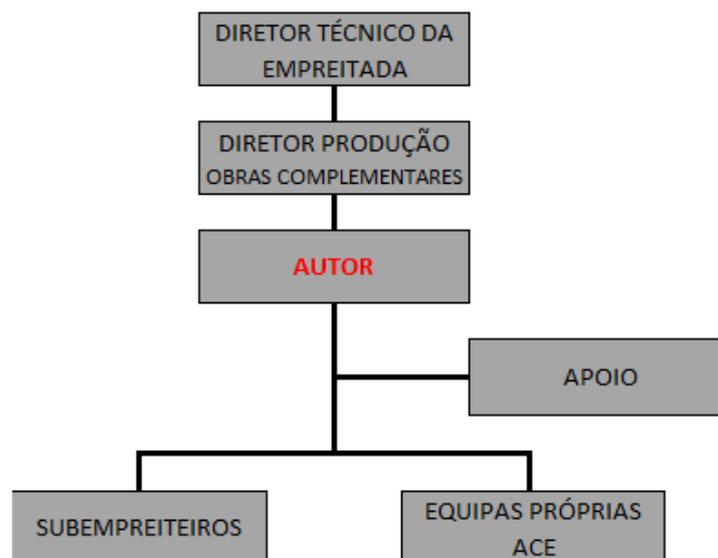


Figura 2-4 – Organograma Obras Complementares - Autor

No desempenho das suas funções de estagiário, o autor contou com o apoio de diversas áreas do ACE, e que se discrimina em seguida:

Administrativo / Financeiro – Apoio no aluguer de equipamentos, viaturas, compra de materiais;

Engenharia – Apoio na elaboração de metodologias de trabalho, esclarecimento de dúvidas de projeto em conjunto com os projetistas, preparação de varão de aço;

Comercial – Identificação de Subempreiteiros e a sua contratação, elaboração de autos de medição para envio aos subempreiteiros, após envio de medições por parte da área de Topografia ou pelo Autor;

Acompanhamento Geológico – Avaliação de condições de fundação, estabilidade de taludes;

Topografia – Equipa de topografia para marcação de trabalhos, elaboração de medições de trabalhos de subempreiteiros e para faturação ao Cliente;

Qualidade – Disponibiliza impressos para controle de trabalhos, realização de auditorias da qualidade

Ambiente – Instruções de proteção do ambiente, gestão de resíduos para reciclagem;

Segurança no trabalho – Acompanhamento permanente por um Técnico de Segurança, que efetuava avaliações de riscos e implementava procedimentos de segurança, com vista a eliminar, controlar ou reduzir os riscos de acidentes de trabalho e a melhoria das condições do ambiente de trabalho, tendo em vista preservar a integridade física e mental dos trabalhadores;

Arqueologia – Acompanhamento em permanência por um arqueólogo dos trabalhos de escavação;

Património – Acompanhamento por um Técnico de restauro e conservação, que acompanhou os trabalhos de restauro da Capela de Santo Antão, assegurando que eram utilizadas técnicas e materiais adequados na reabilitação da Capela;

Laboratório – Apoio em ensaios laboratoriais, elaboração de curvas granulométricas;

Central de Betão – Articulação com o responsável da Central dos pedidos de betão, de acordo com as necessidades de cada frente de trabalho.

3 O EMPREENDIMENTO HIDROELÉTRICO DO BAIXO SABOR

3.1 Principais Intervenientes

A Empreitada dispõe de técnicos capacitados, onde o estagiário vai ter a oportunidade de melhorar os seus conhecimentos, pois estarão presentes técnicos com elevada experiência, o que vai implicar a valorização do estágio.

De seguida são referidas as principais entidades participantes na Empreitada:

Dono de Obra : EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A. (Figura 3-1)

Empresa do Grupo EDP responsável pela Construção dos Empreendimentos Hidroelétricos



Figura 3-1 – Logotipo EDP

Empreiteiro Construção Civil: BAIXO SABOR – ACE (Figura 3-2)

ACE constituído pelas empresas Bento Pedroso Construções, SA e Lena Engenharia e Construções, SA



Figura 3-2 – Logotipo Baixo Sabor, ACE

Empreiteiro Fornecimento Equipamentos: Andritz Hydro (Figura 3-3)

Empresa de origem austríaca, líder mundial no fornecimento e montagem de Equipamentos para o setor hidroelétrico



Figura 3-3 – Logotipo Andritz Hydro

Fiscalização: Consulgal–Consultores de Engenharia e Gestão, SA (Figura 3-1)

Empresa portuguesa de prestação de serviços de consultoria de engenharia e gestão de empreendimentos e ambiente, líder no mercado nacional e com forte implantação internacional



Figura 3-4 – Logotipo Consulgal, SA

Coordenação de Segurança: Tabique Engenharia, S.A. (Figura 3-5)

Empresa portuguesa vocacionada para o setor de serviços na construção, destacando-se a Segurança no Trabalho da Construção, Ambiente e fiscalização, com vasta experiência em Empreendimentos Hidroelétricos em Portugal.



Figura 3-5 – Logotipo Tabique, SA

Projetista Principal: Profico-Projetos, Fiscalização e Consultoria, Lda. (Figura 3-6)

Empresa portuguesa responsável pela maioria dos Projetos, entre os quais os Acessos às barragens, Restabelecimentos da EN216, EN217 e EN315 e restabelecimentos de diversos caminhos, incluindo o projeto de 5 pontes e viadutos e de estruturas de contenção e estabilização de encostas. Estudo Prévio para Concurso, Anteprojeto, Projeto de Execução e Assistência Técnica.



Figura 3-6 – Logotipo Profico, Lda.

Projectista Ponte s/ Rio Sabor na EN102 : Armando Rito Engenharia, SA

Empresa de engenharia portuguesa, vocacionada para a elaboração de estudos e projetos de Pontes e Estruturas Especiais



Figura 3-7 – Logotipo Armando Rito Engenharia, SA

3.2 Caracterização e descrição da Empreitada

O Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor lançado pela EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A., é composto por duas Barragens, o Escalão de Montante em abóboda de duplo arco com 123 m de altura e 505m de coroamento e cuja Central está equipada com dois grupos geradores reversíveis de 80MW cada e o Escalão de Jusante (contra-embalse do Escalão de Montante), é uma barragem do tipo gravidade, com 45 m de altura e Central com dois grupos geradores reversíveis de 18MW. As obras incluem a construção de 39Km de restabelecimentos nos 3000ha afetados pela albufeira, onde se incluem os acessos às Barragens (5).

Na Figura 3-8 está representada a localização das duas Barragens, no Rio Sabor, afluente do Rio Douro, encontrando-se o Escalão de Jusante a cerca de 3 Km do Rio Douro.

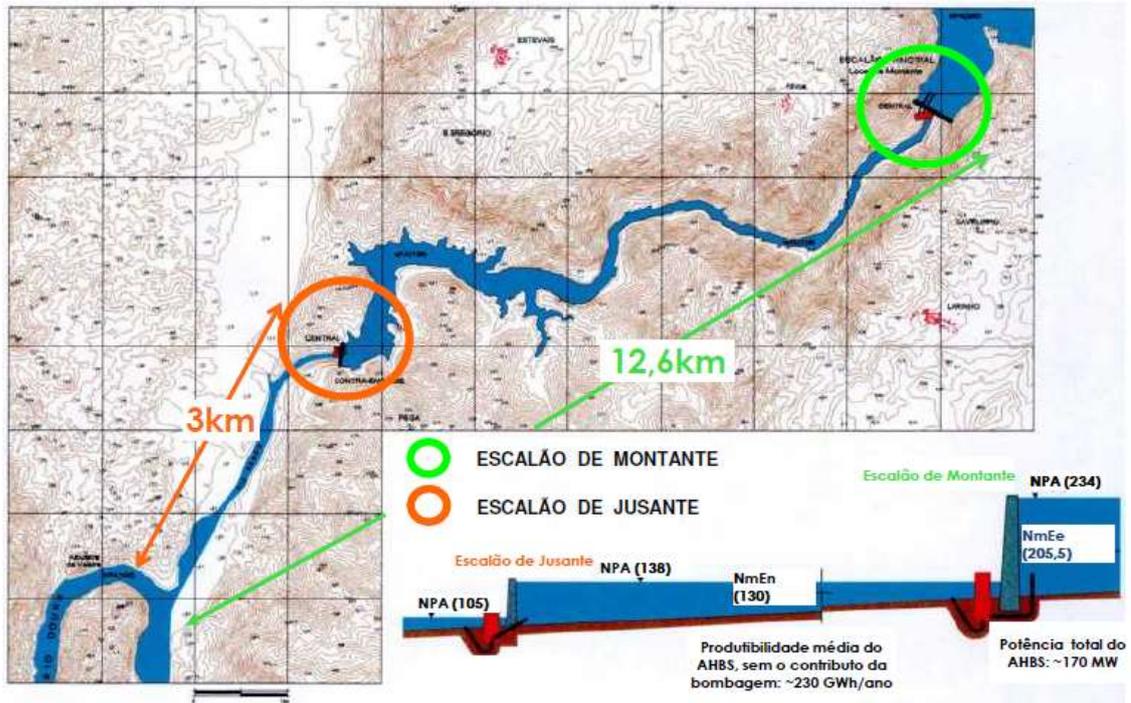


Figura 3-8 – Localização dos Escalões de Montante e Jusante (6)

Um Empreendimento desta natureza, causa um impacto na sua envolvente, pelo que estão contempladas diversas Medidas Ambientais de Minimização e Compensação, que no Projeto são denominadas de Obras Complementares, cuja localização encontra-se na Figura 3-9, onde se destaca a Transladação do Santuário de Santo Antão, a Capela de São Lourenço, com diversas edificações de apoio, 3 Restabelecimentos a Estradas Nacionais (EN216, EN217 e EN315), 1 Restabelecimento a um caminho agrícola (Caminho rural entre São Pedro e a Ribeira do Medal) e 1 Restabelecimento a um caminho florestal (Caminho Florestal na Ribeira do Calvário), Reforço Estrutural de Ponte sobre o Rio Sabor no IC5 e Construção do Habitat de compensação da Vilaríça.

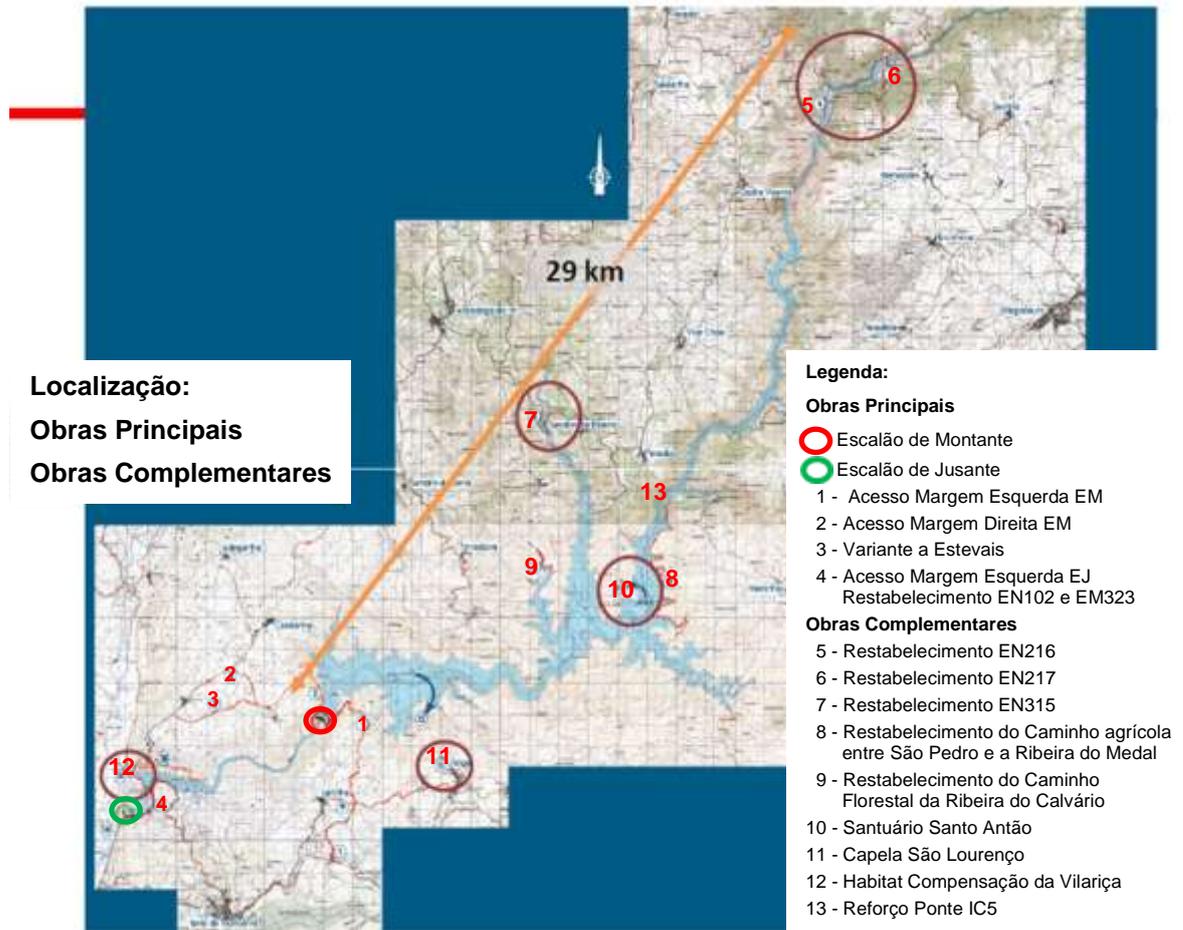


Figura 3-9 – Localização das Obras Principais e Complementares (6)

De seguida são apresentados alguns dados principais do Empreendimento (7):

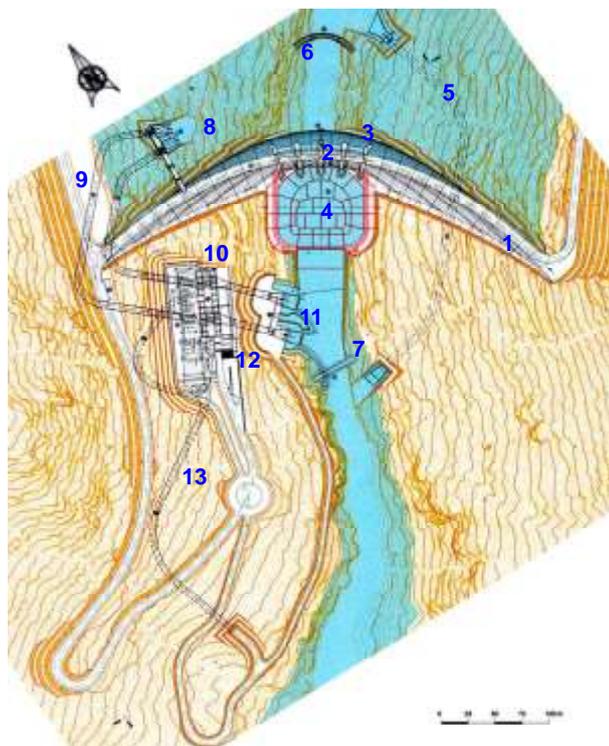
- Armazenamento útil da Albufeira: 630×10^6 m³ (630 milhões de m³);
- Potência: 189 MW;
- Produção média anual: 460 GWh;
- Produção média anual (valor líquido): 230 GWh;
- Emissões CO² evitadas/ano: 1.037 kt (1.037.000 Ton);
- Investimento: 625,3 M€ (2013);
- Volume de escavação: 3.000.000 m³
- Volume de betão: 1.100.000 m³;
- Quantidade de aço em armaduras: 15.000 ton.

3.2.1 ESCALÃO DE MONTANTE

A configuração geral do escalão de montante, conforme mostra a Figura 3-10, consiste numa central em poço, alojando dois grupos geradores, localizada na margem direita imediatamente a jusante de dois curtos circuitos hidráulicos subterrâneos independentes. (5)

Uma barragem em abóbada com o coroamento situado à cota (236), em cuja parte central está instalado um descarregador de cheias do tipo lâmina livre, controlado por comportas e cujo corpo é atravessado por uma descarga de fundo.

A jusante da barragem, na continuação do soco de fundação, será construída uma bacia de receção e dissipação de energia das lâminas de água descarregadas.



Legenda:

- 1 - Barragem
- 2 - Descarregador de cheias
- 3 - Descarga de fundo
- 4 - Bacia de dissipação
- 5 - Galeria de derivação provisória
- 6 - Ensecadeira de montante
- 7 - Ensecadeira de jusante (a demolir)
- 8 - Tomadas de água
- 9 - Galerias de alta pressão
- 10 - Central
- 11 - Restituição
- 12 - Subestação
- 13 - Galeria de acesso à central

Figura 3-10 – Esquema do Escalão de Montante (6)

Obras associadas ao Escalão são:

- **Execução de acessos, estaleiros e instalação de Equipamentos Industriais (Central de Britagem e Centrais de Betão);**

A obra dispõe de uma central de britagem com capacidade de produção de agregados de 650 Ton/h. (Figura 3-11) e de duas centrais de betão.

Para acesso ao escalão de montante, foram executadas estradas em ambas as margens, tendo o acesso da margem esquerda cerca de 7.495 m, enquanto o acesso da margem direita tem 6.340 m, havendo duas ligações que foram igualmente executadas, a Variante a Estevais com 3.130 m e a Ligação à Póvoa com 200 m, ambos com um perfil transversal tipo de 7.00 m de largura.

Além dos acessos exteriores, estava previsto acessos interiores, que totalizaram 1.640 m, com faixas de rodagem que variam entre os 6,0 m e os 4,0 m de largura.



Figura 3-11 – Central de Britagem e Acessos à Barragem.

- **Derivação Provisória do Rio Sabor**

Foi adoptado um caudal de 200 m³/s para o sistema de derivação provisória do rio, onde foi necessário construir uma galeria em túnel (Figura 3-12) em forma de ferradura na margem esquerda, com 375 m de extensão e duas ensecadeiras de betão, com a de montante a ser do tipo abóbada e a de jusante do tipo gravidade, com perfil trapezoidal. (8)



Figura 3-12 – Derivação Provisória do Rio Sabor.

- **Circuito Hidráulico**

De montante para jusante, o circuito hidráulico (Figura 3-14), é constituído por (8):

- Tomada de água (Figura 3-15), composta por bocal e uma torre de manobra dos equipamentos hidromecânicos. As torres de manobra da tomada de água têm cerca de 38,00 m de altura, possuem seção circular, com 7,0 m de diâmetro exterior e espessura mínima constante da parede exterior de 0,50 m.
- Galeria em carga (Figura 3-16), em vários troços em betão armado, com 12% ou 60 % de inclinação, com diâmetros que variam entre os 4,40 m ou 5,70 m, tendo o circuito do grupo G1 191,7 m de comprimento e o do grupo G2 280,8 m.
- Restituição constituída por um curto troço de galeria inclinada a cerca de 32°, ligando o tubo de aspiração à restituição através de curvas circulares, e por um bocal.

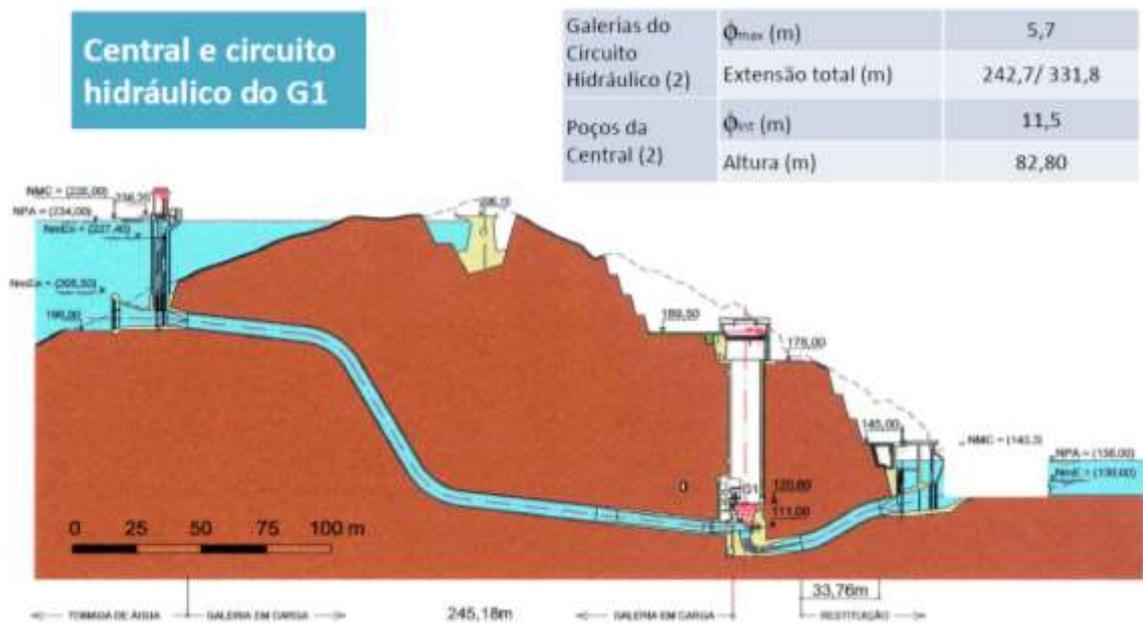


Figura 3-13 – Dados Principais do Circuito Hidráulico e da Central (6)



Figura 3-14 – Representação do Circuito Hidráulico. (6)



Figura 3-15 – Tomada de Água.



Figura 3-16 – Galerias em carga.

- **Central, edifício de descarga, montagem e comando e subestação**

Na margem direita, a cerca de 100 m a jusante do corpo da barragem, situa-se um conjunto de edifícios (Figura 3-19), onde foram instalados os dois grupos em poços

independentes cobertos por um edifício destinado à descarga, montagem e movimentação dos equipamentos e ainda, às instalações de comando da central.

Os poços dos grupos (Figura 3-17) têm uma altura de cerca de 79 m, e possuem os eixos afastados entre si de 36 m. A sua secção transversal tem um diâmetro interior de 11,50 m (8).



Figura 3-17 – Poços dos Grupos G1 e G2

Cada grupo reversível turbina bomba/alternador motor, com uma potência máxima de 81 MW e caudal nominal de 85 m³/s em turbinamento e 70 m³/s em bombagem, com o eixo coincidente com o do respetivo poço (Figura 3-20) (8).

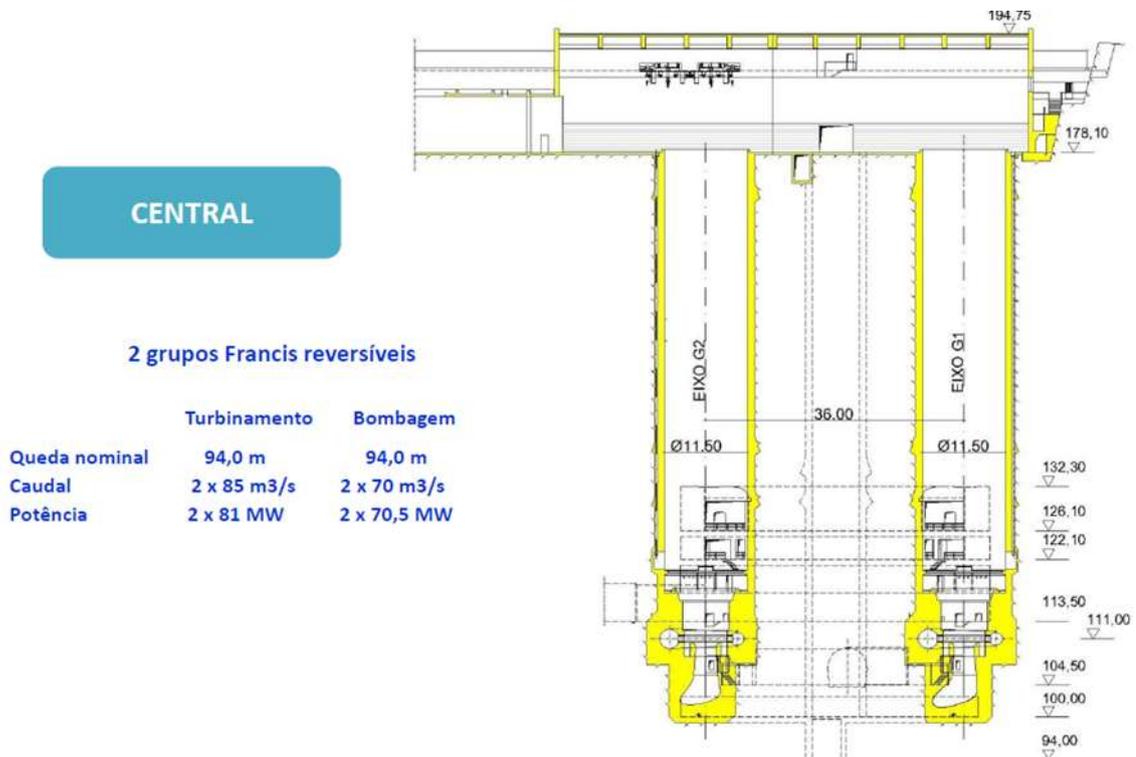


Figura 3-18 – Dados dos Grupos instalados na Central (6)

As obras subterrâneas da central são constituídas, essencialmente, por quatro tipos de elementos de obra de características distintas: os dois poços dos grupos, o poço de barramentos e de acesso, as galerias entre poços e as galerias de acesso às cotas (113,50) e (104,50).

O edifício de comando desenvolve-se ao longo do edifício de descarga e montagem, em três pisos, onde estão presentes salas de comando, telecomunicações, equipamento de climatização, sala de reuniões, e ainda, gabinetes de pessoal e arquivo, bem como salas de baterias e de quadros, entre outras necessárias ao bom funcionamento do escalão.

A subestação dispõe-se numa única plataforma e apresenta as seguintes características (8):

- a transformação 15/220 kV em dois transformadores de 90 MVA cada;
- a ligação a 220 kV aos transformadores principais – painéis de grupo;
- a saída de 2 linhas de 220 kV – sendo uma para o Pocinho e a outra de reserva;
- a interligação dos painéis de grupo com os painéis de linha.



Figura 3-19 – Central e Subestação

- **Corpo da Barragem e Bacia Dissipação (Figura 3-23);**

A solução adotada para a barragem do escalão de montante consiste numa abóbada de dupla curvatura com uma altura máxima de 123 m acima do ponto mais baixo da fundação. O coroamento, situado à cota (236,00), tem um desenvolvimento de 505 m e uma espessura de 6 m (Figura 3-20) (8).

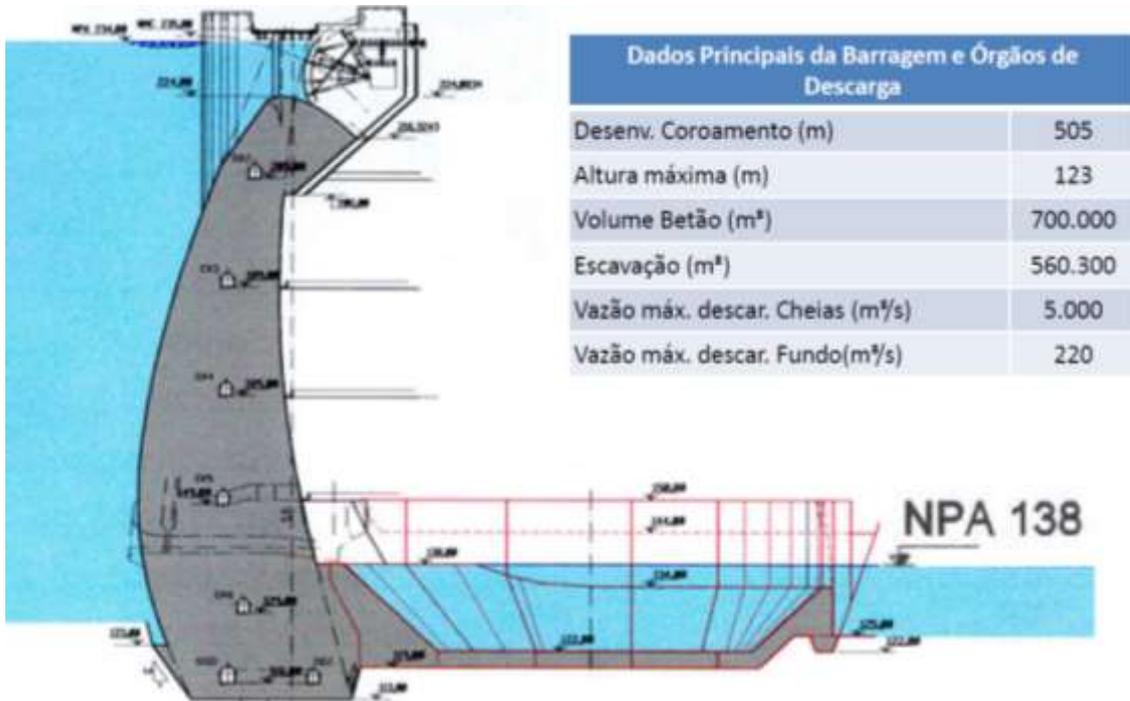


Figura 3-20 – Dados Principais da Barragem e Órgãos de Descarga (6)

A barragem encontra-se dividida em blocos através de 32 juntas de contração afastadas de cerca de 15,4 m na margem direita, 15,7 m na margem esquerda e 17 m na zona central onde se encontra o descarregador de cheias de superfície que possui 4 vãos equipados, cada um com 16 m de largura (8).

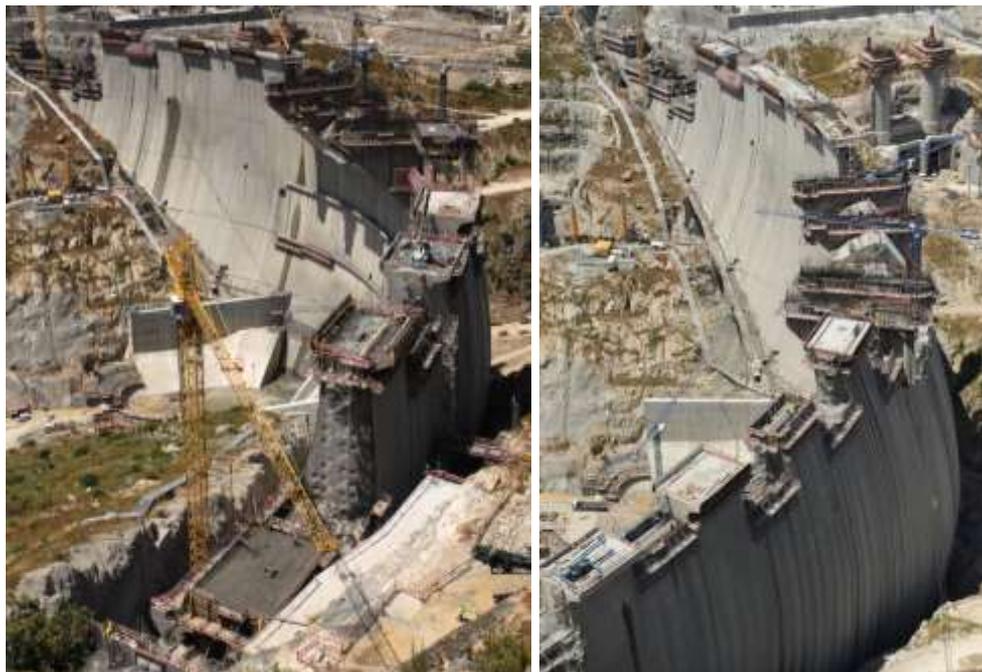


Figura 3-21 – Fase intermédia Betonagem dos Blocos da Barragem



Figura 3-22 – Lado montante da Barragem em construção

Os órgãos hidráulicos de segurança do escalão de montante compreendem o descarregador de cheias e uma descarga de fundo.

O descarregador foi dimensionado para uma cheia de projeto com período de retorno de 5.000 anos (à qual corresponde um caudal de ponta afluente de 6400 m³/s).

Considerando o efeito regularizador da albufeira, entre o NPA=234 e o NMC=235, no amortecimento da cheia de projeto, resultou para o caudal máximo descarregado o valor de 5.000 m³/s.



Figura 3-23 – Descarregadores de Cheias, Bacia de Dissipação e Descarga de Fundo

A soleira descarregadora está dividida em quatro vãos iguais com 16 m de largura cada, separados por pilares com espessura máxima de 5,83 m, sendo a restituição efetuada em lâmina livre para uma estrutura de dissipação, constituída por uma bacia de receção em betão, localizada no leito do rio, com a soleira horizontal à cota (122,00). Tem uma largura máxima de 80,0 m e está limitada lateralmente por muros com o coroamento à cota (150,00). Longitudinalmente o seu desenvolvimento máximo é de cerca de 90,0 m, entre o paramento de jusante da barragem e o lábio da zona terminal, cuja crista se situa à cota (134,00) e tem o desenvolvimento de 44,0 m (Figura 3-23).

A descarga de fundo fica localizada na prumada do pilar central do descarregador de cheias e é constituída, fundamentalmente, por uma galeria blindada que atravessa o corpo da barragem numa extensão de cerca de 30 m, com secção transversal retangular (2,1 m x 3,1 m) e eixo horizontal (em quase toda a sua extensão) à cota (141,55). Está equipada a montante com uma comporta de guarda do tipo vagão e a jusante com uma comporta de serviço do tipo segmento. Dispõe de uma capacidade máxima de vazão de cerca de 220 m³/s sob o NPA (8)



Figura 3-24 – Jusante Barragem – Central, Acessos, Subestação, Restituição, Bacia Dissipação

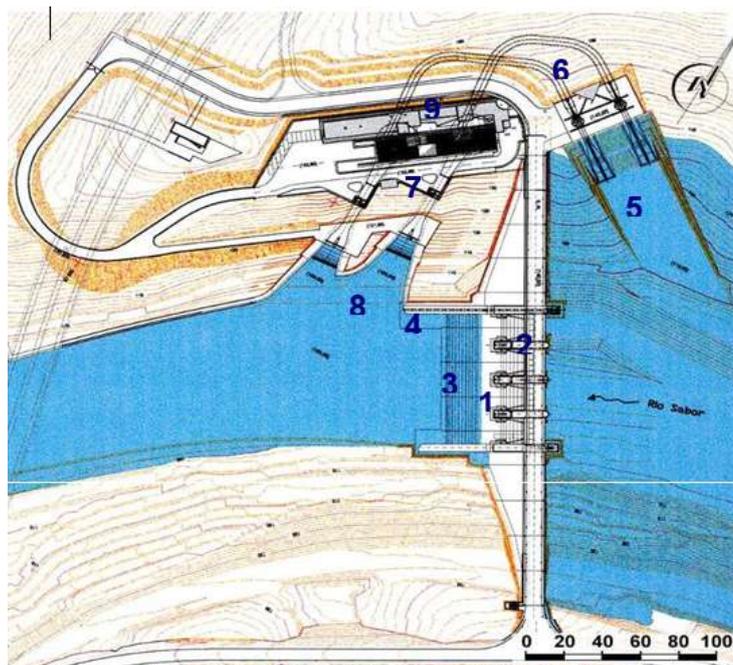


Figura 3-25 – Descarregador de Cheias a funcionar

3.2.2 ESCALÃO DE JUSANTE

Este escalão é constituído por uma central em poço localizada na margem direita imediatamente a jusante da barragem, onde ficarão instalados os dois grupos reversíveis alimentados por circuitos hidráulicos subterrâneos independentes, e uma barragem do tipo gravidade com o coroamento à cota (140,00).

Na Figura 3-26 estão representados os vários dispositivos da Barragem.



Legenda:

- 1 - Barragem
- 2 - Descarregador de cheias
- 3 - Bacia de dissipação
- 4 - Descarga de fundo
- 5 - Tomada de água
- 6 - Galerias de alta pressão
- 7 - Central

Figura 3-26 – Esquema do Escalão de Jusante (6)

No corpo central da barragem está instalado um descarregador de cheias controlado por comportas, cuja soleira se prolonga para jusante através de uma bacia de dissipação de energia do tipo rolo (“roller buckett”). (9)

Sobre os poços da central situa-se o piso de descarga e montagem, enterrado, e na plataforma à cota da cobertura da central localizar-se-ão o edifício de comando e a subestação.

A descarga de fundo fica instalada no muro lateral direito do descarregador de cheias no bloco situado entre as juntas 10 e 11.

Atividades associadas ao Escalão são:

- **Execução de acessos, estaleiros e instalação de Equipamentos Industriais (Central de Betão)**

Neste Escalão, a obra dispôs de uma central de Betão (Figura 3-27), que após o início de 2014, forneceu o betão a toda a Empreitada, até março 2015.



Figura 3-27 – Vista Geral – Acessos, Central de Betão, Estaleiros de Apoio

Dada a necessidade de restabelecimento conjunto da EN 102, da EM 325 e da substituição da travessia entre as margens, o conjunto de acessos ao escalão de jusante teve como condicionante dar resposta ao restabelecimento das comunicações existentes.



Figura 3-28 – Execução de Acessos

O acesso da margem esquerda possui uma extensão total de 3.200 m, onde foi necessário a realização de uma ponte sobre o Rio Sabor e um viaduto. O perfil transversal tipo é constituído por uma faixa de rodagem com 7,00 m de largura ladeada por bermas pavimentadas e concordâncias. (8)

– Ponte sobre o Rio Sabor na EN102 (Figura 3-29)

A superestrutura da Ponte sobre o rio Sabor apresenta uma extensão de 268 metros, com uma modelação de vãos de 74,00 + 120,00 + 74,00, e será composta por um tabuleiro único com uma plataforma de 14,85 metros de largura, constituído por um caixão monocelular, em betão armado pré-esforçado longitudinalmente, com uma secção transversal do tipo viga-caixão, variando de altura de acordo com uma função parabólica (10).

A altura da viga-caixão sobre os pilares é de 7,00 m e varia, ao longo do comprimento das parábolas, até uma altura de 3,20 metros no vão, nomeadamente nas aduelas de fecho. Nas restantes zonas do tabuleiro, junto aos encontros, é mantida a altura mínima do caixão.

A secção transversal do caixão é composta por uma laje superior com 0,25 m de espessura e duas almas com espessura de 0,40 m. A laje inferior é de espessura variável, desde 1,00 m junto aos pilares até 0,25 m nas secções de meio vão. Nas aduelas de encabeçamento existem dois septos com 0,80 m de espessura sendo

estes elementos os principais responsáveis pela transferência de esforços tabuleiro-pilares (10).

A ligação do tabuleiro aos dois pilares é feita monoliticamente. O apoio do tabuleiro nos encontros é efetuado através de aparelhos de apoio do tipo “pot-bearing”, um por alma, e, na transição do tabuleiro para o encontro, existirão juntas de dilatação (10).

Os dois pilares apresentam uma configuração idêntica constituída por lâminas paralelas em betão armado e pré-esforçado, com exceção do pilar P1 onde a secção na base é tubular.

As fundações, quer dos pilares quer dos encontros, são do tipo diretas realizadas por intermédio de sapatas.



Figura 3-29 – Ponte s/ Rio Sabor na EN102

– Viaduto na EN102

O comprimento da obra entre eixos de encontro é de 130,0 m, divididos por sete vãos com 15,0+5x20,0+15,0 m, com uma altura máxima de cerca de 15,0 m.

O tabuleiro da obra, com 14,00 m de largura total, é constituído por sete alinhamentos de vigas pré-fabricadas em betão armado, com 1,03 m de altura, afastadas 2,00 m entre eixos, sobre as quais é executada uma laje em betão armado. A laje, com 0,25 m de espessura mínima, é constituída por uma pré-laje colaborante, com 0,08 m de espessura, e pela zona superior betonada in situ (11).

As vigas longitudinais são solidarizadas sobre os pilares e nos encontros com carlingas transversais. O tabuleiro é contínuo em toda a extensão sendo simplesmente apoiado nos encontros e nos pilares de extremidade e monolítico nos 4 alinhamentos de pilares centrais (11).

Os pilares, em número de dois por alinhamento, são em betão armado, com secção retangular constante com $1,20 \times 1,00 \text{ m}^2$. Os pilares são fundados diretamente por sapatas de fundação. No topo são ligados por uma viga de secção retangular que nuns casos recebe os aparelhos de apoio das vigas do tabuleiro e noutros é solidarizada com as carlingas e vigas do tabuleiro (11).

O acesso da margem direita tem uma extensão total de 200 m, que se inicia na barragem e termina, em entroncamento, no início do acesso à central e à restituição.

Além dos acessos exteriores, estava previsto acessos interiores, que totalizaram 160 m, com faixas de rodagem que variam entre os 6,0 m e os 4,0 m de largura.

- **Derivação provisória do rio Sabor**

As obras de derivação do rio foram constituídas por ensecadeiras de terra e um canal, não tendo sido efetuada a construção de qualquer galeria na margem. Uma ensecadeira de terra junto à margem direita permitiu a construção de um canal provisório de desvio, no mesmo bloco em que se insere a descarga de fundo. Numa segunda fase foi construída duas ensecadeiras de terra transversais ao rio, sendo este desviado pelo canal provisório.

- **Circuito Hidráulico**

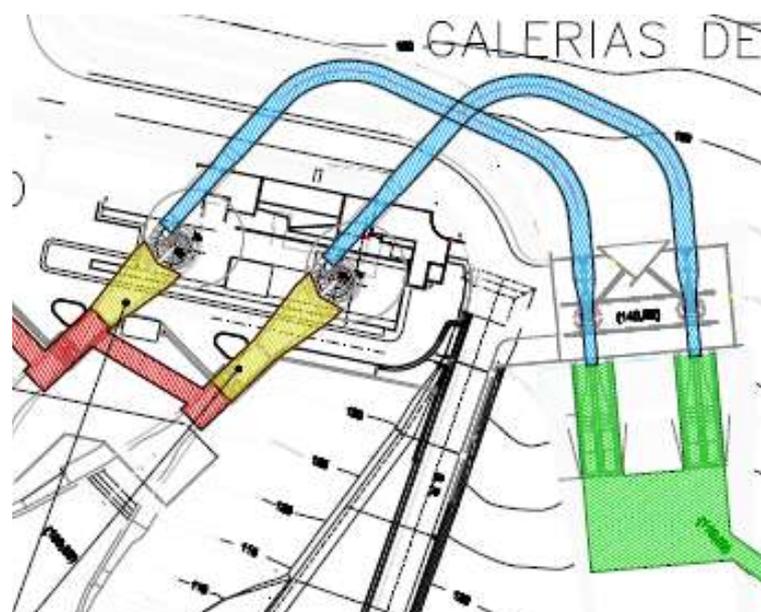


Figura 3-30 – Esquema do Circuito Hidráulico (6)

De montante para jusante, o circuito hidráulico (Figura 3-30), é constituído por (8):

- Tomada de água (Figura 3-31), composta por bocal uma curta galeria de secção retangular que faz a transição entre o plano da grade móvel, inclinado a 45° e com 7,5 m x 11,0 m, e a secção do trecho onde se inserem a comporta de serviço do tipo vagão e a ensecadeira (2,8 m x 5,1 m) através de formas circulares em planta e em perfil, e por um poço destinado ao abrigo e manobra do referido equipamento hidromecânico (8).



Figura 3-31 – Tomada de Água

- Galerias em carga (Figura 3-16), com inclinações de 10% e/ou 18%, em função do objetivo de garantir adequadas condições de afastamento na zona do seu cruzamento. possuem um revestimento contínuo de betão armado, exceto num curto trecho que se inicia a cerca de 25 m do eixo dos grupos, onde o revestimento será blindado para garantir a estanquicidade da central.

O diâmetro interior corrente da secção circular das galerias em carga é de 4,8 m na zona revestida a betão e de 3,75 m na zona blindada, sendo este último diâmetro igual ao de entrada da espiral.

O trecho de galeria com revestimento a betão tem uma extensão total de 109,9 m no circuito mais curto (grupo G1) e de 121,1 m no circuito mais longo (grupo G2).

- Restituição (Figura 3-32) constituída por um curto trecho em túnel de cerca de 27,9 m com seção transversal retangular com as dimensões correspondentes à secção a obturar pela comporta ensecadeira (5,0 m x 6,4 m), subindo no sentido do rio com uma inclinação de 16% e por os bocais de restituição que fazem a transição entre a secção retangular do referido trecho em galeria e a

soleira de controlo a jusante, que materializa a fronteira com o leito do rio. As transições possuem formas hidráulicas adequadas por forma a permitir a inserção da grade de proteção, de tipo corrediça com dois painéis de 4,25 m x 8,0 m, materializados pela construção de um septo na parte final do bocal.



Figura 3-32 – Estrutura da Restituição

- **Central, Edifícios de Apoio e Subestação**

A central situa-se na encosta da margem direita do rio Sabor, cerca de 15,00 m a jusante da barragem, e é constituída por um piso de descarga e montagem enterrado e por dois poços circulares, um por cada grupo reversível, com diâmetro interior de 22 m, afastados entre eixos 40,00 m (8).



Figura 3-33 – Central e Subestação (Fase escavação e Estrutura)

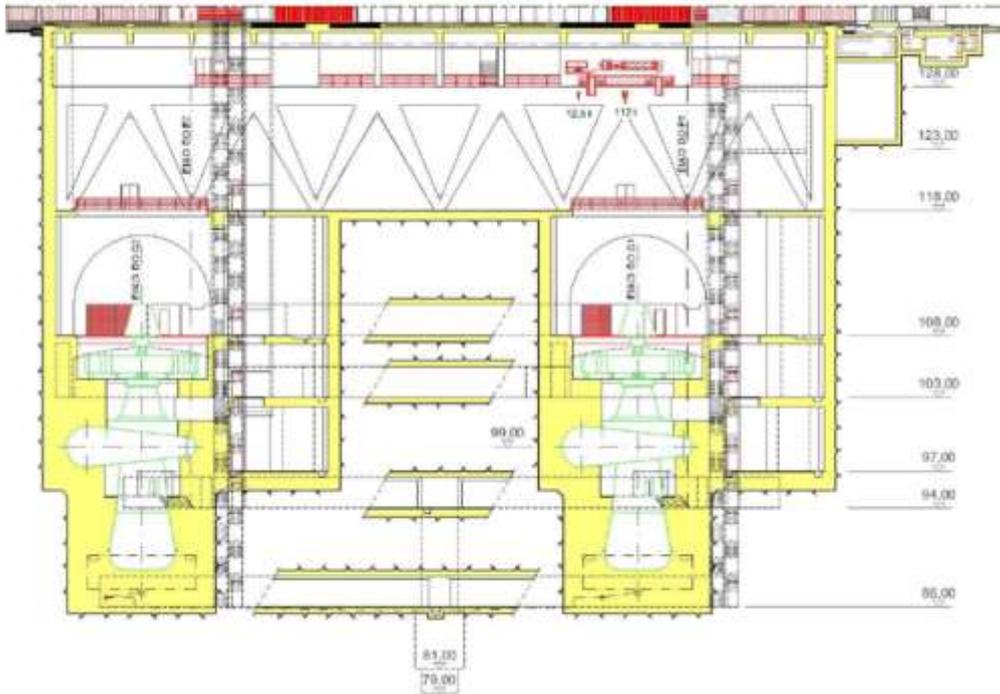


Figura 3-34 – Central (Corte Longitudinal) (6)

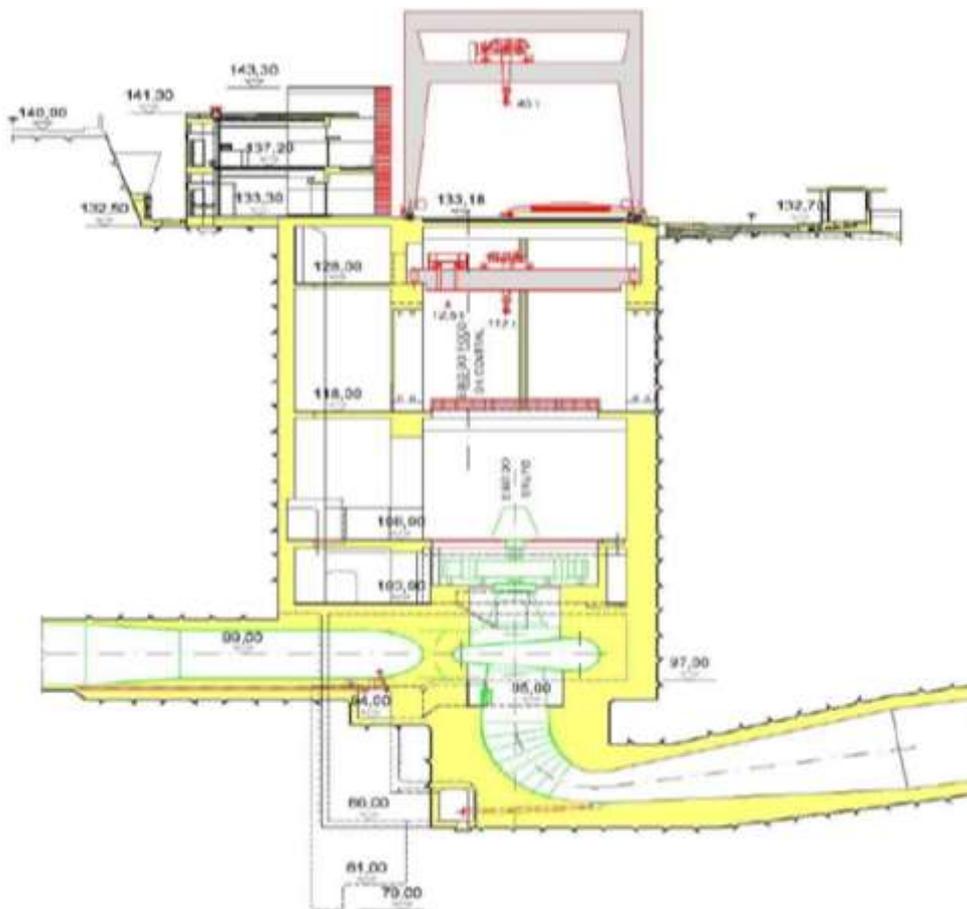


Figura 3-35 – Central e Edifício de Apoio (Corte Transversal) (6)

Os poços dos grupos comunicam entre si nos pisos principais através de galerias de pequena dimensão e incorporam os vários pisos técnicos destinados a alojar os equipamentos auxiliares.

O acesso aos pisos faz-se por ascensor a partir do poço do grupo 2, ou por escada a partir de ambos os poços.

Ao nível da plataforma exterior situa-se um conjunto de edifícios interligados, na sua maior parte com uma altura equivalente a dois pisos, e implantados junto ao talude de escavação da referida plataforma, minorando os impactos visuais negativos resultantes do corte do terreno e do seu revestimento com betão projetado. O comprimento dos edifícios abrange a quase totalidade da extensão da plataforma, inserindo-se na morfologia do terreno e não ultrapassando a crista do talude (8).

Este conjunto é constituído por dois edifícios de apoio e pelo edifício da subestação localizado entre eles.

O edifício de apoio situado do lado do grupo 2 possui dois pisos e foi projetado para alojar as salas de quadros, de baterias, de telecomunicações e sanitários, no piso térreo, e para a sala de comando, gabinetes e sala de receção, no piso superior. Este edifício incorpora o acesso aos pisos principais da central, por ascensor ou por escada, e ainda um espaço de estacionamento de viaturas (8).

O edifício de apoio situado do lado do grupo 1 foi concebido para alojar o conversor estático de frequência e respetivos transformadores de potência, monobloco de 30kV e grupo diesel-elétrico de emergência da central. Em planta apresenta uma disposição em “L”, acompanhando a curva da estrada que dá continuidade ao coroamento da barragem (8).

O edifício da subestação, localizado entre os dois edifícios de apoio atrás descritos, é composto pelas celas dos transformadores principais e pelas celas dos painéis de grupo e do painel de linha (8).

- **Corpo da Barragem e Bacia Dissipação (Figura 3-23);**

A barragem a construir próximo da foz do rio Sabor destina-se a constituir o contra-embalse da barragem de montante deste aproveitamento (Figura 3-36). Será uma estrutura do tipo gravidade com uma altura máxima de 45 m acima das fundações e, com um volume aproximado de 170.000 m³, sendo 103.000 m³ em

betão compactado com cilindro e 67.000 m³ em betão armado. O coroamento da barragem situa-se à cota (140,0), e a exploração será efetuada entre o nível de pleno armazenamento (NPA) à cota (138,0), coincidente com o nível de máxima cheia (NMC), e o nível mínimo de exploração (NmE) à cota (130,0) (8).



Figura 3-36 – Barragem (com um bloco por executar) e Bacia de Dissipação

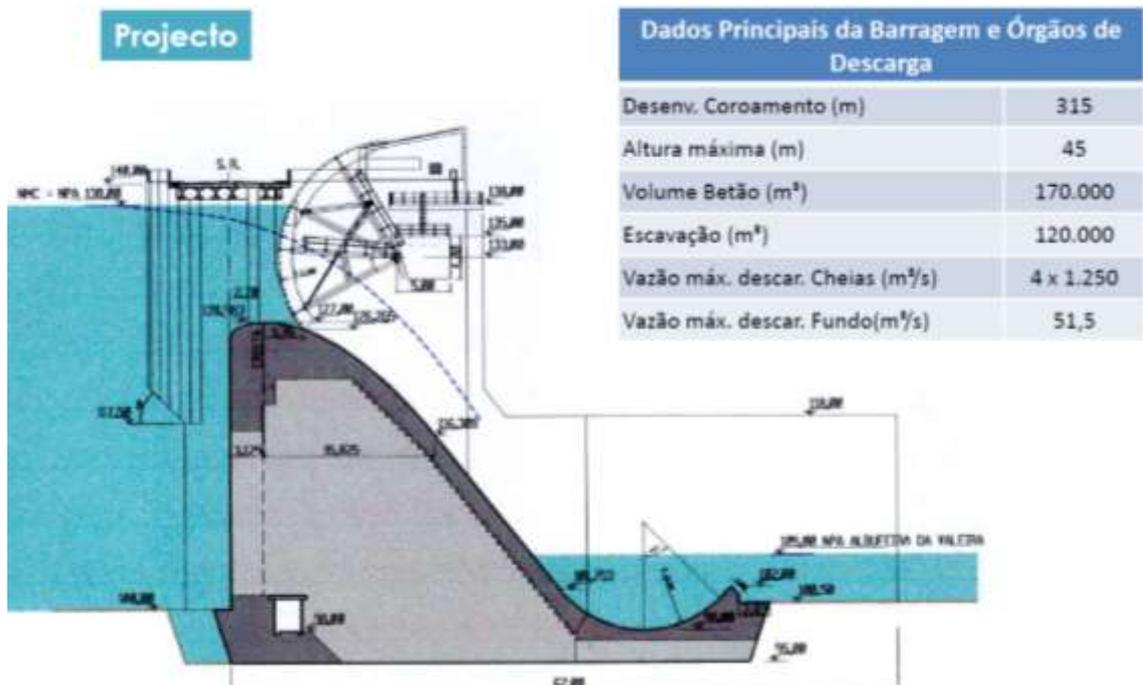


Figura 3-37 – Dados principais da Barragem e Órgãos de Descarga (6)

No corpo da barragem podem-se diferenciar as seguintes três zonas (8):

- Zona não galgável, que corresponde aos blocos das margens e que é formada por cinco blocos na margem esquerda e por cinco blocos na margem direita;
- Zona galgável, constituída por 5 blocos na parte central da barragem, onde se situa o descarregador de superfície, frontal e controlado por comportas, de lâmina aderente sobre o corpo da barragem; este é dotado de 4 portadas, controladas por comportas segmento, que se apoiam nos pilares da barragem;
- Zona a jusante da barragem onde se situa a estrutura da bacia de dissipação por rolo (“roller bucket”) e muros laterais para proteção das margens, sendo que no muro lateral situado na margem direita insere-se a descarga de fundo.

Os órgãos hidráulicos de segurança englobam o descarregador de cheias e uma descarga de fundo.

Tendo em conta as características da barragem (tipo e altura) e o risco potencial que lhe está associado (considerado significativo), de acordo com a regulamentação portuguesa sobre segurança de barragens o período de retorno da cheia de projeto podia ser fixado em 1.000 anos. Contudo, tendo em atenção que no escalão de montante a cheia de projeto foi fixada para 5.000 anos, por questões de segurança considerou-se este mesmo período de retorno no escalão de jusante (8).

Tendo em conta o reduzido volume da albufeira de jusante, foi considerado o nível de máxima cheia (NMC) coincidente com o nível de pleno armazenamento (NPA=138,00). Nestas condições, o caudal de dimensionamento do descarregador do escalão de jusante corresponde ao máximo descarregado no escalão de montante, cujo valor é de 5.000 m³/s (8).

Foi considerado um descarregador de superfície, frontal e controlado por comportas, de lâmina aderente sobre o corpo da barragem, sendo os caudais restituídos ao leito do rio através de uma estrutura de dissipação de energia do tipo rolo (“roller bucket”), constituída por uma superfície cilíndrica de eixo horizontal, tangente ao paramento da barragem à cota (101,75), com fundo à cota (98) e lábio de saída à cota (102,00). A jusante deste lábio foi prevista uma proteção rígida de betão à cota (100,50), num comprimento de 2,83 m. Os muros laterais do “roller bucket” têm comprimentos diferentes, sendo o da margem direita mais extenso de forma a permitir efetuar a ligação com a restituição dos circuitos

hidráulicos dos grupos geradores. O coroamento dos referidos muros situa-se à cota (118,00) (8).

Foi considerada uma descarga de fundo de reduzida capacidade de vazão (51,5 m³/s sob o NPA), que permite efetuar o esvaziamento total da albufeira em cerca de 10 dias, admitindo afluências nulas e sem contribuição do descarregador de cheias (8).

O circuito hidráulico da descarga de fundo é constituído fundamentalmente por uma galeria de secção retangular, com 1,25 m de largura e altura variável (2,0 m no troço inicial e 4,0 m no restante), soleira à cota (105,00) e desenvolvimento total de cerca de 84 m. O circuito termina com um “salto de ski” horizontal com lábio de saída à cota (105,00). A uma distância de 32 m da comporta de serviço existe um poço de arejamento de secção quadrada com 1,25 m de lado (8).



Figura 3-38 – Descarregadores de cheias

3.2.3 OBRAS COMPLEMENTARES

A construção de um empreendimento como este do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor, gera inevitavelmente impactos de natureza diversa. No sentido de “minimizar” e “compensar” os impactos, o Dono de Obra incluiu um conjunto de intervenções, que foram designadas por “Obras Complementares”.

Foram efetuados levantamentos exaustivos, dos mais diversos tipos de impactos: ao nível do ambiente, ao nível da salvaguarda do património cultural e histórico, ao nível da gestão do património natural (fauna e flora), ao nível da componente social (vida das populações), etc.

As Obras Complementares compreendem essencialmente o Restabelecimento de comunicações, incluindo-se Obras de Arte, os Trabalhos a realizar no âmbito das expropriações dos terrenos, a construção de edifícios, a Preservação “in situ” de maciços com arte rupestre, a desmatização e desarborização da albufeira, a construção do Habitat de compensação da Vilaríça, as Intervenções no rio Sabor e nas linhas de água afluentes, a construção do Centro de interpretação ambiental e reabilitação animal em Felgar e a concretização de novos abrigos para quirópteros.

Assim, alguns dos trabalhos associados às Obras Complementares estão discriminados em seguida.

3.2.3.1 Construção do Habitat de compensação da Vilaríça

Nesta obra, foi construído um Túnel (Figura 3-39) que vai permitir desviar água da Albufeira do Escalão de Jusante para a Ribeira da Vilaríça, em determinada altura do ano, aumentando o caudal na ribeira, para assim permitir a desova dos peixes, que em virtude da construção da Barragem de Jusante, não vão conseguir desovar no Rio Sabor, e com o aumento de caudal na ribeira, vão ter um ambiente adequado para a desova.

Esse Túnel, será construído de duas formas, uma através de escavação subterrânea (800m) e outra através de escavação a céu aberto (500 m), túnel que será em betão armado.

Além do Túnel, serão construídos a Tomada de Água, a Restituição, Edifício de Apoio onde estarão instalados os equipamentos que vão controlar a abertura de comportas e assim permitir a transferência de água para a ribeira da Vilaríça.



Figura 3-39 – Túnel do Sistema de adução Sabor – Vilariça (6)

Em simultâneo com a execução do Túnel, serão executadas obras de requalificação da ribeira da Vilariça, de forma a melhorar o habitat piscícola, como a construção de açudes galgáveis (Figura 3-40), além de que em determinadas zonas serão reforçadas as margens (Figura 3-41).

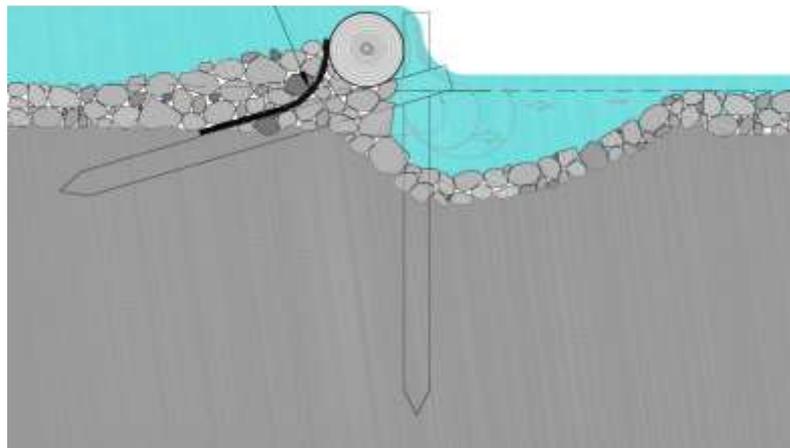


Figura 3-40 – Açudes a construir no leito da ribeira da Vilariça (12)

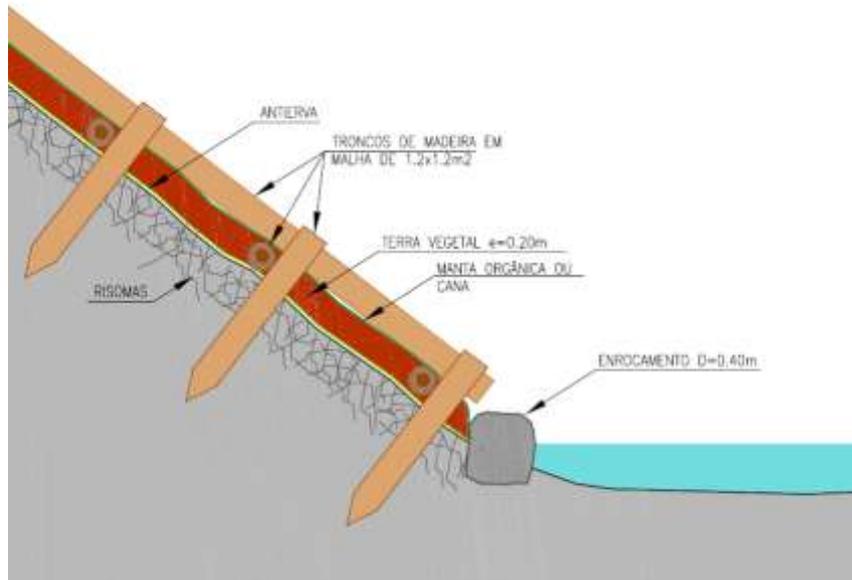


Figura 3-41 – Intervenção típica em alguns locais nas margens da ribeira da Vilarica (13)

3.2.3.2 Desmatação e desarborização da albufeira

A área que vai ficar submersa, terá que ser desmatada e desarborizada, pelo que foi dividida em blocos, conforme está representado na Figura 3-42.

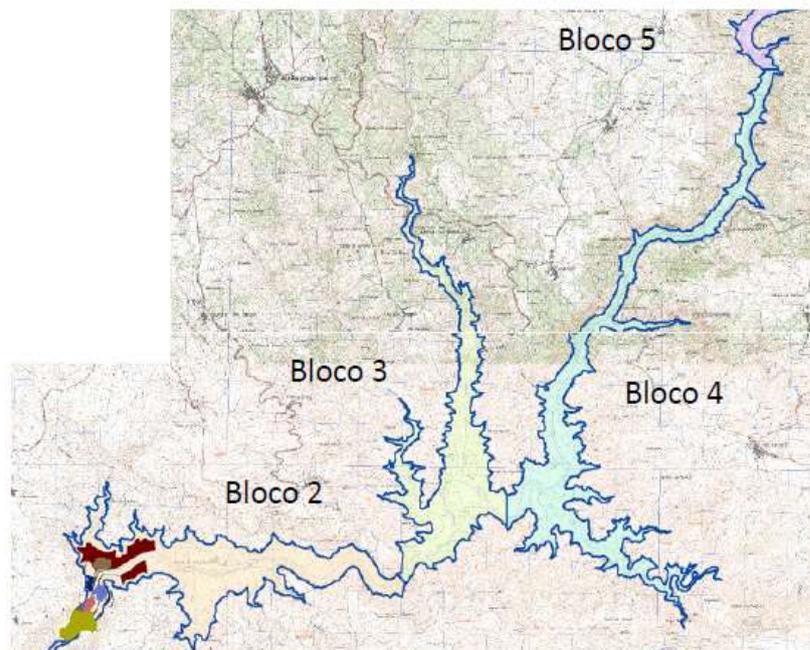


Figura 3-42 – Divisão em Blocos da área da albufeira a desmatar e desarborizar (6)

Esta desmatação e desarborização da área a inundar destina-se a garantir a qualidade da água da barragem e minimizar eventuais processos de eutrofização que ocorram

nas albufeiras dos escalões de montante e jusante, pelo que implicará a remoção da vegetação, de acordo com os seguintes critérios (14):

- Remover toda a massa arbórea na área afetada pela albufeira do escalão de montante abaixo da cota 234,0 m e do escalão de jusante abaixo da cota 138,0 m, cotas que correspondem ao nível de pleno armazenamento de cada escalão;
- Remover o mato em toda a área do escalão de montante abaixo da cota 230,2 m e do escalão de jusante abaixo da cota 132,1 m, cotas que correspondem ao nível médio de exploração de cada escalão;

Por razões de segurança do pessoal e equipamentos, foi estabelecido que em taludes com inclinação superior a 35% não seriam realizados trabalhos.

Os resíduos resultantes da desmatção/desarborização foram posteriormente valorizados energeticamente (Figura 3-43).



Figura 3-43 – Valorização de resíduos provenientes da desmatção/desarborização

3.2.3.3 Transladação de edifícios – Santuário de Santo Antão da Barca e Capela de São Lourenço

Situado no concelho de Alfandega da Fé, o Santuário de Santo Antão tem uma grande importância religiosa e cultural, pelo que existe a necessidade de preservar o mesmo, visto o local onde se encontra, ficar submerso pela subida da água da albufeira do escalão de montante, construindo-se um novo Santuário (Figura 3-45), com uma capela e várias edificações de apoio, sendo efetuada a transladação (Figura 3-46) da Capela para o novo Santuário.



Figura 3-44 – Santuário de Santo Antão da Barca



Figura 3-45 – Fase de Construção do novo Santuário de Santo Antão da Barca



Figura 3-46 – Transladação da Abóbada da Capela de Santo Antão da Barca

A Capela de São Lourenço (Figura 3-47), que se situa no concelho de Torre de Moncorvo, foi outro edifício religioso que foi trasladado. Este de menor envergadura

do que o anterior, mas de igual significado para as populações locais, pelo que foi necessário preservar.



Figura 3-47 – Capela de São Lourenço

3.2.3.4 Reforço Estrutural de Ponte sobre o Rio Sabor no IC5

Trata-se de uma Ponte (Figura 3-48) situada ao km 103 do IC5, executada em 2003, sendo o seu Tabuleiro construído em caixão unicelular, em betão armado pré-esforçado, tendo os Pilares centrais uma altura máxima de 75 m, pré-esforçados excêntricamente e apoiados sobre maciços ancorados na rocha. (15)

Com a construção da barragem do Baixo Sabor, os pilares da ponte ficarão parcialmente submersos pela albufeira.

A preocupação do dono de obra, foi de controlar a humidade do betão submerso, por forma a diminuir o potencial de reatividade do betão, aumentando desta forma a vida útil da estrutura.

Foram recolhidas amostras de betões na base dos pilares, que foram observadas ao microscópio petrográfico e foi observado que na sua composição, alguns agregados contêm sílica com potencial reativo na sua composição, ou seja, agregados com potencial no que diz respeito a reações álcalis-sílica (15).

O enchimento da albufeira irá expor os betões a humidade elevada, o que poderá desencadear o processo de deterioração precoce dos betões devida a reações alcalis-sílica.

Assim, foi decidido pelo Dono de Obra efetuar uma impermeabilização/proteção do betão nos pilares, que cumpra com a classe A5 de ponteamto de fissuras estáticas (EN 1062-7) (16), bem como um reforço estrutural nas sapatas (15).



Figura 3-48 – Ponte sobre o Rio Sabor no IC5, entre Sardão e Meirinhos

3.2.3.5 Restabelecimento de Estradas Nacionais (EN216, EN217 e EN315)

O enchimento da albufeira criada pela Barragem do Escalão de Montante do Baixo Sabor até à cota de pleno armazenamento vai implicar a submersão de troços das atuais EN216, EN217 e EN315, pelo que se terá que proceder ao seu restabelecimento.

Nestes restabelecimentos, estão contempladas Pontes e os respetivos acessos, sendo a EN216 e EN217 sobre o Rio Sabor, enquanto a EN315 será num afluente do Rio Sabor, a Ribeira de Zacarias (Figura 3-49).

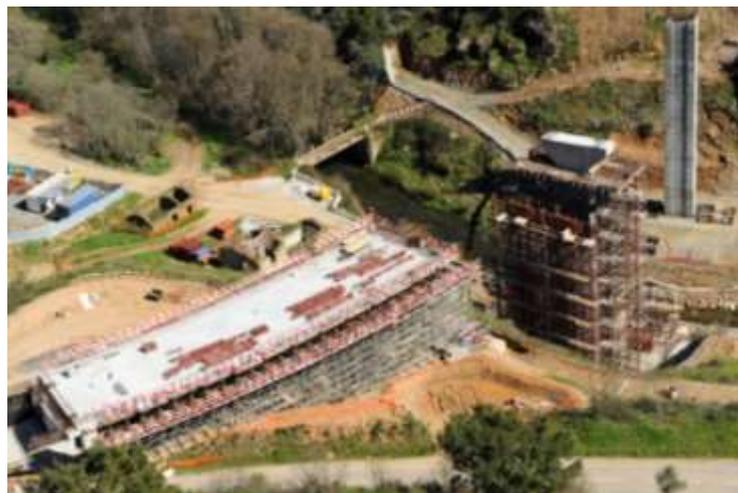


Figura 3-49 – Ponte sobre a Ribeira de Zacarias (em construção)

As extensões dos Restabelecimentos a efetuar serão os seguintes (17) (18):

- EN216 – 470 m incluindo uma ponte com uma extensão de cerca de 292 m
- EN217 – 1435 m incluindo uma ponte com uma extensão de cerca de 238m

- EN315 – 650 m incluindo uma Ponte com uma extensão de cerca de 160m

O perfil transversal tipo adotado apresenta as seguintes características (17) (18):

- Faixa de rodagem com 7,00 m de largura;
- Bermas com 1,50 m de largura, pavimentadas.
- Associadas às escavações, serão aplicadas valetas em betão com 1,20 m de largura. Os boleamentos para os taludes de aterro serão constituídos por uma transição de 0,60 m de largura.

3.2.3.6 Restabelecimento de Caminhos Rurais

Restabelecimento Caminho agrícola entre São Pedro e a Ribeira do Medal

Nas áreas definidas pelo plano de água das albufeiras dos escalões de Montante e Jusante do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor, são afetados diversos caminhos e acessos que se torna necessário restabelecer. Um deles é o Caminho Rural entre São Pedro e a Ribeira do Medal (Figura 3-50) no escalão de Montante. Bem inserido na encosta do Rio Sabor, este caminho garante a acessibilidade a uma área rural, atualmente explorada do ponto de vista florestal. A fim de garantir o acesso e as serventias atuais, torna-se necessário repor o existente a uma cota superior que não seja afetada pela Albufeira.

Este caminho tem uma extensão aproximada de 9.712 m, tendo sido adotado um perfil transversal com uma largura de 3,50 m para a faixa de rodagem e bermas com 0,50m de largura de ambos, com uma valeta de plataforma nos taludes de escavação (19).

As inclinações dos trainéis variam entre os 0,5% e 22,0%, e nas situações em que a inclinação é superior a 7%, está previsto executar uma camada de desgaste em revestimento superficial duplo, enquanto nos restantes locais será pavimentado com agregado britado de granulometria extensa (19).



Figura 3-50 – Caminho agrícola entre São Pedro e a Ribeira do Medal

Restabelecimento do Caminho Florestal da Ribeira do Calvário

À semelhança do caminho anterior, outro dos caminhos a restabelecer é o Caminho Florestal na Ribeira do Calvário, no escalão de Montante, com uma extensão de 2.650 m, atravessa uma linha de água importante, a Ribeira do Calvário, afluente do Rio Sabor, e que se prevê transpor com recurso à implantação de uma obra de arte, vulgarmente denominada de Passagem Hidráulica (20).

4 CASO EM ESTUDO: OBRAS COMPLEMENTARES

No início do estágio, foram disponibilizados os projetos, memórias descritivas e caderno de encargos. Foi solicitado posteriormente ao autor que efetuasse uma análise, de modo a perceber os trabalhos que se encontravam por realizar e de seguida foram efetuadas visitas aos locais das obras, com a finalidade de as conhecer e verificar em que ponto se encontravam os trabalhos.

As diversas obras encontravam-se com atividades a serem executadas em várias frentes.



Figura 4-1 – Estaleiro de apoio à EN216 / EN217

Durante o período de estágio, o autor pôde acompanhar diversas atividades, como Responsável de Trabalhos, destacando-se as seguintes:

- Revestimentos Interiores e Exteriores em Edifícios
- Restauro de edificado histórico
- Arruamentos
- Carpintarias de limpos e toscos
- Coberturas
- Instalações Especiais
- Instalação de equipamentos.
- Terraplenagens
- Betão armado
- Pavimentação
- Drenagem em vias e edifícios
- Integração Paisagística
- Sinalização e Equipamentos de Segurança em vias e edifícios
- Ensaio de Laboratório

Posteriormente, irão ser abordadas as atividades e os seus aspetos mais importantes, como a sua execução, materiais e equipamentos necessários.

4.1 Santuário de Santo Antão da Barca

4.1.1 CARATERIZAÇÃO

A Transladação do Santuário de Santo Antão da Barca insere-se no cumprimento das medidas de minimização constantes do Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE) do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor (AHBS), em conformidade com o estabelecido na DIA e corresponde à Medida III-57. (21)

Na conceção do Projeto de Trasladação do Santuário, houve a preocupação de reproduzir as funções que existiam no atual Santuário, de respeitar as áreas dos diversos espaços e das construções existentes.

O projeto de trasladação do Santuário de Santo Antão da Barca foi organizado da seguinte forma (22):

- Recinto e Acessibilidades – configuração e modelação do recinto, a implantação e características gerais dos edifícios a executar, os arranjos exteriores e as infraestruturas de abastecimento de água, esgotos pluviais e domésticos, elétricas e de gás, bem como as acessibilidades ao Santuário, incluindo caminho de acesso e áreas de estacionamento;
- Santuário de Santo Antão da Barca – Trasladação do Santuário e construção de nova Capela;
- Casa do Ermitão – Edifício que irá repor as funções de hospedaria;
- Casa dos Romeiros – Edifício que irá repor as funções de bar / restaurante;
- Edifícios e Estruturas diversas – Conjunto de edifícios que irão assegurar um conjunto de valências que existiam no edificado do recinto do Santuário – Casa dos Milagres / Espaço Museu, Instalações Sanitárias, Palco e Plataforma para Missa Campal. Incluirá ainda um espaço onde se replicará a área das rifas e um outro onde será recriada uma fonte de mergulho semelhante à que existia.



Figura 4-2 – Planta de Implantação do recinto do novo Santuário de Santo Antão (22)

No Quadro I resumem-se as características principais de todos os edifícios que se executaram no âmbito do Projeto de Trasladação do Santuário de Santo Antão da Barca (22).

Quadro I – Características dos Edifícios do Santuário Santo Antão da Barca

EDIFÍCIO	COTA SOLEIRA [m]	ÁREA BRUTA CONSTRUÇÃO [m ²]	ÁREA IMPLANTAÇÃO [m ²]
Capela	347,42	168,6	168,6
Casa dos Romeiros	349,42	591,5	514,5
Casa do Ermitão	349,13	460,2	433,3
Casa dos Milagres	347,47	286,0	225,2
Plataforma Missa Campal / I. S.	346,02	48,1	44,2
Instalações Sanitárias	347,81	138,1	99,2
Palco / Arrumos	347,10	80,5	77,3

4.1.2 PLANEAMENTO DOS TRABALHOS

Quando o autor assumiu as suas funções, alguns dos edifícios já se encontravam em fase de acabamentos.

A construção do Santuário foi subcontratado a uma única empresa, sendo que os trabalhos foram supervisionados por vários técnicos do ACE, consoante a sua especialidade.

O autor não ficou com o acompanhamento de todos os trabalhos, tendo ficado com os trabalhos que são descritos no planeamento efetuado e acompanhado.

4.1.3 ATIVIDADES ACOMPANHADAS PELO AUTOR

Na altura em que foi iniciado o estágio, os diversos edifícios encontravam-se numa fase final, com exceção da Capela, onde se encontravam diversos trabalhos por executar.

4.1.3.1 Capela

Metodologia para a desconstrução e Reconstrução do Santuário

a) Introdução

O processo de transladação do Santuário de Santo Antão da Barca envolveu os seguintes grupos de atividades (23):

- Levantamento exaustivo do interior do Santuário, do espólio artístico e dos elementos decorativos do mesmo, registados por fotografia e peças desenhadas, de forma a transpor o mais fielmente possível todas as características existentes para o novo Santuário. Seguidamente procedeu-se à remoção cuidada das peças constituintes desse mesmo espólio artístico, e ao envio das mesmas para uma oficina na zona, e após restauro foi reaplicado.
- Desconstrução do Santuário existente e transporte dos materiais a integrar na reconstrução para um local próximo da nova localização, devidamente acondicionados, catalogados e protegidos.
- Reconstrução da capela no novo local
- Reposição do espólio artístico e elementos decorativos no novo Santuário.

Antes de se iniciar a desconstrução do Santuário existente, foi preparado um local nas proximidades do novo Santuário, onde foi acondicionado os materiais provenientes do desmonte que serão reaproveitados. No caso de materiais deterioráveis, por exemplo madeiras, foram protegidos da intempérie. Os elementos que estavam deteriorados e que foram considerados aproveitáveis, foram reabilitados em oficina.

b) Elementos a transladar

Descrição Geral

Estava previsto em Projeto, que os elementos a reaproveitar/transladar para o novo edifício fossem (23):

- Todos os elementos arquitetónicos em cantaria de granito existentes no exterior e interior do edifício;

- Todo o espólio artístico existente no santuário;
- A telha que fosse aproveitável;
- Os elementos de madeira da cobertura que forem aproveitáveis
- Os elementos de pedra do pavimento da capela e os restantes elementos de pedra de granito aparelhada do interior do edifício
- Os elementos de alvenaria de pedra das paredes do edifício que após a demolição das mesmas foram considerados aproveitáveis.
- Outros elementos que foram detetados durante a demolição que se entenderam possuir valor patrimonial

Lista dos Elementos Arquitetónicos a Trasladar

Nas fotografias da Figura 4-3, estão representados os elementos arquitetónicos do exterior do edifício que foram reintegrados na construção do novo santuário. (23)





Figura 4-3 – Capela antiga a transladar

Nas fotografias da Figura 4-4 ilustram-se os elementos arquitetónicos do interior do edifício que foram reintegrados no novo santuário (23).



a) Pedras policromadas do Arco Triunfal b) Degraus de pedra junto ao altar da capela-mor



c) Molduras de portas e janelas em pedra granítica

d) Duas pias batismais



e) Pavimento em lajeado de granito e de xisto



f) Pavimento em pedra da capela-mor e sacristia g) Escadaria para o púlpito encastrada na parede



h) Cantarias da Porta da entrada principal.

Figura 4-4 – Elementos arquitetónicos do interior a reintegrar no novo santuário

c) Desconstrução do Santuário Existente

Os trabalhos de desconstrução do Santuário foram acompanhados por uma equipa de Arqueologia, que procedia ao registo das várias fases de evolução dos mesmos, tendo em vista a salvaguarda dos elementos a preservar e verificar a ocorrência de elementos patrimoniais não detetados nos levantamentos iniciais.

Esta atividade desenvolveu-se nos seguintes passos (23):

- Levantamento fotográfico e geométrico exaustivo do Santuário existente, com elaboração/atualização de peças desenhadas;
- Caracterização e desmonte do espólio artístico do interior da capela, incluindo das pinturas atuais e das subjacentes às mesmas;
- Remoção do reboco interior e exterior da capela, por forma a expor a constituição das paredes;
- Remoção das portas e janelas existentes, registando de forma detalhada a sua constituição e os respetivos sistemas de fixação para posterior reaplicação;
- Registo fotográfico exaustivo das paredes interiores e exteriores e completagem dos levantamentos geométricos;

- Numeração dos elementos arquitetónicos a transladar (elementos de granito aparelhado e trabalhado), registando cada número sobre o próprio elemento e sobre as fotografias / peças desenhadas / esquemas previamente elaborados.
- Levantamento da telha presente na cobertura, de forma cuidada para permitir a futura reaplicação;
- Registo fotográfico e levantamento geométrico detalhado da estrutura da cobertura;
- Desmonte da estrutura da cobertura;
- Levantamento cuidado do lajeado do pavimento, com a numeração e inventariação das lajes de granito do corredor central e na delimitação dos quatro quadrantes, e ainda dos degraus em granito de acesso ao altar-mor.
- Desmonte dos elementos superiores da capela: cruz, sineta, campanário, pináculos e cornijas
- Demolição das paredes em faixas horizontais sucessivas, de forma cuidadosa para não danificar as pedras dos cunhais e molduras de portas e janelas, bem como de outros elementos pétreos aproveitáveis. Em cada fiada foi-se procedendo ao desmonte dos oito cunhais, do frontão da porta principal, as cornijas, ombreiras, lintéis e soleiras das três portas e oito janelas, o arco triunfal na ligação entre o corpo principal e o altar-mor e as pias encastradas no alçado principal e no alçado lateral direito
- No que diz respeito ao arco triunfal, dado se tratar de um elemento em cantaria de pedra granítica pintada, foram tidos especiais cuidados na sua remoção e manuseamento;
- As paredes foram demolidas apenas até à zona de contacto com a fundação, a qual foi coberta com uma camada das pedras das paredes atuais não aproveitáveis, ficando assim como memória futura da capela existente no local.

d) Construção do novo Santuário

A capela existente incorporava várias tecnologias de construção contemporâneas, tais como sejam os rebocos exteriores de base cimentícia, o pavimento do altar-mor em betonilha de argamassa de cimento e areia, as pinturas exteriores em tinta plástica e a cobertura em telha industrial tipo “Lusa”. Estas alterações resultaram de intervenções efetuadas no ano de 2001.

No projeto atual, foi proposto executar uma solução ao nível das argamassas mais próxima do original, e com melhor compatibilidade à estrutura de alvenaria de pedra. Para todos os rebocos e assentamento das alvenarias e outros elementos a executar, uma argamassa de cal constituída por cal hidráulica da classe NHL3.5 (EN459-1), com a cal da marca Secil, Natural Lime NHL 3.5, e areia predominantemente siliciosa de adequada granulometria, com dosagem mais rica em cal nas fundações, mais pobre no assentamento das paredes de pedra e ainda mais pobre nos rebocos.

Executou-se os rebocos com uma espessura de 1,5 cm. Nas paredes interiores posteriormente foram aplicadas as pinturas decorativas.

A pintura aplicada no exterior é impermeável à água, mas permeável ao vapor de água, evitando-se assim a degradação da alvenaria, por formação de sais.

Os passos seguidos no processo de reconstrução da capela foram, a traços gerais, os inversos dos utilizados na desconstrução desta.

Os trabalhos tiveram início com a execução das fundações da capela.

A fundação foi constituída por um betão de regularização com altura variável, assente sobre o estrato rochoso, sobre o qual foi executado um embasamento em alvenaria de xisto, à semelhança do original, com altura variável, terminando à cota de início das paredes. O embasamento tem uma sobrelargura de 0,10m para cada lado da parede, sendo a alvenaria ligada com argamassa acima definida.

A alvenaria de pedra foi ligada, desde o betão de regularização até cerca de 20 cm acima do terreno natural, com a argamassa de cal atrás definida adicionada de um adjuvante hidrófugo, de forma a fornecer um certo grau de corte hídrico, limitando a eventual ascensão por capilaridade de humidade pelas paredes, e conseqüente deterioração das alvenarias, rebocos e pinturas.

A argamassa foi executada em obra, em misturadora mecânica vulgarmente conhecida por betoneira, onde eram adicionados os componentes, a cal e a areia, juntamente com o adjuvante, tendo utilizado o SikaCim, da Sika, com uma dosagem de 2% do peso do ligante.

As paredes foram reconstruídas segundo os processos tradicionais, com a mesma técnica utilizada na capela original, com alvenaria de pedra de xisto aparelhada, com imbricamentos (pedras que atravessam toda a espessura da parede), dispostos segundo uma malha que não excedia 1,20x1,20 m², de forma alternada. O núcleo

remanescente das paredes foi preenchido com um enchimento em alvenaria de xisto irregular argamassada. Na execução das paredes foi integrada a pedra proveniente do desmonte do Santuário antigo que foi considerada aproveitável.

À medida que foram sendo elevadas as paredes, foram sendo colocadas as cantarias de granito da capela original (os cunhais, o frontão, as cornijas, ombreiras, lintéis e soleiras, o arco triunfal e as pias). No final foi colocado o lajeado do pavimento da capela e os degraus de acesso ao altar-mor, assentes sobre uma camada de massame à base de cal, após prévia colocação de enrocamento.

Para execução do arco triunfal foi montado previamente um cimbreiro dotado de capacidade para suportar as forças horizontais e verticais atuantes. O arco foi executado de forma simétrica da base para o topo, em fiadas horizontais. À medida que foram sendo colocadas as pedras do arco, foi também sendo executada a parede. Após a colocação da pedra de fecho do arco e de executado uma altura de parede de um metro sobre o fecho, o cimbreiro foi removido.

A abóbada do altar-mor foi constituída por tijolo maciço argamassado e foi executada sobre cimbreiro previamente montado. As vigas de madeira e ripas de assentamento da telha foram colocadas posteriormente, mas sem descarregar sobre a abóbada. Os mesmos critérios foram empregues na abóbada e cobertura da sacristia.

A cobertura da nave foi executada em madeira, aproveitando os elementos antigos, substituindo os elementos que revelavam um estado de degradação incompatível com a sua reabilitação e reaplicação. As vigas de madeira foram contraventadas com os tirantes metálicos existentes na capela antiga.

Na última fase foram executados os rebocos e pinturas de proteção ou as decorativas tanto no interior como no exterior, com a composição descrita anteriormente, incluindo a pintura no teto da capela-mor, e colocados os vãos de janelas e portas. Finalmente, procedeu-se à recolocação de todo o espólio artístico retirado da capela original.

e) Acompanhamento dos Trabalhos

Quando o autor assumiu as suas funções, a capela já se encontrava em construção (Figura 4-5), com as paredes executadas, faltando a cobertura, acabamentos e colocação do espólio artístico.



Figura 4-5 – Capela em construção

Encontravam-se em execução os rebocos (Figura 4-6), com argamassa de cal hidráulica da classe HL3.5, com baixo teor em sais, ao traço 1:4 (Cal : Areia).



Figura 4-6 – Execução de rebocos

Na zona do altar-mor, estava previsto uma abóboda, que foi executada em tijolo maciço assente com argamassa de cal hidráulica da classe HL3.5, com baixo teor em sais, ao traço 1:3 (Cal : Areia) (Figura 4-8), sendo necessário executar previamente um cimbra de suporte em madeira (Figura 4-7).

A estrutura de madeira e ripas de assentamento da telha foram colocadas posteriormente, mas sem descarregar sobre a abóbada. Os mesmos critérios foram empregues na abóbada e cobertura da sacristia.



Figura 4-7 – Execução de cimbra da abóboda do altar-mor



Figura 4-8 – Execução de abóboda em tijolo maciço

A cobertura da nave foi executada em madeira (Figura 4-9), aproveitando os elementos da anterior capela que estavam em bom estado. As empenas de madeira serão contraventadas com os tirantes metálicos retirados da capela.



Depois de removidos da capela antiga, os altares e outras peças em madeira, como a Balaústrada com ornatos entalhados a ouro fino e policromados, frisos de remate superior das paredes e arranque da abóboda, foram objeto de tratamento em oficina, nomeadamente limpeza, recuperação de partes danificadas, tratamento de fendas/fissuras, tratamento da oxidação de peças metálicas, reintegrações cromáticas das superfícies policromas com tintas acrílicas e das superfícies metálicas com micas aglutinadas em ligante acrílico.

Após as peças serem objeto dos trabalhos de conservação e restauro necessários, e estando a Capela em condições de receber as mesmas, foram colocadas e em seguida foram necessários alguns trabalhos (Figura 4-12), nomeadamente:

- Colocação por encaixe e aparafusamento com parafusos inoxidáveis das distintas peças desmontadas.
- Verificação final de todas as uniões e apoios.
- Retificação de preenchimentos ao nível do suporte e das camadas preparatórias.
- Retificação de reintegrações cromáticas.
- Aplicação de camada de proteção.



Figura 4-12 – Montagem de altares e frisos em madeira, com ornamentos dourados

Foram acompanhados os trabalhos de recuperação das paredes, cantarias e tetos (Figura 4-13) que foram transladados da capela antiga, que consistiram em:

- Acompanhamento da execução das camadas preparatórias da pintura.
- Produção da réplica.
- Realização do desenho tendo por base os levantamentos e estudos efetuados na fase inicial
- Realização da pintura
- Aplicação de camada de proteção.



Figura 4-13 – Recuperação de pinturas em tetos, paredes e cantarias

4.1.3.2 Revestimentos exteriores

Pinturas

Execução de pintura em paredes e tetos exteriores (Figura 4-14), com tinta aquosa mate a três demãos, na cor branco, seguindo a seguinte sequência:

- As superfícies foram previamente limpas e desengorduradas, com água;
- Aplicação de primário;
- Corrigidas os defeitos das superfícies por meio de massas adequadas à tinta, e posteriormente ocorreu uma lixagem, corrigindo assim as imperfeições;
- Aplicação da tinta aquosa a três demãos.



Figura 4-14 – Pintura de paredes exteriores

Algumas das paredes dos vários edifícios, além da pintura, foram revestidas com pedras em granito amarelo real, de 4 cm de espessura (Figura 4-15), tendo compreendido os seguintes trabalhos:

- Furações na parede de alvenaria ou em elementos estruturais;
- Colocação de buchas;
- Colocação de grampos Halfen HRM
- Colocação de pedra em granito.



Figura 4-15 – Revestimento de paredes exteriores com granito

De forma a garantir a boa fixação das pedras, foram as mesmas fixadas através de grampos metálicos (Figura 4-16), e assim foi criada uma caixa de ar.

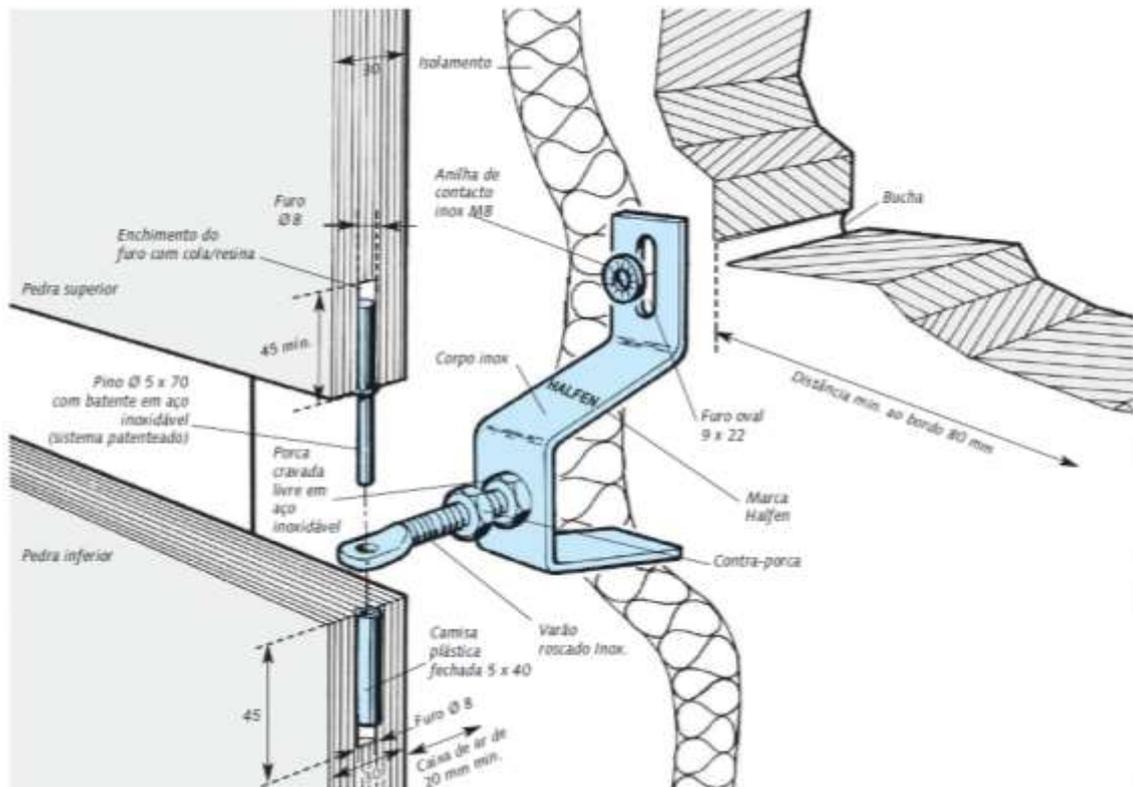


Figura 4-16 – Esquema de fixação das pedras (24)

Nos pavimentos exteriores, envolventes aos edifícios foram colocadas lajetas de betão (Figura 4-17) com 0,60 x 0,40 m de 4 cm de espessura, compreendendo os seguintes trabalhos:

- Abertura de caixa de pavimento;
- Colocação de camada de areão, devidamente compactada, com 15 cm de espessura;
- Colocação da lajeta



Figura 4-17 – Colocação de lajetas de betão

4.1.3.3 Escadas de Madeira

No recinto, existem vários desníveis, pelo que foi necessário executar acessos aos locais e como forma de minimizar os danos na paisagem e encontrar materiais sustentáveis, foram executadas escadas em madeira, devidamente tratada.

Foi modelado o terreno, executados os degraus no talude, em seguida cravados os prumos na vertical e ligados horizontalmente por outras peças em madeira (Figura 4-18).



Figura 4-18 – Escadas de madeira no recinto

4.1.3.4 Vias de acesso e Parques de estacionamento

Na faixa de rodagem das diversas vias e nos parques de estacionamento foi executada uma camada em Agregado Britado de Granulometria Extensa (ABGE), com uma espessura de 20 cm (Figura 4-19).



Figura 4-19 – Caminho de acesso ao Santuário

4.1.3.5 Integração Paisagística

O projeto de integração paisagística, pretende enquadrar o recinto em relação à envolvente, reduzindo o impacto visual através de um adequado revestimento vegetal de taludes e áreas adjacentes, adaptando as plantações e sementeiras à vegetação característica da região, procurando neste sentido integrá-lo tanto quanto possível na paisagem envolvente.

O método realizado destas sementeiras é a hidrossementeira, que consiste num tipo de sementeira por aspersão hídrica, que foi estabelecido da seguinte forma:

- No tanque misturador introduziram-se os lotes de sementes, fertilizantes, corretivos e aditivos em quantidades proporcionais à área a semear, preenchendo a sua capacidade com água, misturando até se conseguir a homogeneidade;
- A mistura foi depois aspergida por meio de um grupo motobomba e através de uma mangueira com espalhador, e devido à sua constituição (espécies herbáceas e arbustivas rasteiras), foi efetuada uma única passagem (Figura 4-21).

No que diz respeito às árvores, foram instaladas exclusivamente por plantação, incluindo abertura de cova de plantação (com cerca de 0,80 m x 0,80 m x 0,80 m),

picagem do fundo e paredes da cova, enchimento com terra fertilizada (com matéria orgânica e adubo composto), plantação propriamente dita, colocação de tutores e regas de instalação (Figura 4-20).



Figura 4-20 – Execução de plantações de árvores



Figura 4-21 – Execução de hidrossementeira

4.1.3.6 Instalações Especiais

Em Edifícios estão contempladas Redes de Instalações Especiais, como AVAC, Águas e Esgotos, Incêndio e Eletricidade.

Rede de Águas

O abastecimento de água aos Edifícios será feito a partir de um reservatório, abastecido pela Rede Pública, através de ramais aos diversos edifícios.

A rede foi colocada em espaços técnicos, reservas, e/ou ocultas nos tetos falsos (Figura 4-22) e embutida nas paredes dos corredores de onde ramificarão para as diversas instalações (25).

Foram considerados os seguintes materiais para a rede de água fria:

- Tubagem interior e acessórios – Aço inox 316 sistema “press fitting”
- Tubagem exterior (ramal) - PVC PN10
- Torneiras - latão cromado
- Válvulas - bronze e ferro fundido consoante os diâmetros



Figura 4-22 – Instalações Especiais

Redes de Esgotos

Rede de Drenagem de Águas Domésticas

As redes de esgotos dos Edifícios terão o seu início nos sifões dos aparelhos, sendo que os esgotos serão encaminhados através de ramais de descarga descarregando diretamente em caixas e depois conduzidos através de rede enterrada às caixas de ramal de ligação estabelecendo-se posteriormente a sua ligação a uma fossa séptica.

Será prevista ventilação através do prolongamento dos tubos de ventilação até à cobertura, no início nas caixas de início dos ramais.

Foram instalados ralos de pavimento nas instalações sanitárias.

A canalização de esgotos domésticos à vista foi executada em PVC SN 2 e a enterrada em PVC SN 8.

Rede de Drenagem de Águas Pluviais

As águas precipitadas nas coberturas inclinadas serão sempre encaminhadas diretamente para o pavimento. Na cobertura plana da zona técnica as águas serão encaminhadas através das pendentes na superfície sendo recolhidas por ralos ligados a gárgulas com descarga ao pavimento.

Foram colocados tubos “ladrao”, que permitirão detetar eventuais entupimentos.

As gárgulas colocadas são em aço inox.

Instalações elétricas

A instalação da rede elétrica predial (Figura 4-23) é uma das etapas importantes na construção de um edifício, visando o conforto e a sua utilização.

Na execução dos edifícios foram consideradas as seguintes instalações (26):

- Canalização para alimentação de energia às instalações a partir da rede pública da EDP;
- Sistema de contagem de energia através da utilização de TI's;
- Rede de Cabos de Alimentação a todos os quadros elétricos e recetores específicos;
- Quadros elétricos para usos gerais e específicos;
- Iluminação normal e tomadas nas instalações de utilização;
- Iluminação de segurança nas instalações de utilização;
- Caminhos de cabos para as canalizações de energia e correntes fracas;
- Sistema de Segurança contra Intrusão;
- Sistema de Quadro de Alvos;
- Sistema de condutores e terra de proteção.

Em relação a esta atividade, na altura em que foi iniciado o estágio, esta já se encontrava numa fase final, encontrando-se poucos trabalhos por realizar, bem como o teste às instalações.



Figura 4-23 – Execução Instalações Elétricas

Instalações de AVAC e Comportamento Térmico

Nos Edifícios dos Romeiros, Ermitão, Casa dos Milagres, foram previstas e executadas Instalações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (Figura 4-24).

A solução preconizada e projetada para estas instalações foi efetuada tendo por base a minimização do investimento inicial das instalações e equipamentos, e ainda a otimização dos custos de exploração e manutenção dos mesmos, face a uma racionalização de consumos de energia (27).

Os sistemas de climatização são destinados a manter temperaturas de conforto, 20°C em aquecimento e 24°C em arrefecimento, em todos os espaços a climatizar.

Os sistemas utilizados são unidades de expansão direta do tipo bomba de calor de Volume de Refrigerante Variável (VRV) e são compostos por uma unidade exterior montado na cobertura, que alimentará através dum sistema a 2 tubos as várias unidades interiores do tipo ventilo-convetor, de conduta ou mural, a instalados nos espaços a climatizar.

Os edifícios, foram dotados de instalações de climatização individuais, destinadas a controlar a temperatura dos espaços interiores com ocupação permanente.

A climatização será efetuada por uma unidade interior de expansão direta ligada à respetiva rede de distribuição de fluido frigorígeno, dotada de controlo local situado em local isento do contacto direto da radiação solar, fontes de calor pontuais, bem visível e de fácil acesso para os ocupantes, normalmente situado a 1,5 m do pavimento.



Figura 4-24 – Colocação Equipamentos AVAC na cobertura dos Edifícios

Esta foi considerada uma das obras mais emblemáticas do AHBS, pela sua componente social e o que representa para a população local, sendo que o autor teve a oportunidade de contactar não só com subempreiteiros de várias especialidades, mas devido ao trabalho da Capela, com técnicos de restauro e conservação, historiadores, arqueólogos, entre outros técnicos especialistas na área de restauro de edificado histórico.



Figura 4-25 – Santuário de Santo Antão da Barca

4.2 Reforço Estrutural de Ponte sobre o Rio Sabor na EN315 - IC5

4.2.1 CARATERIZAÇÃO

No traçado do Rio Sabor existe uma Ponte, situada na EN315 / IC5, cujos pilares e respectivas fundações são interferidos pelo Nível de Máxima Cheia (Cota 235) do Escalão de Montante, relativo ao Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor.

Esta Ponte tem um comprimento total, entre eixos de apoios, de 560m repartidos por vãos de 75+125+160+125+75m (28).

O pilar P1 está fundado na cota 232,50m, pelo que a diferença relativamente à cota de máxima cheia é de apenas 2,50m, sendo apenas a sapata de fundação atingida pelo nível da albufeira.

Os pilares P2 e P3 são fundados às cotas 180,10m e 184,70m, respetivamente, ou seja, 55m abaixo da cota de máxima cheia, no caso condicionante.

O pilar P4 encontra-se fundado à cota 237,23, fora do nível máximo da albufeira.

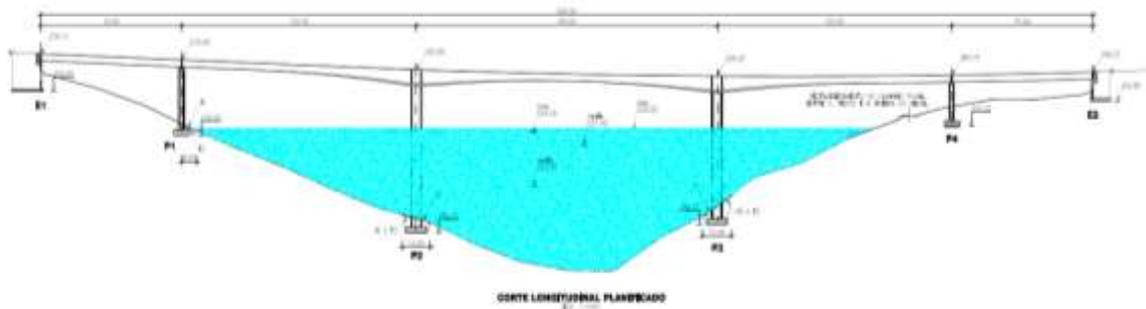


Figura 4-26 – Corte esquemático à cota de nível máximo cheia (236) (29)



Figura 4-27 – Vista da Ponte Sobre o Rio Sabor

Os pilares P2 e P3 e respetivas fundações irão ficar parcialmente submersos após o enchimento da albufeira, numa altura que atinge os 55m. Tratando-se de uma situação que pode potenciar o surgimento de reações expansivas nos betões, foi elaborado um plano de ensaio, com diversos ensaios, como carotes para realização de análise petrográficas, medição de recobrimentos, além de inspeções visuais.

Dos ensaios realizados, verificou-se que foram utilizados na composição dos betões, inertes com sílica potencialmente reativa, o que, associado à forte presença de água após o enchimento da albufeira, poderá criar as condições para se virem a desenvolver reações expansivas do tipo alcalis-sílica. Verificaram-se também sintomas de corrosão em alguns locais dos pilares devido a insuficiência de recobrimento.

Em face destas constatações, e após várias análises e reuniões efetuadas entre a EDP / Projetistas / Fiscalização / ACE / LNEC, e face ao enchimento da albufeira, a EDP informou que decidiu promover a elaboração do projeto de intervenção, pois existe um conjunto de fatores (indefinição da origem dos agregados utilizados, dosagem do ligante, temperaturas ambiente aquando da betonagem) que levam a considerar a situação mais gravosa que é o betão da ponte apresentar reatividade aos alcalis e aos sulfatos.

A intervenção consistirá na aplicação de um sistema de proteção impermeável, em toda a altura inundável dos pilares, englobando as suas superfícies exteriores e interiores e as faces acessíveis das sapatas de fundação (Figura 4-28). No caso do

pilar P1, não se incluem as superfícies interiores, pois o nível de máxima cheia não atinge o fuste do pilar.



Figura 4-28 – Ponte s/ o Rio Sabor – Proteção dos pilares em execução (abril 2014)

Sobre o sistema de proteção impermeável deverá adicionalmente ser aplicado um revestimento para proteção contra os raios UV na zona de molhagem/secagem.

Além do sistema referido, foi previsto a aplicação de um encamisamento de betão armado nas sapatas dos pilares P1, P2 e P3.

O encamisamento a aplicar nas sapatas dos pilares P1, P2 e P3 deverá ser em betão com as seguintes características (30):

Quadro III – Características do betão

Classe de Resistência	Classe de Exposição	Teor de Cloretos	D _{max} (mm)	Classe Consist.	Recobr. (cm)
C 30/37	XC2 (P)	Cl 0.40	22	S3	5.0

Para prevenir o surgimento de reações expansivas, o betão deverá ainda obedecer aos seguintes requisitos (30):

- Contar com um valor não inferior a 30% de cinzas volantes na estrutura do ligante hidráulico, de acordo com o critério definido no ponto 3.3.3.1 da especificação LNEC E461.
- Ter características de impermeabilidade da classe B, classe para a qual o limite da profundidade média e máxima de penetração de água sob pressão, determinada segundo a NP EN 12390-8, é de 25mm e 35mm, respetivamente, valores para os quais o betão é considerado impermeável.

A metodologia de composição dos betões deverá incluir aditivo anti-retrátil, do tipo Sika Control 40, o que vai permitir uma grande redução da retração de secagem, aumentando assim a sua durabilidade .

As armaduras do encamisamento de betão deverão ser em aço A500 NR de ductilidade especial, de acordo com a especificação LNEC E 460.

Durante a execução do encamisamento das sapatas, prevê-se a colocação de mangueiras perfuradas verticais, que serão *fixadas* às armaduras (Figura 4-29), na zona de contato entre o betão novo e o betão existente, procedendo-se posteriormente à injeção através de tubos com resina de poliuretano. Este procedimento destina-se a minimizar a ascensão de água pela superfície vertical de contacto entre o betão novo e o betão existente.

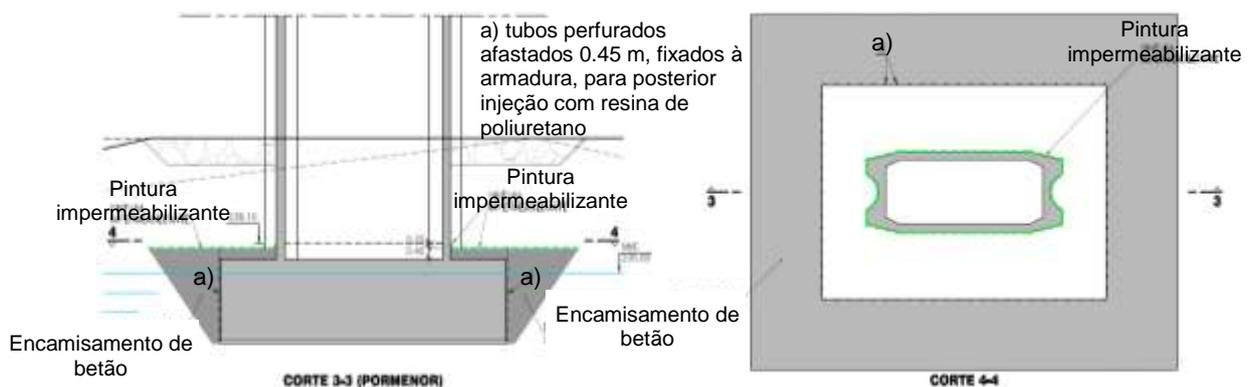


Figura 4-29 – Ponte s/ o Rio Sabor – Pormenor de Execução

Por último, deverá ocorrer a reposição dos materiais de aterro sobre as sapatas, com a camada superficial a consistir em rachão aplicado em sucessivas camadas até perfazer uma espessura de 0,80 m, e assente sobre manta geotêxtil.

4.2.2 PLANEAMENTO DOS TRABALHOS

Para a realização dos trabalhos, foi adotada a seguinte sequência:

Fase 1

- Montagem da armadura envolvente à Sapata do P3, previamente cortada e moldada no estaleiro central;
- Colocação de tubos para posterior injeção com resina;
- Betonagem com 1,50 m de altura;

Fase 2

- “Grifagem” da camada superficial de betão;
- Montagem da armadura envolvente à Sapata do P3, previamente cortada e moldada no estaleiro central;
- Betonagem com 1,40 m de altura;

Fase 3

- “Grifagem” da camada de betão;
- Montagem da armadura envolvente à Sapata do P3, previamente cortada e moldada no estaleiro central;
- Colocação de cofragem
- Colocação de remates nas mangueiras;
- Betonagem até perfazer a altura de projeto;
- Cura com água, protegendo contra a desidratação descontrolada e consequente fissuração do betão;

Fase 4

- Injeção de resina entre o betão novo e o betão velho;
- Revestimento do Betão com sistema de proteção nas sapatas P2 e P3;
- Colocação de manta geotêxtil e enrocamento na Sapata P3
- Colocação de manta geotêxtil e enrocamento na Sapata P2 e P1.

Baseado na experiência anterior da execução do *encamisamento* das sapatas dos Pilares P1 e P2, foi efetuado um planeamento das atividades a realizar (Quadro IV), e que era acompanhado nas reuniões semanais de produção, onde era atualizado com as atividades realizadas.

4.2.3 ATIVIDADES ACOMPANHADAS PELO AUTOR

Tendo o estágio se iniciado em meados de junho 2014, proteção dos pilares já tinha ocorrido e o encamisamento com betão armado das sapatas dos pilares P1 e P2.

Encontrava-se apenas por realizar os trabalhos na Sapata do P3 e finalizar alguns trabalhos nas outras sapatas.

Os trabalhos tiveram início com a colocação da armadura, necessária até à 1ª betonagem.



Figura 4-30 – Colocação de armaduras

As armaduras previamente cortadas e moldadas no Estaleiro Central, transportadas para o local da obra com camião grua, foram montadas no local pelos armadores de ferro, com a colaboração de empilhador telescópico, vulgarmente conhecido por “Manitou” (marca do equipamento) (Figura 4-30).

Na montagem das armaduras, na zona do betão existente, era previamente colocado um tubo perfurado, que seria posteriormente injetada com resina de poliuretano (Figura 4-31)



Figura 4-31 – Mangueira para injeção



Figura 4-32 – Retirada de água da zona de trabalhos

Antes da betonagem, foi retirada a água da zona envolvente à sapata (Figura 4-31), através de eletrobomba submersível, alimentada por Grupo Gerador.

Foi solicitado o apoio da Equipa de Topografia, no sentido de verificar a quantidade de betão necessária, tendo após levantamento efetuado, sido estimado em 519 m³ (Quadro V).

Quadro V – Ponte IC5 – Estimativa de betão

NHBS - Empreitada Geral de Construção do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor - Obras Complementares - REFORÇO DOS PILARES DA PONTE DO IC-5																		
BETÃO DE REFORÇO NA SAPATA DO PILAR P-3																		
TK	BGT Este ponte	ÁREA (m ²)					VOLUME (m ³)					VOLUME ACUMULADO (m ³)					VOLUME TOTAL	
		C1	C2	C3	CA1	CA2	C1	C2	C3	CA1	CA2	C1	C2	C3	CA1	CA2		
0.00																		
2.00	2.00						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
4.00	2.00						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
6.00	2.00					10.94	0.00	0.00	10.94	0.00	0.00	0.0	0.0	10.9	0.0	0.0		
8.00	2.00	6.19	21.31	18.00			6.19	21.31	28.94	0.00	0.00	6.2	21.3	38.9	0.0	0.0		
9.67	1.67	23.66	23.66	18.61			25.18	37.55	30.57	0.00	0.00	31.4	58.9	70.4	0.0	0.0		
10.00	0.33	2.16	3.43	14.45			4.31	4.47	5.45	0.00	0.00	35.7	83.3	75.9	0.0	0.0		
12.00	2.00	2.62	3.97	7.95			4.78	7.40	22.40	0.00	0.00	40.5	70.7	96.3	0.0	0.0		
14.00	2.00	3.05	4.47	8.68			5.67	8.44	16.63	0.00	0.00	46.1	79.2	114.9	0.0	0.0		
16.00	2.00	3.35	4.81	8.93			6.40	8.29	17.61	0.00	0.00	52.5	88.4	132.5	0.0	0.0		
18.00	2.00	3.58	5.31	16.03			8.03	10.12	24.95	0.00	0.00	59.5	98.6	157.5	0.0	0.0		
20.00	2.00	3.76	5.60	15.33			7.34	10.91	31.35	0.00	0.00	66.8	109.5	188.8	0.0	0.0		
20.54	0.54	4.03	5.95	14.96			2.10	3.12	6.16	0.00	0.00	68.9	112.6	197.0	0.0	0.0		
20.54	0.00				20.83	20.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.9	112.6	197.0	0.0	0.0		
22.00	1.46				17.06	20.21	0.00	0.00	0.00	27.67	29.70	68.9	112.6	197.0	27.7	29.7		
24.00	2.00				9.31	13.60	0.00	0.00	0.00	26.39	33.81	68.9	112.6	197.0	54.1	63.5		
26.00	2.00						0.00	0.00	0.00	9.31	13.60	68.9	112.6	197.0	63.4	77.1		
28.00	2.00						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.9	112.6	197.0	63.4	77.1		
30.00	2.00						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.9	112.6	197.0	63.4	77.1		
Totais por Camadas=							69 m ³	113 m ³	197 m ³	63 m ³	77 m ³						Volume Total=	519 m³

O ACE dispôs de Central de Betão, que fornecia todo o betão para a Empreitada, sendo previamente programada a betonagem, através de impresso para o efeito (Figura 4-33), onde era identificado o tipo de betão, a quantidade, o elemento a betonar, a hora e início da betonagem, entre outros dados, impresso este que posteriormente servia para a betonagem ser aprovada pela Fiscalização.

		AHBS Empreitada Geral de Construção do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor			
PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO DE BETONAGEM				N.º: OC/0374/14	
Após acabamento da estrutura e completa verificação das peças, solicita-se autorização para betonar.					
ELEMENTO A BETONAR					
Localização: <input type="checkbox"/> Escalão Montante <input type="checkbox"/> Escalão Jusante <input checked="" type="checkbox"/> Obras Complementares Frente de Obra: <u>Intervenção em duas obras de arte da EN 315 (Sardão - Meirinhos)</u> Elemento de Obra: <u>Sapata do Pilar P3</u> N.º Desenho Referência: <u>AHBS.PE.14.00.OAE.09D/10D</u> UA: 7150 Fase: <u>Sapata do Pilar P3 - 1ª Fase</u>					
RECURSOS			PROCESSO		
(Previstos para o transporte e compactação do betão) Equipamentos/materiais: - Autobomba: 1 un. - Autobetoneira: 12 un. Meios Humanos: 1 Encarregado, 3 Carpinteiros, 1 Manobrador de Bomba			Betonagem: <input type="checkbox"/> Descarga Directa <input type="checkbox"/> Grua+Balde <input checked="" type="checkbox"/> Bomba <input type="checkbox"/> Projecção Cura: _____		
BETÃO					
Tipo	Classe resistência	Consistência	N.º Composição	Volume	
BAC	BAC	660 - 750	5051	132 m3	
Cota/pK Início Betonagem: 185,00		Cota/pK Fim Betonagem: 187,70		Dados do Pré-esforço:	
APARELHAGEM DE OBSERVAÇÃO A DEIXAR EMBEBIDA NO BETÃO					
Equipamentos	_____	_____	_____	_____	
Cota	_____	_____	_____	_____	
Resp. Instalação	_____	_____	_____	_____	
Eventuais proced. na coloc. e vibr. do betão envolvido	_____	_____	_____	_____	
PREVISÃO DE BETONAGEM			TOPOGRAFIA (Confirmação de dados)		
Data:	<u>02-07-2014</u>	Hora:	<u>06 h 00</u>	Cota/pK: _____	
Duração:	<u>6 h</u>	Volume Total:	<u>132 m3</u>	BVTn.º (se aplicável): <u>n.a.</u>	
Responsável: <u><i>AP.</i></u>		_____		Topógrafo: <u> / /</u>	
		<u>26-06-2014</u>			
AUTORIZAÇÃO DE BETONAGEM					
Data:	<u> / /</u>	Hora:	<u> h</u>	Fiscalização: _____	
Observações:					
Após autorização de betonagem por parte da Fiscalização, este registo é enviado para a Central de Betão, devidamente validado, ficando o original arquivado na Qualidade. Os Boletins de Verificação das Betonagens têm a mesma numeração do pedido de autorização de betonagem, ficando arquivados na área da Qualidade.					
AHBS/IMP.Q/033/03					

Figura 4-33 – PAB – Pedido de autorização de betonagem

Sendo a localização da betonagem a 36 km da Central, os técnicos aferiam a quantidade de gelo a adicionar ao betão, de forma a que quando o betão chegasse ao local, estivesse garantida a relação A/C e o betão estivesse em condições de ser

aplicado, após ser previamente efetuado o teste ao Slump e retirados os provetes para posteriormente efetuar ensaios à compressão (Figura 4-34).



Figura 4-34 – Recolha de amostras e teste ao slump

Sendo esta betonagem numa zona rural, os últimos 700 m em estrada de terra, de difícil acesso (Figura 4-35), na qual a mesma tinha a largura de uma autobetoneira, foi necessário garantir que não haveria problemas com o trajeto ascendente e descendente das autobetoneiras, pelo que foram colocados dois serventes com rádios que controlavam os movimentos das mesmas.



Figura 4-35 – Acesso ao local de betonagem

Previu-se igualmente para as betonagens uma auto-bomba de reserva, no caso da principal avariar, uma motoniveladora, no sentido de ir “raspando” a estrada rural, e rebocar alguma betoneira que não conseguisse transpor a inclinação da estrada, bem como um trator com jooper no sentido de ir molhando a estrada, evitando deste modo poeiras, nocivas aos trabalhadores.

Após a 1ª e 2ª betonagem (Figura 4-36), será efetuada a “grifagem” do betão (Figura 4-37), que consiste através de jato de ar, em retirar os finos (cimento/cinzas e areia) à camada superficial do betão, colocando o inerte a descoberto, com a finalidade da camada seguinte de betão efetuar uma melhor aderência.



Figura 4-36 – Betonagem da 1ª fase e 2ª fase



Figura 4-37 – Grifagem de betão

Para a betonagem da 3ª fase (Figura 4-39) foi necessário colocar cofragem (Figura 4-38), não sendo necessário nas anteriores.



Figura 4-38 – Colocação de cofragem e conclusão da montagem da armadura

A quantidade de betão foi de 474 m³, divididos em 132 m³ (1ª fase), 113 m³ (2ª fase) e 229 m³ (3ª fase), inferior ao previsto pela Topografia da obra.



Figura 4-39 –Betonagem da 3ª fase

Após a última betonagem ocorrer, com a finalidade de evitar a retração do betão, foi efetuada a sua cura (Figura 4-40), através da colocação de água sobre o mesmo, utilizando o jooper que estava em obra.



Figura 4-40 –Cura do betão

Em simultâneo a estas atividades, era transportado da pedreira junto ao estaleiro central, o rachão necessário para colocar sobre as sapatas dos Pilares P1, P2 e P3.

Após a betonagem, foi efetuada a injeção das mangueiras com resina de poliuretano e efetuada a proteção do betão, à semelhança do que foi efetuado nos pilares.

Por último, foi colocada manta geotêxtil sobre as sapatas e posteriormente rachão, em camadas até perfazer 0,80 m de altura (Figura 4-41).



Figura 4-41 – Colocação de rachão sobre as sapatas

Cerca de 18 meses após a conclusão dos trabalhos, a albufeira, encontrava-se perto da cota de máxima cheia (Figura 4-42).



Figura 4-42 – Ponte s/ o Rio Sabor – Enchimento à cota 230 (dezembro 2015)

4.3 Construção do Habitat de compensação da Vilarça

4.3.1 CARATERIZAÇÃO

Esta obra complementar compreende duas partes, a construção de um túnel com cerca de 1.300 m, que permite a adução de água da albufeira do escalão de jusante da Barragem para a Ribeira da Vilarça, e a Requalificação da Ribeira da Vilarça, a qual será objeto de acompanhamento em parte dos seus trabalhos pelo autor, e que será analisado neste capítulo.

A construção do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor vai submergir algumas zonas do rio Sabor utilizadas para a desova de populações piscícolas. A implementação e valorização do ecossistema constitui assim, uma ação de compensação, que visava criar condições nesta ribeira para a instalação de um habitat que estabelecesse uma alternativa às zonas de desova utilizadas atualmente pela comunidade ictiofaunística do rio Sabor.

Os diversos estudos realizados para a caracterização e identificação da Ribeira da Vilarça e sua envolvente, ao longo de 7 km a partir da foz com o rio Sabor (até ao cruzamento entre o IP2 e a EN215), concluíram que o troço entre a ponte da EN 623 e a foz oferecia condições de resguardo mais adequadas, o que, associado às condições do corredor, à sua maior largueza e aos usos da envolvente humana determinou condições potenciais para a intervenção e requalificação.

Tendo sido fixada num total de 7 km a extensão da ribeira a requalificar no decurso dos trabalhos do projeto.

Estes 7 km, que no projeto, foram divididos em dois troços, um de 5 km, e outro de 2 km, serão objeto das seguintes intervenções (31) (32) :

- Eliminação de *Arundo donax* (cana-comum)

Eliminação das canas (*Arundo donax*) através do seu corte e remoção da maioria da parte aérea da planta, seguida da aplicação localizada de glifosato a 4% (durante o mês de Agosto a início do mês de Setembro), evitando, tanto quanto possível, a aplicação sobre a vegetação indígena envolvente.

Esta intervenção visava que a vegetação autóctone vingasse.

- Estabilizações de Margens através de colocação de blocos de pedra

- Estabilizações de Margens por Plantação de Estacas de Salgueiros

Após a eliminação mecânica e química (quando aplicável) das canas, sejam plantadas em trincheiras paralelas às curvas de nível faxinas vivas de *Salix atrocinerea* (borrazeira-preta) ou de *Salix salviifolia* (borrazeira-branca), dispostas em malha alternada com afastamentos de 1 a 1,5 m, travadas por estacas vivas e mortas da mesma espécie (Figura 4-43).

Esta intervenção visava que no futuro as margens ficassem mais estabilizadas.

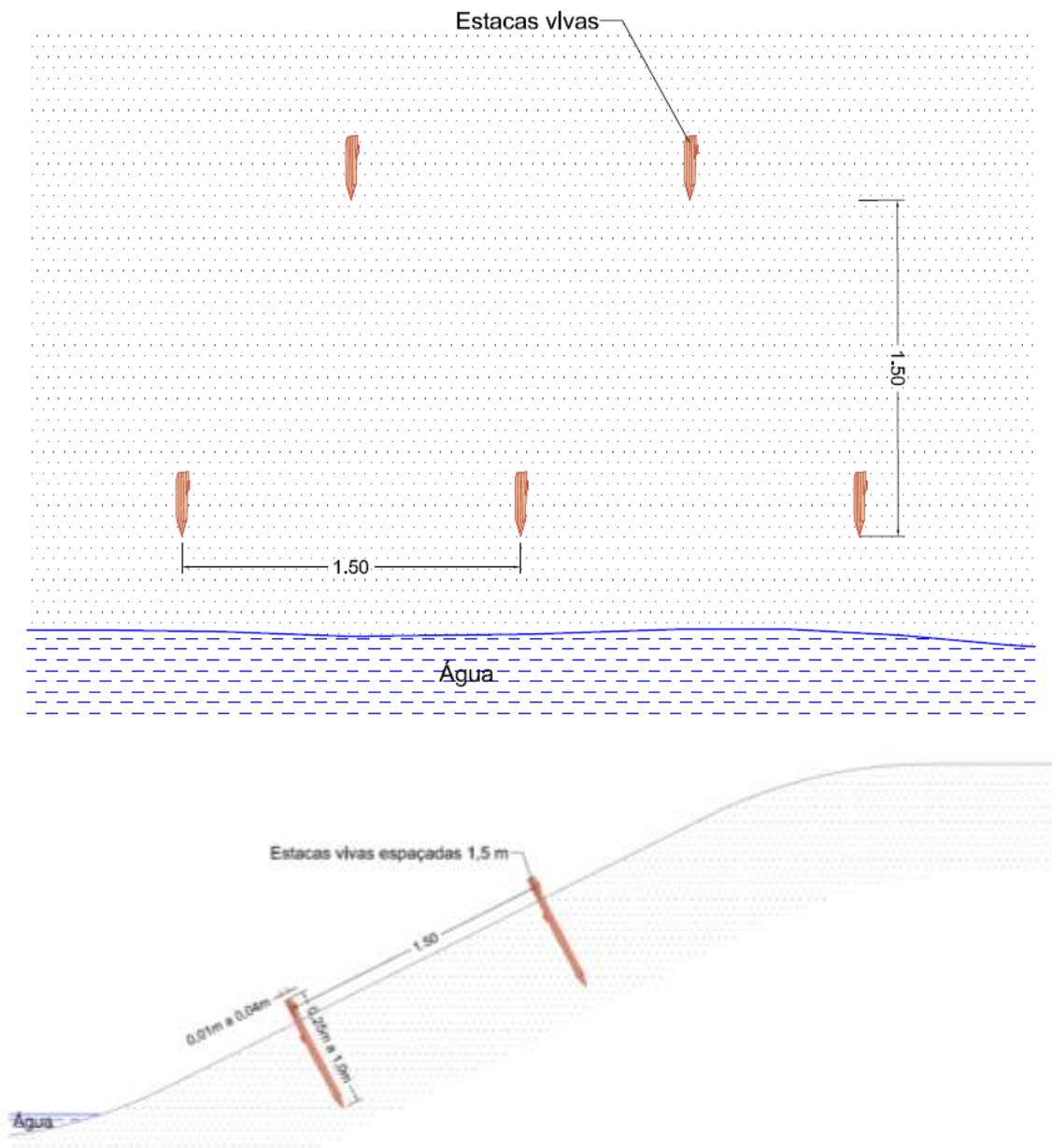


Figura 4-43 – Esquema da plantação de Estacas de Salgueiros (33)

- Estabilização de Margens em Processo de Erosão Acentuado
Km 4+425 (troço 5 km) – Margem esquerda com reduzida altura, mas muito remexida, com aspeto terroso; foi proposto a redefinição da margem com enrocamento, e a colocação de deflectores também em enrocamento (Figura 4-45). Margem direita muito inclinada, totalmente preenchida com cana; estando previsto o repovoamento com estacaria viva e a colocação de enrocamento na base, o reforço do talude com uma grelha de troncos de madeira (Figura 4-44), sustentada por estacas cravadas no talude.

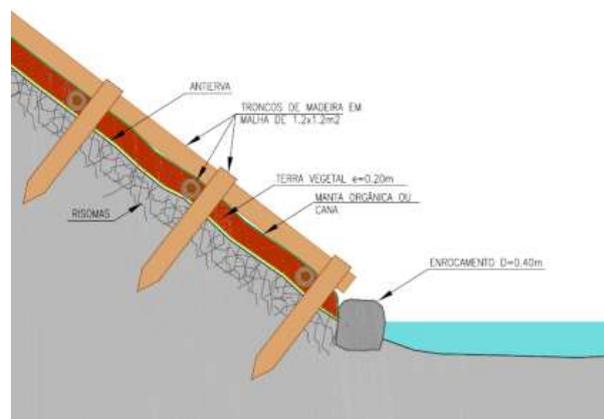


Figura 4-44 –Proteção de margens com troncos (13)

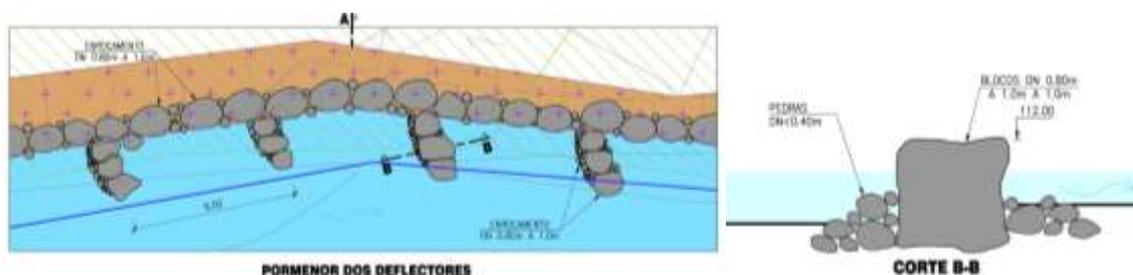


Figura 4-45 –Deflectores a colocar na margem esquerda (13)

Esta intervenção visa reduzir a velocidade da água, por um lado, e reforçar ambas as margens.

- Lunkers* (abrigos para peixes) – a localizar nas margens menos sujeitas à deposição de sedimentos, para evitar o seu preenchimento com estes materiais (Figura 4-46).

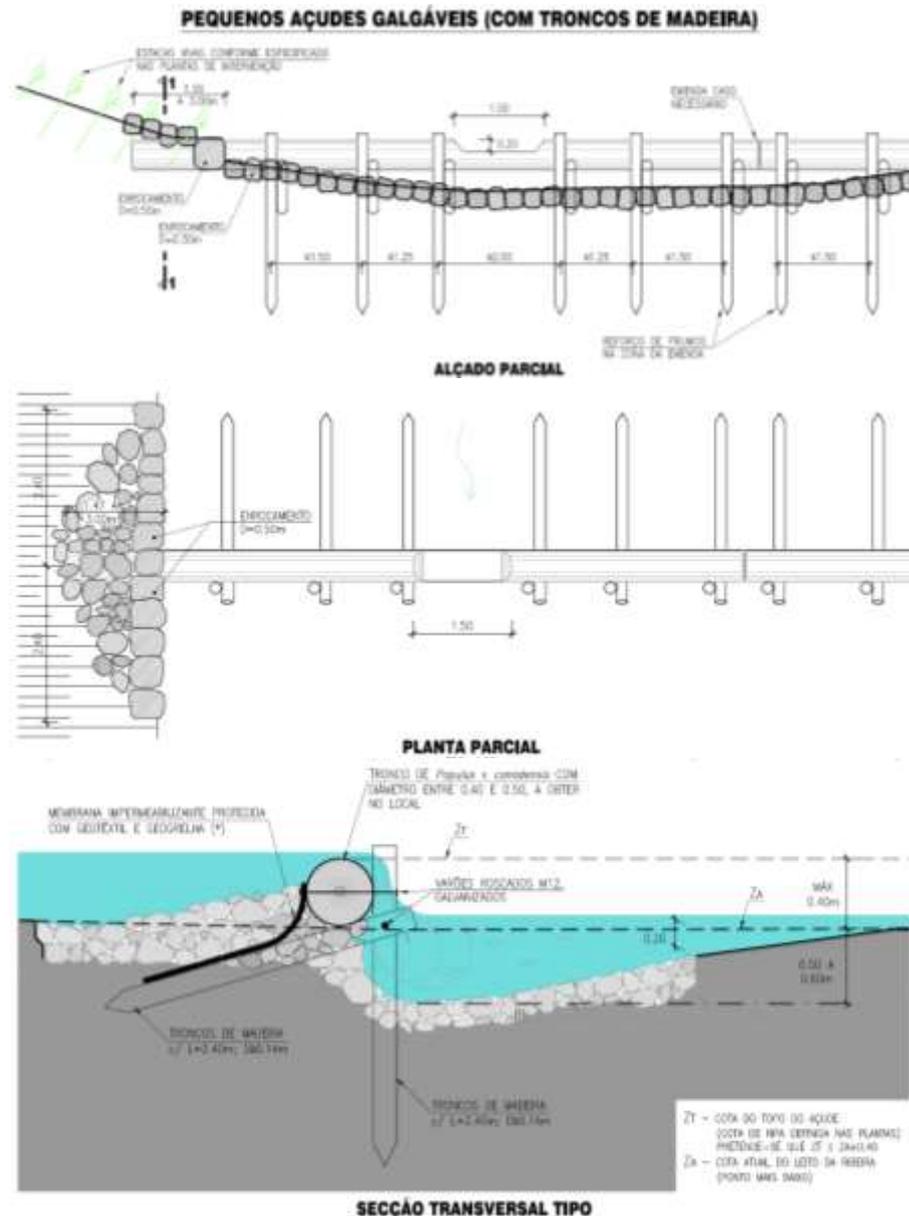


Figura 4-48 – Açudes galgáveis a construir no leito da ribeira da Vilariça (12)

- Plantação de Árvores

A plantação de árvores visa promover o restabelecimento da galeria ripícola autóctone em áreas desprovidas de vegetação, mais suscetíveis ao avanço da vegetação infestante e invasora.

Plantação de *Populus nigra* (choupo-negro), espécie adaptada a um maior afastamento da linha de água.

Plantações de *Alnus glutinosa* (amieiro), na zona da margem mais próxima do leito da ribeira.

No troço final da linha de água afluyente à Ribeira da Vilarça, cujo leito seca durante o verão, aproximadamente ao km 1+700, deverá ocorrer um reforço da plantação arbórea com *Fraxinus angustifolia* (freixo), que complementarà a plantação marginal de estacas de *Salix salviifolia* (borrazeira-branca).

4.3.2 PLANEAMENTO DOS TRABALHOS

Tendo se realizado intervenções na Ribeira anteriormente, estas foram infrutíferas, devido a terem ocorrido cheias e como as intervenções não estavam consolidadas, acabaram por ser destruídas ou sofreram danos consideráveis, pelo que houve a necessidade de reavaliar o projeto.

Desta avaliação, resultou a necessidade de efetuar novas intervenções, que vão ser objeto de acompanhamento e discriminadas neste relatório.

Para a realização dos trabalhos, foi decidido que os trabalhos iam sendo executados de jusante para montante, compreendendo as seguintes atividades:

- Construção de açudes galgáveis;
- Proteção de margens com blocos de pedra;
- Proteção de margens com troncos de madeira;
- Corte de canas e aplicação de herbicida;
- Plantação de Estacas e Faxinas de Salgueiros
- Plantações de árvores e arbustos
- Hidrossementeira

Foi efetuado um planeamento das atividades a realizar (Quadro VI), e que era acompanhado nas reuniões semanais de produção, onde era atualizado com as atividades realizadas.

4.3.3 ATIVIDADES ACOMPANHADAS PELO AUTOR

Com a entrada do autor no departamento em junho 2014, esta frente da empreitada encontrava-se parada, devido à necessidade de reformular os Projetos.

Após reunião no local onde estiveram presentes o Projetista, Dono da Obra, Fiscalização e outras entidades envolvidas, foram analisadas as intervenções efetuadas anteriormente, as melhorias a implementar e as adaptações às condições encontradas, visto que as intervenções a realizar são numa Ribeira, um local que consoante o nível de pluviosidade, poderá alterar e como os projetos iniciais datavam de agosto 2011, com a passagem de 3 invernos depois, houve necessidade de efetuar uma reavaliação do Projeto.

Assim, em julho 2014 são entregues um conjunto de novos desenhos pelo Projetista ao ACE, que posterior encaminha para o Dono de Obra para aprovação, os quais são aprovados em agosto 2014.

Após a aprovação pelo Dono de Obra, são programadas as intervenções, iniciando-se os trabalhos na última semana de agosto 2014, com pouco tempo até que se inicie a época de chuvas, com o consequente aumento de caudal na Ribeira.

O faseamento construtivo adotado, pretendeu limitar a deslocação dos equipamentos ao longo da Ribeira, pelo que se retomou os trabalhos de Jusante para Montante.

4.3.3.1 Construção de açudes galgáveis

Foram executados açudes galgáveis em troncos de madeira (choupo híbrido), aos km's 2+000, 3+217, 4+025 e 4+425 do troço de 5 km e ao km 0+560 do troço de 2 km (Figura 4-49).

Os troncos de choupo híbrido a empregar serão obtidos no local, devendo ser limpos do material lenhoso, retificados e cortados para serem empregues como estruturas transversais. Em cada açude foi colocado um tronco inteiro, estando previsto que, caso isso não fosse possível, por falta de troncos com características adequadas, os mesmos deveriam ser ligados entre si através de chapas de aço galvanizadas fixadas com parafusos roscados também galvanizados.

Para a execução dos açudes, foi utilizada a seguinte metodologia:

- Preparação do leito da ribeira;

- Escavação nas margens de uma zona entre 1,50 e 3,00m de comprimento, com a largura o mínimo possível, com a finalidade de encastrar o tronco;
- Colocar o tronco com diâmetro entre os 0,40 m e 0,50 m;
- Colocação de troncos de madeira, a travar o tronco principal;
- Colocação de tela impermeabilizante e geotêxtil;
- Colocação de enrocamento com as diversas dimensões previstas em projeto



Figura 4-49 –Execução de açudes galgáveis em troncos

Estes açudes visavam criar uma altura de água ao longo do leito da ribeira, que possibilitassem os peixes deslocarem-se para montante na ribeira, com a finalidade de efetuar a desova.

4.3.3.2 Lunkers

Foram executados diversos Lunkers ao longo das margens da Ribeira (Figura 4-50), que têm como objetivo abrigar os peixes.

Para a execução dos Lunkers, foi utilizada a seguinte metodologia:

- Escavação para modelação da margem
- Colocação de geotêxtil
- Colocação de estrutura de madeira
- Colocação de Blocos de Pedra



Figura 4-50 –Execução de Lunkers

4.3.3.3 Proteção de margens com blocos de pedra

Nos locais definidos em projeto e como forma de reforçar as margens, com a finalidade de minimizar deste modo a erosão, foram colocados blocos de pedra ao longo das margens.

Para a execução das proteções de margens, foi utilizada a seguinte metodologia:

- Modelação da margem, com a retirada de vegetação e solos
- Colocação de geotêxtil
- Colocação de blocos de pedra



Figura 4-51 –Proteção de margens



Figura 4-52 –Deflectores

4.3.3.4 Estabilizações de Margens por Plantação de Estacas de Salgueiros

Para restabelecimento da galeria ripícola autóctone, procedeu-se à estabilização das margens em profundidade recorrendo à utilização de estacas vivas de salgueiro, *Salix atrocinerea* (borrazeira-preta) nas zonas mais próximas do leito da ribeira e *Salix salviifolia* (borrazeira-branca) nas zonas mais afastadas do leito da ribeira, ou localizadas na orla exterior da mata ripícola (Figura 4-53).

Para a execução do trabalho, foi utilizada a seguinte metodologia:

- Recolha ao longo da Ribeira das estacas de salgueiro (corte de ramos);
- Com um varão, abrir um buraco no talude / margem;
- Colocação da estaca no buraco



Figura 4-53 –Estacas de Salgueiro

4.3.3.5 Proteção de margens com troncos de madeira

Em margens com muita inclinação, com risco de erosão elevada, foi previsto uma intervenção mais abrangente, que minimizasse o risco da erosão (Figura 4-55).

Para a execução deste tipo de proteção de margens, foi utilizada a seguinte metodologia:

- Modelação do talude;
- Aplicação de manta orgânica anti-erva, para selagem (inibição de luz) do solo contendo os rizomas de canavial;
- Reforço do talude com uma grelha de troncos de madeira, sustentada por estacas cravadas no talude.
- Cobertura da biomanta anti-erva com terra vegetal (20 cm);
- Aplicação de uma cobertura constituída por uma manta orgânica de fibra de coco/polipropileno;
- Colocação de estacaria viva (com compasso de 1,5 m x 1,5 m), até à base, recorrendo à utilização de faxinas e estacas vivas de salgueiro;
- Hidrossementeira que consiste num tipo de sementeira por aspersão hídrica de uma mistura composta por sementes (herbáceas e/ou arbustivas) fibras de madeira, fertilizantes, corretivos/aditivos biológicos do solo e água, executada através de um hidrossemeador.



Figura 4-54 – Execução de proteção de margens com grades de troncos



Figura 4-55 – Aspeto do talude após um mês da conclusão dos trabalhos

4.3.3.6 Plantação de árvores

No projeto foi promovido o restabelecimento da galeria ripícola autóctone em áreas desprovidas de vegetação, mais suscetíveis ao avanço da vegetação infestante e invasora, assim, estava previsto diversas plantações com vista a promover o alargamento da galeria ripícola.

As espécies plantadas foram as seguintes (31) (32):

- Troço 5 km: ao km 3+000, *Celtis australis* (lodão-bastardo) que complementar a plantação de estacas de *Salix atrocinerea* (borrazeira-negra).
- Troço 5 km: entre o km 3+400 e o km 3+550, *Fraxinus angustifolia* (freixo) e de *Celtis australis* (lodão-bastardo).
- Troço 5 km: entre o km 4+550 e o km 4+700, *Populus nigra* (choupo-negro), espécie adaptada a um maior afastamento da linha de água, nos intervalos de *Populus x canadensis* (choupo-híbrido) existente na margem esquerda e, nos intervalos de choupo-negro existente na margem direita.
- Troço 5 km: entre o km 4+800 e o km 4+850, na margem esquerda, choupo-negro nos intervalos de *Populus x canadensis* existente.
- Troço 5 km: no final do troço, *Alnus glutinosa* (amieiro) na zona da margem mais próxima do leito da ribeira e, *Fraxinus angustifolia* (freixo) na zona mais afastada da linha de água.
- Troço 2 km: no início do troço, cortina de *Populus nigra* (choupo-negro), espécie adaptada a um maior afastamento da linha de água.

- Troço 2 km: ao longo da Ribeira da Vilariga, em áreas onde o plano de água se encontra menos ensombrado, *Alnus glutinosa* (amieiro), na zona da margem mais próxima do leito da ribeira. Por outro lado, em áreas menos arborizadas da periferia da galeria ripícola, *Populus nigra* (choupo-negro), espécie adaptada a um maior afastamento da linha de água.
- Troço 2 km: no troço final da linha de água afluyente à Ribeira da Vilariga, cujo leito seca durante o verão, e que surge aproximadamente ao km 1+700, reforço da plantação arbórea com *Fraxinus angustifolia* (freixo), que complementarà a plantação marginal de estacas de *Salix salviifolia* (borrazeira-branca).

Para a execução das plantações (Figura 4-56), foi utilizada a seguinte metodologia:

- Abertura de cova de plantação;
- Enchimento com terra fertilizada (com matéria orgânica e adubo composto);
- Colocação da árvore;
- Colocação de tutores;
- Regas de instalação.



Figura 4-56 – Execução de plantações

4.4 Restabelecimento da Estrada Nacional 315

4.4.1 CARATERIZAÇÃO

O atravessamento da Ribeira de Zacarias, na atual estrada ficará inundado. Assim, o novo atravessamento será realizado a Norte do atual, através de uma Ponte que permitirá restabelecer as ligações entre Alfândega da Fé e Mogadouro.

A solução de traçado apresentada tem como objetivo a reposição do trecho da EN 315, com cerca de 1.500 m de extensão, que corresponde à Ponte sobre a Ribeira de Zacarias e acessos imediatos, que ficará submerso quando a barragem do escalão de montante do Baixo Sabor atingir a cota de máxima cheia.

Para a realização da nova travessia da Ribeira de Zacarias o traçado tem as seguintes características (Quadro VII e Quadro VIII) (17):

Quadro VII – EN315 - Características Geométricas em Planta

	Rectas	Clotóides	Curvas Circulares
Quantidade	2	5	2
Extensão (m)	57,399	248,456	343,756
Parâmetro (min./máx.) (m)	-	60/110	-
Raio (m) (min./máx.) (m)	-	-	75/230

Quadro VIII – EN315 - Principais características do perfil longitudinal

	Trainéis	Curvas de Concordância	
		Côncavas	Convexas
Quantidade	3	2	-
Extensão (m)	447,011	202,600	-
Inclinação (min/máx)	0,5/8,25%	-	-
Raio (m)	-	1200/1600	-

O perfil transversal adotado no restabelecimento da EN315 foi o seguinte (17):

- Faixa de rodagem com 6 m de largura;
- Bermas com 1 m de largura, pavimentadas.
- Associadas às escavações, serão aplicadas valetas em betão com 1,20 m de largura e uma banquetta de visibilidade com 1,00 m de largura e 10 % de inclinação para o intradorso. Os boleamentos para os taludes de aterro serão constituídos por uma transição de 0,60 m de largura.

A inclinação da faixa de rodagem e das bermas, em alinhamento reto, é de 2,5%. A sobrelevação em curva atinge um valor máximo regulamentar de 7,0%.

Os valores das sobrelevações que foram aplicadas, são os recomendados na Normas de projeto da ex-JAE para os respetivos raios, tendo em atenção a que se trata de uma estrada em terreno difícil. O disfarce da sobrelevação é feito de acordo com as Normas da ex-JAE.

Nas curvas de raio inferior a 200 metros foram consideradas sobrelarguras de acordo com a seguinte expressão $SL=80/R$, sendo R o raio da curva em estudo, com valor arredondado aos 5 cm. As sobrelarguras foram introduzidas no intradorso das curvas, efetuando-se o seu disfarce na totalidade da extensão das curvas de transição.

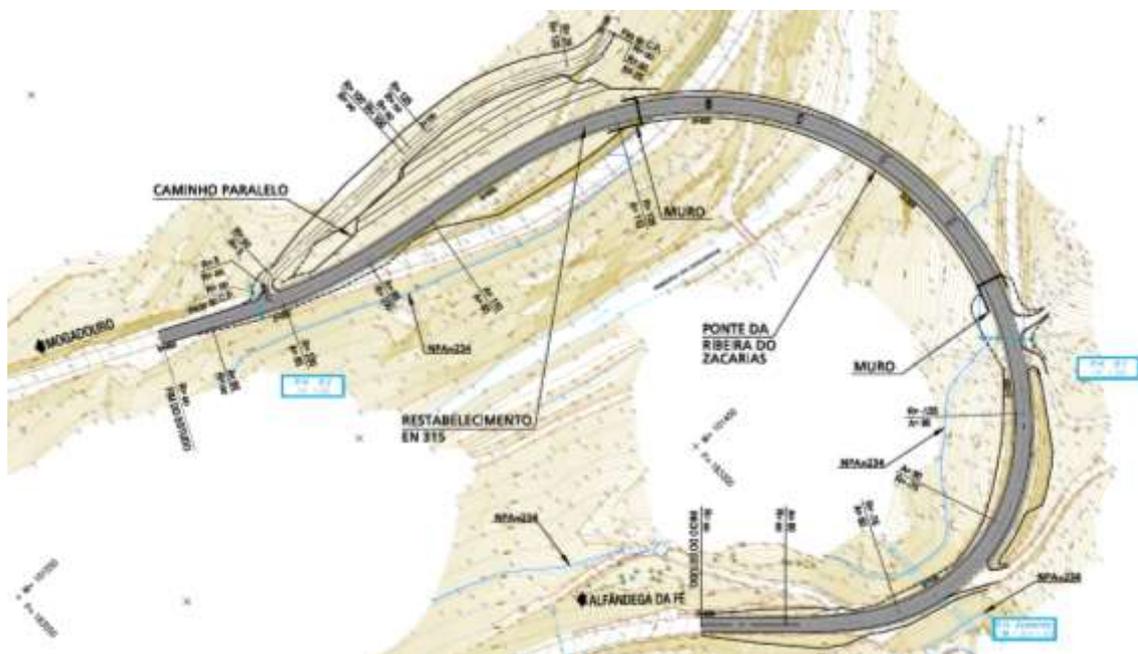


Figura 4-57 – Planta Longitudinal (35)

Esta obra já se encontrava concluída quando o autor assumiu as suas funções, estando a mesma já aberta ao tráfego desde 26 maio 2014.

Contudo, encontravam-se algumas atividades por concluir, entre as quais, o Projeto “Prolongamento da PH ao PK 0+100”, que apenas foi aprovado pelo Dono de Obra em julho 2014, bem como uma Caixa de Drenagem ao PK 0+223 e respetiva ligação à drenagem existente.

A necessidade de executar o prolongamento decorre da aplicação de um enrocamento de proteção no talude de jusante da estrada, sujeito à ação da mareta na albufeira, enrocamento este que soterraria a saída da PH existente, caso não se executasse o seu prolongamento.

Foi previsto igualmente executar uma estrutura de proteção junto à boca de entrada da PH existente, com o objetivo de prevenir que eventuais detritos de grande dimensão arrastados pela linha de água, durante episódios de precipitação mais significativa possam entrar no interior da PH.

O prolongamento da PH é materializado por um quadro em betão armado com 1,80 m de comprimento no eixo, largura livre de 2,45 m e altura livre variável entre 1,50 m e 1,76 m. A soleira possui 0,40 m de espessura e o tabuleiro e montantes possuem 0,35 m de espessura (Figura 4-58) (36).

Os montantes da PH são prolongados por muros trapezoidais com 0,30m de espessura, sendo a laje de soleira também prolongada de modo a materializar a boca de saída da PH.

A soleira é rematada por um lintel com 1,00m de altura e 0,40m de espessura. O tabuleiro é rematado por uma pala vertical com 1,70m de altura e 0,35m de espessura. O tabuleiro desenvolve-se horizontalmente no prolongamento, enquanto que a soleira mantém o declive da PH existente.

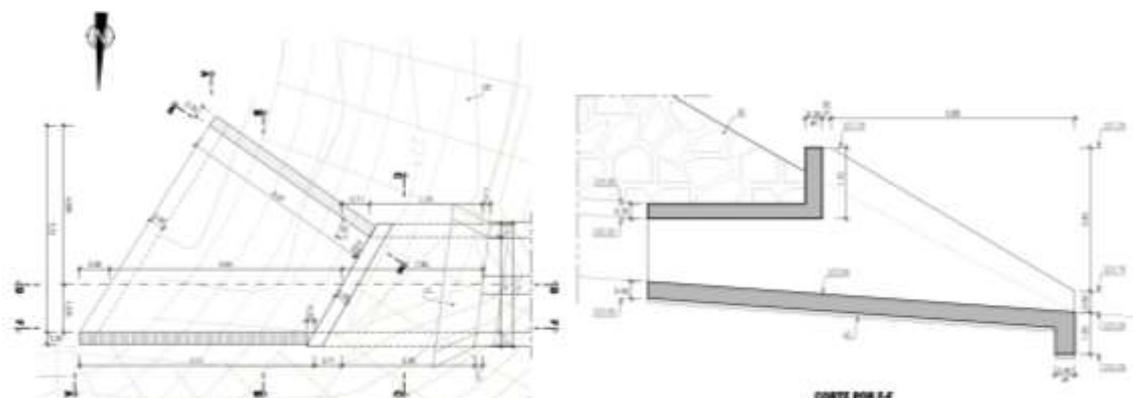


Figura 4-58 – Pormenor do Prolongamento da PH (37)

Quanto à estrutura de proteção junto à boca de entrada da PH (Figura 4-59), prevê-se a colocação de um conjunto de varões $\phi 32$ mm em aço inox, com um afastamento de 0,40 m, selados com resina epóxi à laje de soleira e muros de ala da entrada da PH. Por razões de segurança e para conferir maior rigidez ao conjunto, deverá ser soldado um varão horizontal ao topo dos varões verticais.

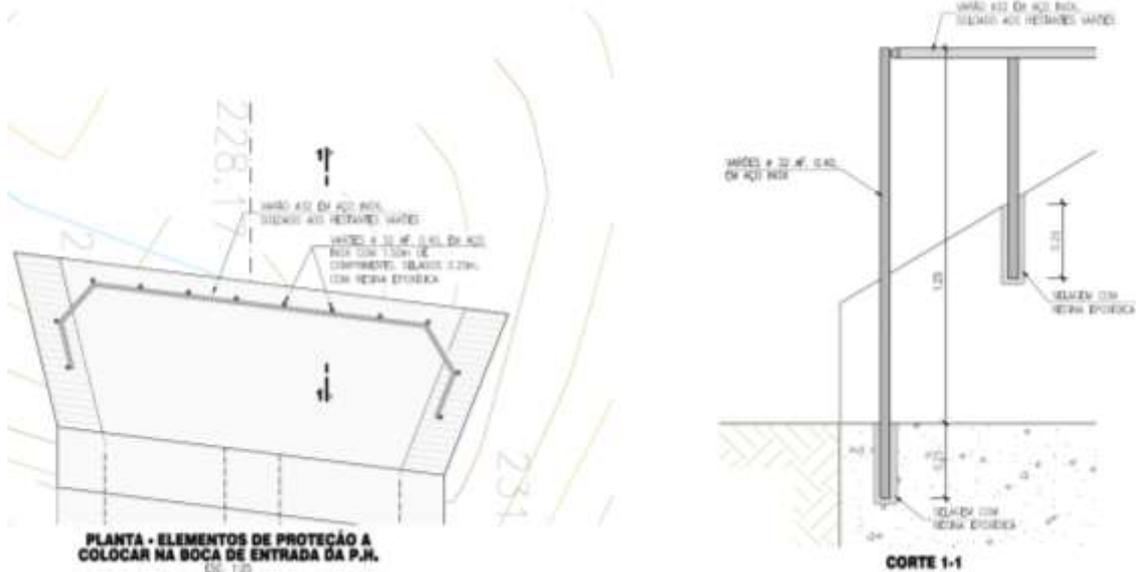


Figura 4-59 – Estrutura de proteção junto à boca da PH (38)

O acabamento da obra é o betão à vista descobrado.

Os materiais a utilizar na parte resistente da obra são (36):

- Betões (classificados de acordo com a NP EN 206-1) (Quadro IX):

Quadro IX – Tipo de Betão a utilizar

Peça	Classe de Resistência	Classe de Exposição	Teor de Cloretos	D _{max} Inerte (mm)	Classe de Abaixamento	Recobr. (cm)
Regularização de Fundações	C 16/20	X0 (P)	Cl 1.0	-	-	-
Soleira	C 30/37	XC2 (P)	Cl 0.40	22	S3	5.0
Tabuleiro / Montantes / Muros	C 30/37	XC4 (P)	Cl 0.40	22	S3	5.0*

- Aços: A500 NR SD em varões para betão armado;

Caraterísticas da obra a executar:

Vida Útil da Estrutura (NP EN 206-1 - DNA 5.3.1): Categoria 4 (50 anos)

Classe Estrutural (EC 2): S4

Classe de Inspeção (NP ENV 13670-1 – Quadro G.1): 2

Após a execução do prolongamento da PH, será colocada uma proteção em enrocamento no talude de jusante da estrada (Figura 4-60), sujeito à ação da mareta na albufeira (17).

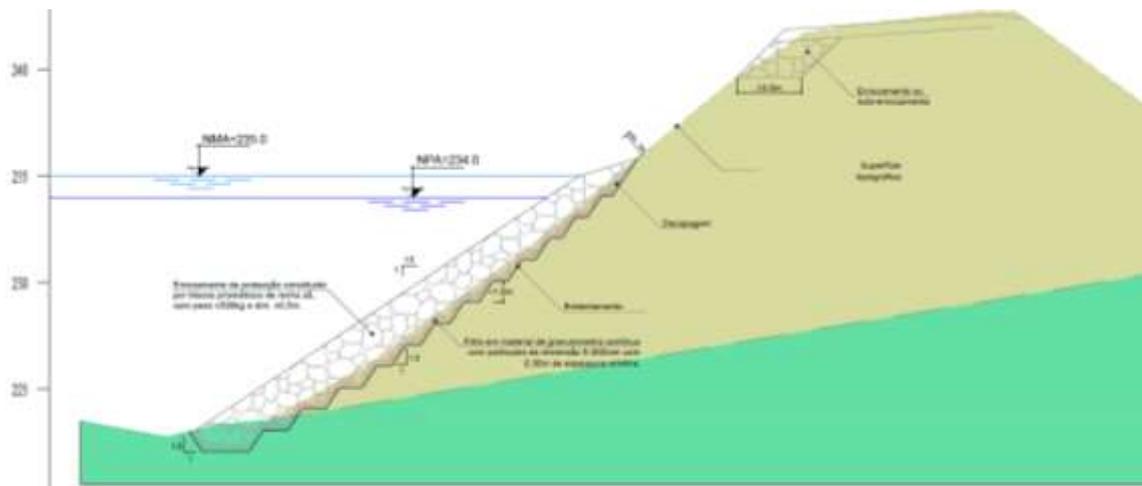


Figura 4-60 – Pormenor do Talude a proteger (39)

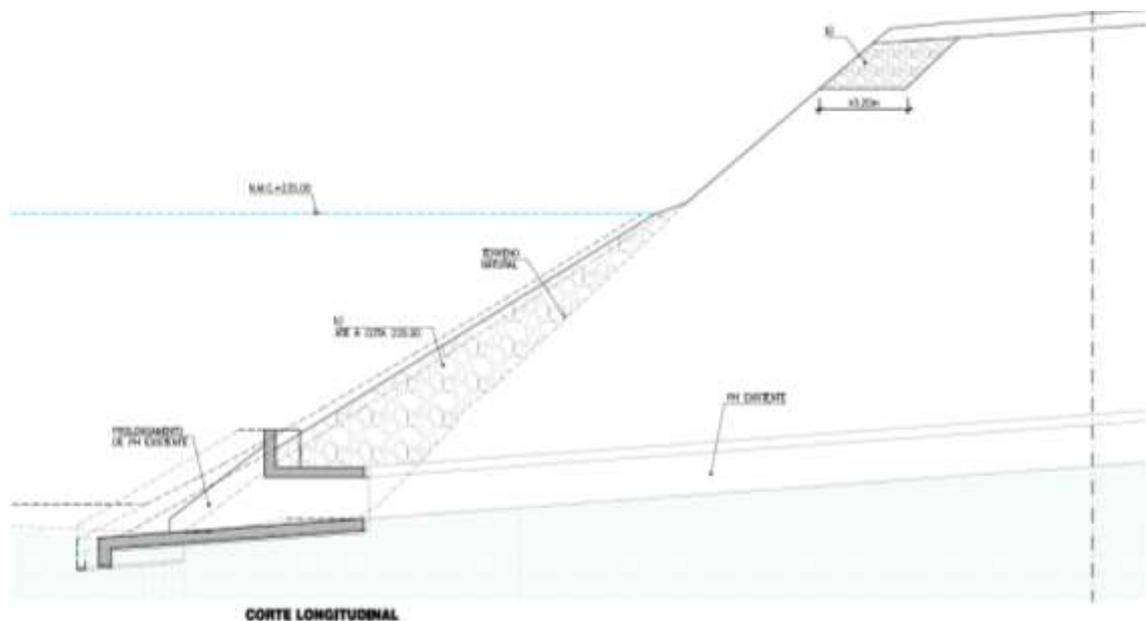


Figura 4-61 – Implantação do Prolongamento da PH (38)

Devido à compatibilização do trânsito na estrada antiga e o restabelecimento novo, ficou por executar uma caixa de drenagem e respetiva ligação, que só poderia ser executada após a mudança do trânsito para a nova estrada.

Será uma caixa em betão armado (Figura 4-62), que recolherá a água da drenagem longitudinal e de uma linha de água, sendo igualmente executada a ligação em coletor DN 1000 mm.

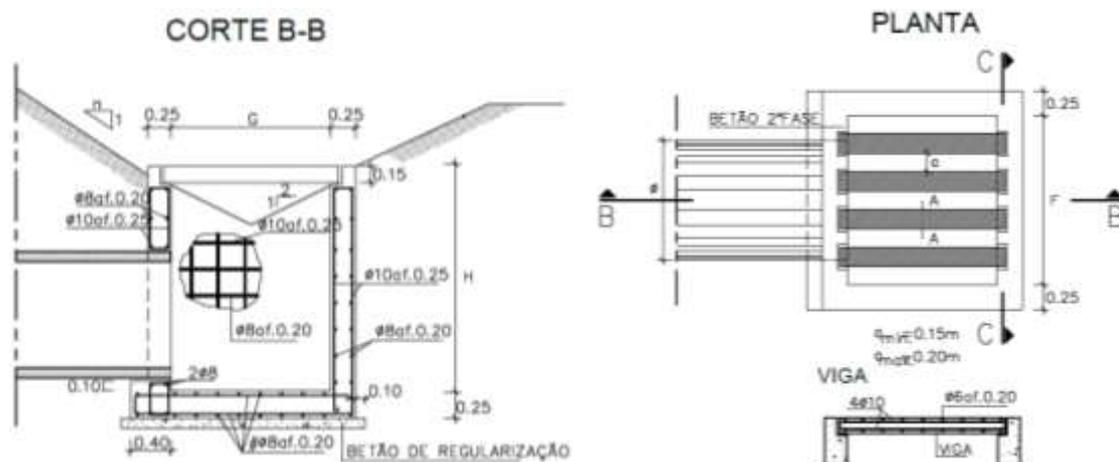


Figura 4-62 – Pormenor da caixa em betão armado (40)

4.4.2 PLANEAMENTO DOS TRABALHOS

Tendo o projeto sido aprovado no final de julho 2014, havia necessidade de iniciar os trabalhos o mais breve possível, para que os mesmos estivessem concluídos até meados de setembro 2014, antes do início do período das chuvas.

Antes do autor ter assumido as funções do departamento, já tinha sido efetuada a compatibilidade da boca da PH existente com o projeto a executar, bem como a escavação para implantar a soleira e a colocação do betão de limpeza.

Foi planeada a seguinte sequência de trabalhos:

Execução de prolongamento de PH

- Corte e moldagem das armaduras em Estaleiro Central;
- Furação e selagem de varões na PH existente
- Montagem de armadura;
- Montagem de cofragem;
- Betonagem da 1ª fase – Lage de Soleira
- Cura do betão;
- Montagem de armadura;
- Montagem de cofragem;
- Betonagem da 2ª fase – Montantes;

- Montagem de cofragem;
- Montagem de armadura;
- Betonagem da 3ª fase – laje e muros de ala;
- Descofragem

Execução de proteção em enrocamento

- Colocação de filtro s/ o talude
- Colocação de enrocamento

Execução de proteção na boca da PH

- Limpeza do local
- Proteção de talude com enrocamento
- Execução de furos
- Colocação e Selagem de varões em aço inox

Execução de caixa de drenagem e ligação

- Abertura de vala
- Colocação de Manilhas de betão
- Aterro da vala
- Execução de caixa - Colocação de armadura
- Execução de caixa - Colocação de cofragem
- Execução de caixa - Betonagem
- Aterro da envolvente à caixa

Foi efetuado um planeamento das atividades a realizar (Quadro X), e que era verificado nas reuniões semanais de produção, onde era atualizado com as atividades realizadas.

Quadro X – EN315 - Planeamento

		ANBS Empreitada Geral de Construção do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor															
		PLANO DE TRABALHOS SEMANAL						Data: 26 de Junho 2014									
		ANBS - OBRAS COMPLEMENTARES - Restabelecimento da EN 315															
		SEMANAS de 11 de AGOSTO a 21 SETEMBRO															
Actividades		Semana 11/08 a 17/08		Semana 18/08 a 24/08		Semana 25/08 a 31/08		Semana 01/09 a 07/09		Semana 08/09 a 14/09		Semana 15/09 a 21/09					
		S	T	Q	S	Q	S	Q	S	T	Q	S	Q	S	T	Q	S
Obs:																	
Execução de prolongamento de PH	P																
Corte e moldagem das armaduras	P																
Furação/selagem varões PH existente	P																
Montagem de armadura	P																
Execução de cofragem	P																
Betonagem 1ª fase – Laje de Soleira	P																
Montagem de armadura	P																
Execução de cofragem	P																
Betonagem 2ª fase – Montantes	P																
Montagem de armadura	P																
Execução de cofragem	P																
Betonagem 3ª fase – Laje e muros ala	P																
Descofragem	P																
Proteção de Taludes em enrocamento	P																
Colocação de filtro s/ o talude	P																
Colocação de enrocamento	P																
Proteção na boca da PH	P																
Execução de furos	P																
Colocação de de varões	P																
Caixa de drenagem e ligação	P																
Abertura de vala	P																
Colocação de armadura	P																
Colocação de cofragem	P																
Betonagem	P																
Colocação de Tubagem	P																
Descofragem	P																
Aterro da vala	P																

4.4.3 ATIVIDADES ACOMPANHADAS PELO AUTOR

Após os trabalhos serem programados, houve a necessidade de identificar as equipas que iriam executar os trabalhos.

A intenção era aproveitar equipas que já se encontravam a trabalhar na empreitada, tendo recorrido a subempreiteiros de armaduras, cofragem, drenagem, terraplenagem, além de equipas próprias do ACE, que se encontravam em outras obras

complementares e que pontualmente se deslocariam a esta obra, quando fosse necessário.

Assim, para a execução dos trabalhos, seguiram-se os procedimentos que se descreve em seguida.

4.4.3.1 Execução de prolongamento de PH

O ACE disponha no estaleiro central de área para corte e moldagem das armaduras, pelo que foi enviado o projeto ao responsável pela preparação do aço.

Esta atividade iniciou-se pelo corte e moldagem das armaduras no estaleiro central do ACE, após preparação efetuada.

Ficando a obra a cerca de 20 km do estaleiro central, foram transportadas as armaduras através de camião-grua até ao local da montagem.

De forma a efetuar a ligação do betão da PH existente e o betão novo, foram colocados varões, devidamente selados com resina epóxi, de forma a criar “empalmes” e amarrações para a posterior ligação às armaduras novas (Figura 4-63).

Para esta atividade, foi necessário mobilizar um gerador e um martelo/torna elétrico, que se encontravam em outra obra complementar.



Figura 4-63 – Selagem de Varões à PH existente

Em seguida, para efetuar a betonagem de 1ª fase, que se incluí a laje de soleira, foi colocada a armadura e a cofragem composta por painéis tipo PERI (Figura 4-64), com o apoio de uma retroescavadora, e uma equipa constituída por um chefe de equipa e 3 carpinteiros.



Figura 4-64 – Armadura e cofragem colocada

Após avaliação ao local com o responsável da central de betão, de forma a agendar os meios envolvidos na betonagem, foi enviado o PAB – Pedido de autorização de Betonagem, com a respetiva quantidade, data e hora da betonagem, ficando sempre dependente da disponibilidade da Central.

Marcado o dia da betonagem, foi a mesma executada com recurso a uma auto-bomba, três autobetoneiras, um gerador, um vibrador, além da mão de obra necessária (Figura 4-65).



Figura 4-65 – Betonagem da 1ª fase

Estando em pleno verão, foi necessário efetuar a cura do betão, evitando deste modo a retração e o aparecimento de fissuras, colocando água sobre a laje de soleira, bem como uma manta geotêxtil com a finalidade da laje permanecer humedecida.

De seguida foi iniciada a preparação para efetuar a betonagem de 2ª fase, com a colocação das armaduras e a cofragem.

Procedeu-se à betonagem em seguida de mais um elemento da PH, os montantes laterais da PH (Figura 4-66).



Figura 4-66 – Betonagem da 2ª fase

Após a betonagem da 2ª fase, procedeu-se à colocação das armaduras e cofragem (Figura 4-67), para a betonagem da 3ª fase, referente aos elementos que faltavam, ou seja, a laje e os muros de ala.



Figura 4-67 – Cofragem da 3ª fase

Previamente à colocação dos painéis, o betão foi *picado* com martelo elétrico, nas faces onde teria ligação ao betão da betonagem da 3ª fase, tendo sido efetuada atividade semelhante antes da betonagem da 2ª fase.

O ACE disponha em estaleiro de painéis da empresa PERI necessários para a cofragem da laje de soleira, montantes, muros laterais e platibanda sobre a laje, contudo para a laje, em articulação com a área comercial do ACE, foi contratado à

empresa Ulma o fornecimento da cofragem e o respetivo escoramento necessários à execução da laje (41), em regime de aluguer.

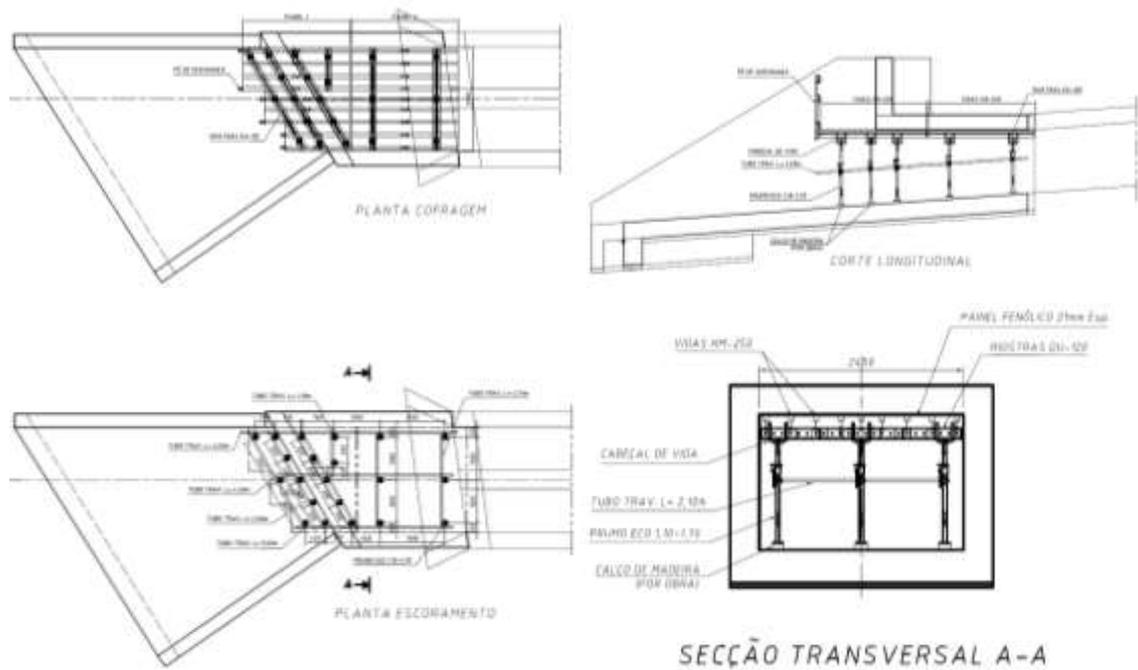


Figura 4-68 – Estudo da empresa ULMA (41)



Figura 4-69 – Cofragem e armaduras colocadas para betonagem da 3ª fase

A quantidade de betão foi de 54 m³, divididos em 25 m³ (1ª fase), 8 m³ (2ª fase) e 21 m³ (3ª fase), tendo sido utilizado o betão C30/37.

Após os tempos de cura, procedeu-se à descofragem de todos os elementos da PH (Figura 4-70).



Figura 4-70 – Descofragem

Após a limpeza da zona, encontrava-se o local pronto para receber o enrocamento de proteção do talude (Figura 4-71).



Figura 4-71 – Prolongamento da PH executado

4.4.3.2 Execução de proteção em enrocamento de talude

Devido à necessidade de proteger o talude da EN315 contra a mareta da albufeira do escalão de montante do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor, foi decidido pelo Projetista e aprovado pelo Dono da Obra, que esta proteção seria em enrocamento, enrocamento este com dimensões superiores a 0,50 m.

Analisando o projeto, verificou-se a necessidade de previamente colocar um filtro de granulometria contínua com inertes de dimensões entre os 5 e os 200mm.

Foi solicitado ao Laboratório do ACE que efetuasse uma Curva granulométrica, em função dos inertes disponíveis em stock, proveniente da pedra do ACE.

Os técnicos do Laboratório efetuaram a Curva que se encontra representada na Figura 4-72, tendo a mesma sido aprovada pela Fiscalização.

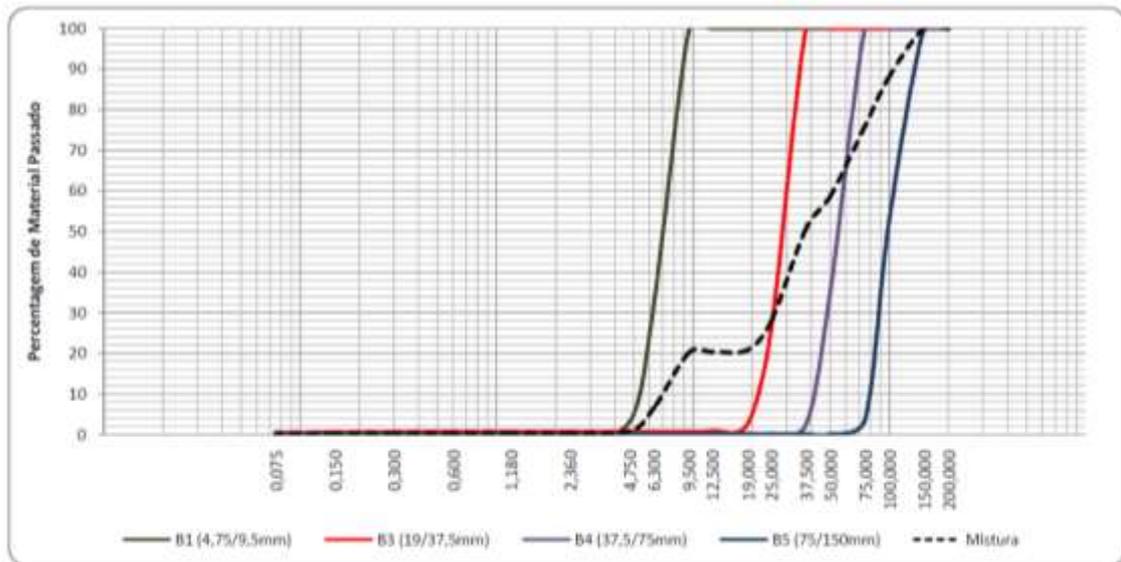


Figura 4-72 – Curva granulométrica do filtro

No Quadro XI estão representadas as percentagens de cada inerte necessário para compor o filtro previsto e que são as seguintes:

- Brita 1 (4,75/9,5mm) – 20 %
- Brita 3 (19/37,5mm) – 30 %
- Brita 4 (37,5/75mm) – 25 %
- Brita 5 (75/150mm) – 25 %

Quadro XI – Percentagens de Inertes

Granulometria (5-150mm)											
Peneiros		B1 (4,75/9,5mm)		B3 (19/37,5mm)		B4 (37,5/75mm)		B5 (75/150mm)		Mistura	
		Comp.	20%	Comp.	30%	Comp.	25%	Comp.	25%	% Pass	% Ret.
		Passado	Parcial	Passado	Parcial	Passado	Parcial	Passado	Parcial	100%	0%
#	200,000	100	20,0	100	30,0	100	25,0	100,0	25,0	100,0	0
#	150,000	100	20,0	100	30,0	100	25,0	100,0	25,0	100,0	0
#	100,000	100	20,0	100	30,0	100	25,0	53,0	13,2	88,2	12
#	75,000	100	20,0	100	30,0	100	25,0	3,7	0,9	75,9	24
#	50,000	100	20,0	100	30,0	35,1	8,8	0,0	0,0	58,8	41
#	37,500	100	20,0	100	30,0	2,4	0,6	0,0	0,0	50,6	49
#	25,000	100	20,0	26	7,8	0,1	0,0	0,0	0,0	27,8	72
#	19,000	100	20,0	2,6	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	20,8	79
#	12,500	100	20,0	0,9	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	20,3	80
#	9,500	99,3	19,9	0,7	0,2	0	0,0	0,0	0,0	20,1	80
#	6,300	31,6	6,3	0,7	0,2	0	0,0	0,0	0,0	6,5	93
#	4,750	3,1	0,6	0,7	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0,8	99
#	2,360	0,4	0,1	0,7	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0,3	100
#	1,180	0,4	0,1	0,7	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0,3	100
#	0,600	0,4	0,1	0,7	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0,3	100
#	0,300	0,3	0,1	0,6	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0,2	100
#	0,150	0,3	0,1	0,5	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0,2	100
#	0,075	0,3	0,1	0,4	0,1	0	0,0	0,0	0,0	0,2	100

Em função destas quantidades, foram mobilizados camiões que transportassem os inertes para a frente de obra, desde a pedreira situada a cerca de 20 km.

Na frente de obra (Figura 4-73), os inertes foram misturados com o balde da escavadora giratória



Figura 4-73 – Mistura de inertes

Esta mistura foi posteriormente controlada, conforme demonstra o boletim de ensaio (Figura 4-74).

 ROSAS CONSTRUTORES, S.A.	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (LNEC E 233 ; 1969)	AMOSTRA: 2 DESIGNAÇÃO: 5-150mm LOCAL: Rest. EN 315 P.K. RECOLHA: PERÍODO: FORNECEDOR:	
		OBRA: AHBS - OBRAS COMPLEMENTARES DONO OBRA: BSACE	TÉC. RESP. 24-09-2014

MASSA TOTAL DA AMOSTRA = 19044,9 g

PENEIROS			MATERIAL RETIDO		MATERIAL ACUM.	
POL.	Nº	mm	(g)	(%)	RETIDO	PASSADO
3 1/2"		90,500	2688,4	14,1	14,1	85,9
3"		76,100	2181,0	11,5	25,6	74,4
2 1/2"		64,000	1654,4	8,7	34,3	65,7
2"		50,800	1166,0	6,1	40,4	59,6
1 1/2"		38,100	1542,0	8,1	48,5	51,5
1"		25,400	4812,8	25,3	73,7	26,3
3/4"		19,000	1015,2	5,3	79,1	20,9
1/2"		12,700	169,2	0,9	80,0	20,0
3/8"		9,510	56,4	0,3	80,3	19,7
	4	4,760	3256,6	17,1	97,4	2,6
	10	2,000	500,2	2,6	100,0	0,0
	20	0,841	1,2	0,0	100,0	0,0
	40	0,420	0,0	0,0	100,0	0,0
	80	0,177	0,0	0,0	100,0	0,0
	200	0,074	0,0	0,0	100,0	0,0
<0,074			1,5	0,0	100,0	0,0
TOTAL			19044,9			



Figura 4-74 – Análise Granulométrica da mistura de inertes

Previamente à colocação dos inertes, foi efetuada uma decapagem ao material superficial e um endentamento, com a finalidade de “segurar” o material no talude.



Figura 4-75 – Execução de proteção de talude

Para a execução da proteção do talude (Figura 4-75), foram utilizadas duas escavadoras giratórias e um dumper que transportava os blocos de pedra até ao local de colocação.

4.4.3.3 Execução de proteção na boca da PH

No projeto inicial estava apenas contemplado a proteção da boca com a execução de uma grade em varões de aço inox, evitando deste modo a entrada de grandes detritos para a albufeira, como é o caso de troncos, num processo de abaixamento do nível da água.

Posteriormente, foi decidido efetuar uma proteção ao talude do lado de montante da PH (Figura 4-76), à semelhança do lado de jusante.

Com escavadora giratória proceder à limpeza e regularização do talude, escavando ligeiramente, de forma a criar espaço para colocação de pedras sobre a boca da PH.

Recuperou-se todos os blocos de pedra existentes no local de dimensões variáveis, procedendo ao revestimento com a pedra do local, apenas no talude da estrada, abaixo do NPA, até à base dos muros da PH e até à interseção do talude da estrada com as encostas circundantes, colocando previamente geotêxtil de 200 gr/m².



Figura 4-76 – Talude a montante da PH

Após o trabalho no talude, iniciámos o trabalho na PH (Figura 4-77), que consistiu em furar o betão com uma caroteadora, com a finalidade de posteriormente serem colocados e selados com resina epoxy os varões em aço inox, criando assim uma grade à frente da boca da PH.



Figura 4-77 – Colocação de varões em aço inox

O trabalho de furação foi efetuado por uma equipa do Laboratório do ACE, enquanto a colocação e selagem dos varões foi efetuado por uma equipa da oficina do ACE.

Foi necessário mobilizar para o local diversos equipamentos, como um gerador, uma caroteadora, aparelhos de soldar, bidon de água.

4.4.3.4 Execução de caixa de drenagem

Este trabalho ficou por executar, quando foi aberto o restabelecimento ao trânsito, e aproveitando a deslocação de equipamentos à obra, foi decidido executar nesta altura.

O trabalho iniciou-se com a abertura da vala, através de escavadora giratória, sendo posteriormente colocadas as manilhas de betão.

Com as manilhas colocadas, procedeu-se ao aterro da vala com um cilindro de rolos (Figura 4-78).



Figura 4-78 – Aterro da vala

Em seguida procedeu-se à execução da caixa de ligação em betão armado, onde se inclui os trabalhos de armação de ferro, cofragem, betonagem e descofragem (Figura 4-79).

No final, foi efetuado o aterro da zona envolvente à caixa, coletando a mesma as águas provenientes da drenagem longitudinal, bem como de uma linha de água.



Figura 4-79 – Caixa de ligação



Figura 4-80 – EN315

4.5 Restabelecimentos da EN 216 e EN217

4.5.1 CARATERIZAÇÃO

4.5.1.1 EN216

Em virtude de um trecho da Estrada Nacional 216, que inclui a ponte de Remondes e acessos imediatos, ficar submerso (Figura 4-81), há necessidade de proceder ao seu restabelecimento.

Assim, o novo traçado, com uma extensão de 468,124 m, tem início aproximadamente ao km 37+500 e termina cerca do km 39+000 da atual estrada, atravessando perpendicularmente o leito do Rio Sabor através de uma ponte com uma extensão aproximada de 292 m.



Figura 4-81 – EN216 – Ponte Remondes

Para a realização da nova travessia sobre o Rio Sabor, o traçado tem as seguintes características (Quadro XII e Quadro XIII) (18):

Quadro XII - EN216 - Características Geométricas em Planta

	Retas	Clotóides	Curvas Circulares
Quantidade	3	4	2
Extensão (m)	275,279	106,666	86,179
Parâmetro (min./máx.) (m)	-	40/40	-
Raio (min./máx.)	-	-	60/60

Quadro XIII - EN216 - Principais características do perfil longitudinal

	Trainéis	Curvas de Concordância	
		Côncavas	Convexas
Quantidade	3	2	-
Extensão (m)	327,224	140,900	-
Inclinação (mín./máx.)	0,5% - 5,0%		
Raio (min/máx) (m)		1500 / 1600	

O perfil transversal adotado no restabelecimento da EN216 foi o seguinte (18):

- Faixa de rodagem com 7 m de largura;
- Bermas com 1,5 m de largura, pavimentadas;
- Associadas às escavações, serão aplicadas valetas em betão com 1,20 m de largura. Os boleamentos para os taludes de aterro serão constituídos por uma transição de 0,60 m de largura.

A inclinação da faixa de rodagem e das bermas, em alinhamento reto, é de 2,5%, a sobrelevação em curva atinge um valor máximo regulamentar de 7,0%.

Os valores das sobrelevações que serão aplicadas são os recomendados na Normas de projeto da ex-JAE para os respetivos raios, tendo em atenção a que se trata de uma estrada em terreno difícil. O disfarce da sobrelevação é feito de acordo com as Normas da ex-JAE.

Nas curvas de raio inferior a 200 metros foram consideradas sobrelarguras de acordo com a seguinte expressão $SL=80/R$, sendo R o raio da curva em estudo, com valor arredondado aos 5 cm. As sobrelarguras foram introduzidas no intradorso das curvas, efetuando-se o seu disfarce na totalidade da extensão das curvas de transição.



Figura 4-82 – EN216 - Planta Longitudinal (42)

Quando o autor assumiu as suas funções, a obra já se encontrava em andamento, com algumas escavações e drenagens executadas, sendo que tinha que respeitar o dia 26/09/2014, como a data de conclusão dos trabalhos que permitissem abrir ao trânsito o restabelecimento.

O restabelecimento foi executado em colaboração com o responsável pela execução da Obra de Arte, havendo a necessidade de conciliar os trabalhos de escavação e aterro.

O restabelecimento foi considerado em condições para abrir ao trânsito no dia 26/09/2014, contudo, o Dono de Obra, decidiu abrir ao trânsito no mesmo dia que fosse aberto o Restabelecimento da EN217.

4.5.1.2 EN217

O enchimento da albufeira criada pela Barragem do Escalão de Montante do Baixo Sabor até à cota de pleno armazenamento vai implicar a submersão de um troço da atual EN217, pelo que se terá que proceder ao seu restabelecimento.

O restabelecimento da EN 217 terá início num entroncamento na proximidade do PK 41+500 da EN 216 e termina na zona do PK 62+000 da atual EN 217. Este troço, com

uma extensão de 1.233,486 m, tem um desenvolvimento Sul-Norte, atravessando o Rio Sabor através de uma ponte com uma extensão aproximada de 238 m.

O entroncamento da EN 216 com a EN 217 implicará o reperfilamento da EN 216 e o restabelecimento de um caminho rural.

Neste troço, a EN216 será reperfilada numa extensão de 201,205 m, com o alargamento da via para implantação de uma via de abrandamento para viragem à esquerda.

Para a realização desta nova travessia sobre o Rio Sabor, o traçado tem as seguintes características (Quadro XIV e Quadro XV) (18):

Quadro XIV - EN217 - Características Geométricas em Planta

	Rectas	Clotóides	Curvas Circulares
Quantidade	5	13	10
Extensão (m)	289,438	478,220	465,828
Parâmetro (min./máx.) (m)	-	40/75	-
Raio (min./máx.)	-	-	17,8/200

Quadro XV - EN217 - Principais características do perfil longitudinal

	Trainéis	Curvas de Concordância	
		Côncavas	Convexas
Quantidade	3	2	1
Extensão (m)	958,086	210,400	65,000
Inclinação (mín./máx.)	3% a 10,0%		
Raio (min/máx) (m)		1200/1600	500

O perfil transversal adotado no restabelecimento da EN217 foi o seguinte (18):

- Faixa de rodagem com 6 m de largura;
- Bermas com 1 m de largura, pavimentadas.

- Associadas às escavações, foram executadas valetas em betão com 1,20 m de largura. Os boleamentos para os taludes de aterro foram constituídos por uma transição de 0,60 m de largura.

A inclinação da faixa de rodagem e das bermas, em alinhamento reto, é de 2,5%, a sobrelevação em curva atinge um valor máximo regulamentar de 7,0%.

Os valores das sobrelevações que serão aplicadas são os recomendados na Normas de projeto da ex-JAE para os respetivos raios, tendo em atenção a que se trata de uma estrada em terreno difícil. O disfarce da sobrelevação é feito de acordo com as Normas da ex-JAE.

Nas curvas de raio inferior a 200 metros foram consideradas sobrelarguras de acordo com a seguinte expressão $SL=80/R$, sendo R o raio da curva em estudo, com valor arredondado aos 5 cm. As sobrelarguras foram introduzidas no intradorso das curvas, efetuando-se o seu disfarce na totalidade da extensão das curvas de transição.

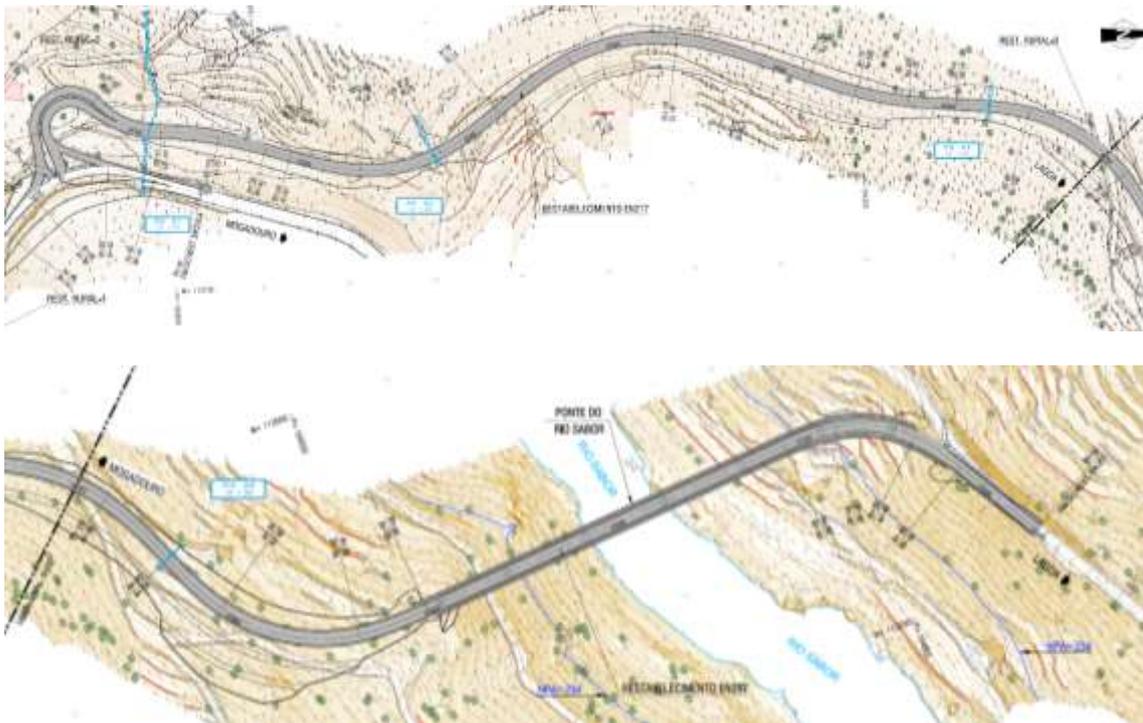


Figura 4-83 – EN217 - Planta Longitudinal (43) (44)

Quando o autor assumiu as suas funções, a obra já se encontrava em andamento, com algumas escavações e drenagens executadas, sendo que tinha que respeitar o dia 21/10/2014, como a data de conclusão dos trabalhos que permitissem abrir ao trânsito o restabelecimento.

O restabelecimento foi executado em colaboração com o responsável pela execução da Obra de Arte, havendo a necessidade de conciliar os trabalhos de escavação e aterro.

4.5.1.3 TRABALHOS A EXECUTAR

Os trabalhos que se encontravam por realizar, no início do estágio, eram escavações nas zonas de confluência das estradas nacionais, aterros nos encontros, drenagem, pavimentação, sinalização horizontal e vertical, guardas de segurança, integração paisagística, entre outros trabalhos.

Os trabalhos deverão iniciar-se com a implantação topográfica das escavações, aterros e passagens hidráulicas.

As escavações serão executadas com recurso a meios mecânicos, e caso seja necessário, efetuado o saneamento/tratamento de fundação de zonas onde se considere necessário.

Os aterros deverão ser executados conforme previsto no Caderno de Encargos e no Projeto de Execução. Serão executados aterros experimentais e nas zonas de adjacentes às passagens hidráulicas deverão ter características de aterro técnico (18).

Na fundação dos aterros a construir nos aterros a meia encosta, deve realizar-se um endentamento cuidado no aterro antigo, apoiando-se o novo aterro sobre superfície modelada em degraus horizontais, conforme representado na Figura 4-84 (18).

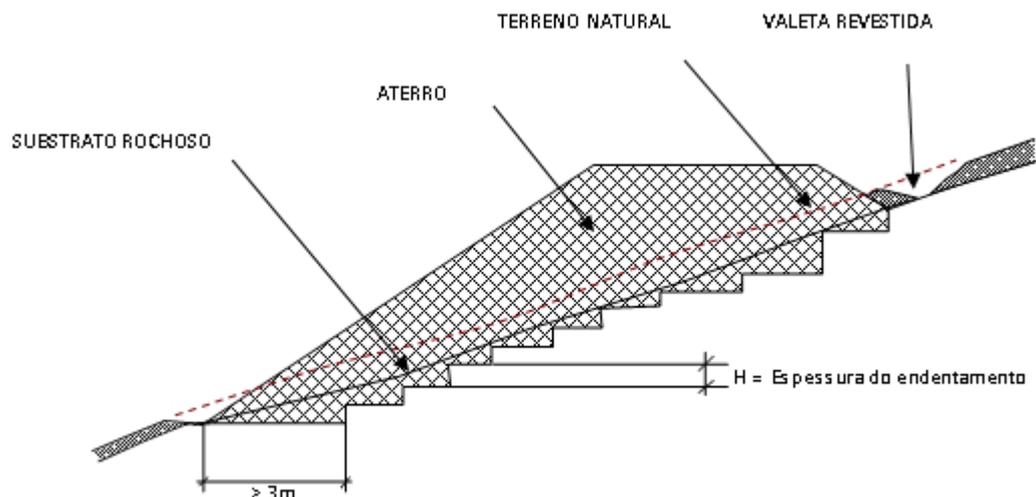


Figura 4-84 – Endentamento de aterros

O leito de pavimento corresponde ao fecho da atividade de terraplenagem, e a sua execução tem como objetivo nivelar a plataforma, garantindo uma capacidade de suporte suficiente para execução do pavimento, além de proteger os solos da plataforma das intempéries e garantir boas condições de traficabilidade aos veículos de obra.

As drenagens serão executadas de acordo com os desenhos do Projeto e de acordo com o previsto no Caderno de Encargos (18).

Para executar as passagens hidráulicas, será necessário confirmar a capacidade de suporte do terreno, saneando os terrenos que não apresentam as características adequadas.

As drenagens longitudinais extra-plataforma, deverão ser executadas em simultâneo com os trabalhos de terraplenagem.

As valetas de bordadura e de plataforma (Figura 4-85) serão executadas após concluída a camada de regularização em macadame betuminoso.

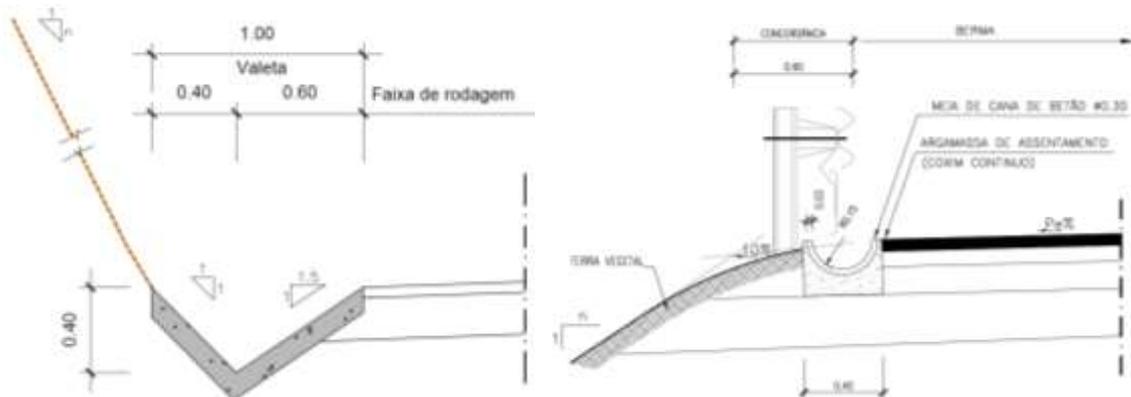
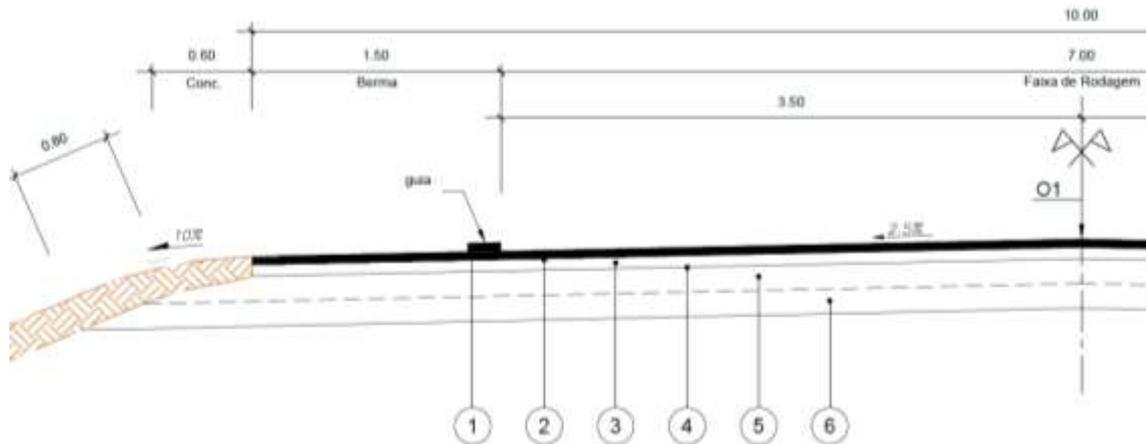


Figura 4-85 – Valeta Lateral de Plataforma e Valeta de bordadura em aterro (45)

A valeta lateral de plataforma é utilizada junto a taludes de escavação e a valeta de bordadura em zonas de aterro.

Na sequência dos trabalhos de terraplenagem e drenagens (enterradas) transversais e longitudinais de plataforma, iniciam-se os trabalhos de pavimentação, que compreendem a execução de sub-base e base em Agregado Britado de Granulometria Extensa, rega de impregnação, camada de regularização em macadame betuminoso, rega de colagem e camada de desgaste em betão betuminoso (Figura 4-86).



	DESIGNAÇÃO	ESPESSURAS (m)
1	CAMADA DE DESGASTE EM BETÃO BETUMINOSO (AC14 surf 35/50)	0.05
2	REGA DE COLAGEM EM EMULSÃO BETUMINOSA CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA, TIPO ECR-1(C 60 B 4), À TAXA DE 0.5 Kg/m ² .	-
3	CAMADA DE REGULARIZAÇÃO EM MISTURA BETUMINOSA DENSE (AC 20 bin 35/50).	0.07
4	REGA DE IMPREGNAÇÃO EM EMULSÃO BETUMINOSA CATIONICA DE ROTURA LENTA, DO TIPO ECI (C 50 BF 5), À TAXA DE 1Kg/m ² .	-
5	CAMADA DE BASE EM AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA	0.15
6	CAMADA DE SUB-BASE EM AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA	0.15

Figura 4-86 – Camadas de pavimento – Perfil transversal tipo em reta – EN217 (46)

Num projeto de estrada há que garantir a segurança dos seus utilizadores, pelo que vai ser necessário aplicar os equipamentos de segurança, como as guardas em perfis metálicos (Figura 4-87) e em perfis de betão.

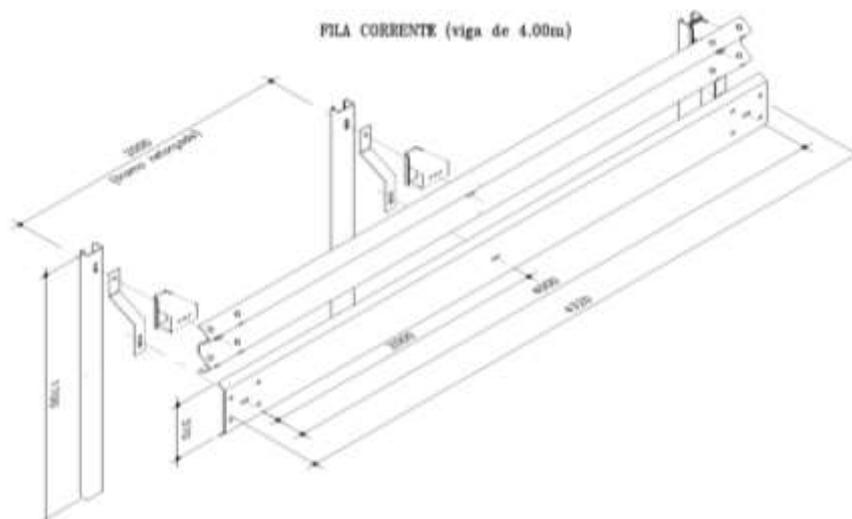


Figura 4-87 – Guardas de Segurança em perfis metálicos (47)

Outra forma de garantir a segurança aos utilizadores, será a aplicação da sinalização vertical composta por sinais que serão refletorizados e fabricados

em chapa de ferro polido e dotados de proteção anticorrosiva (Figura 4-88), fixados em postes de chapa de aço galvanizado, colocados em maciços de betão.

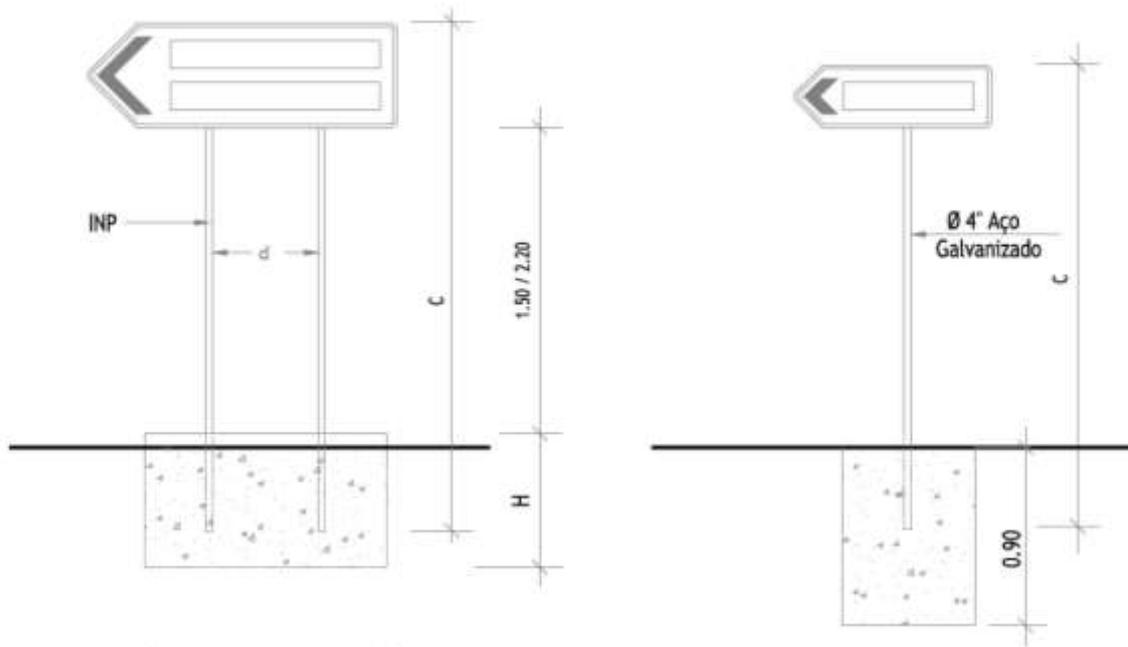


Figura 4-88 – Pormenor de sinalização vertical (48)

Será executada a sinalização horizontal com materiais termoplásticos de características refletoras (Figura 4-89).

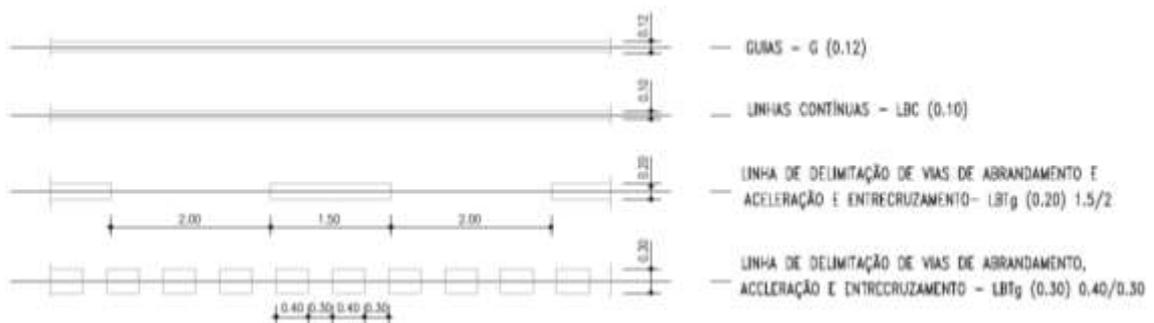


Figura 4-89 – Dimensões das marcas longitudinais (49)

E por último foi executada a integração paisagística, que tem como objetivo genérico minorar os impactes resultantes da implementação do projeto rodoviário, no ambiente, procurando estabelecer um reajuste na paisagem através da valorização das áreas intervencionadas, bem como reforçar os taludes de escavação e aterro recentemente construídos.

A integração paisagística compreende os trabalhos de colocação de terra vegetal, a sementeira com espécies arbustivas e herbáceas, bem como a colocação de árvores e arbustos.

4.5.2 PLANEAMENTO DOS TRABALHOS

Os trabalhos encontravam-se a decorrer, quando o autor assumiu as funções do departamento, com a maioria das escavações executadas, bem como algumas drenagens, além de outros trabalhos acessórios.

Os restabelecimentos encontravam-se a ser executadas por um subempreiteiro, contudo devido ao mesmo encontrar-se em dificuldades financeiras, os trabalhos estavam atrasados. Em determinada altura, e de forma a não comprometer as datas de abertura ao trânsito, foi decidido pelo ACE assumir diretamente a execução dos trabalhos, ficando o subempreiteiro apenas responsável pelas terraplenagens e pavimentações, ficando a cargo do ACE os outros trabalhos, contratando outros subempreiteiros para a execução dos mesmos.

Os dois restabelecimentos encontravam à distância de cerca de 2 km, pelo que as equipas alternavam entre restabelecimentos, de forma a otimizar os meios envolvidos. Assim, foi planeada a seguinte sequência de trabalhos:

- Escavação
- Aterro
- Drenagens transversais (PH's)
- Pavimentação granular
- Drenagem Longitudinal
- Pavimentação Betuminosa – Camada de Regularização
- Drenagem Longitudinal - Plataforma
- Pavimentação Betuminosa – Camada de Desgaste
- Guardas de Segurança
- Sinalização Vertical
- Sinalização Horizontal
- Integração Paisagística

Os Restabelecimentos encontravam-se a ser executados por uma empresa subcontratada, e teriam que ser conciliados com os trabalhos que se encontravam a ser executados nas pontes, por uma equipa diferente do ACE.

Em julho 2014, verificando-se que os trabalhos estavam a atrasar, houve a necessidade de tomar decisões, visto o atraso vir a comprometer as datas de abertura ao trânsito dos restabelecimentos.

Chegou-se a acordo com a empresa subcontratada, retirando-lhe determinados trabalhos ao contrato, ficando esta a ser responsável pela execução de terraplenagens e pavimentações, o seu principal know-how, e o ACE a administrar diretamente os trabalhos, organizando as várias frentes, quando até aí, apenas havia um interlocutor.

Assim, para a execução dos trabalhos, seguiram-se os procedimentos que se descreve em seguida.

Em termos de escavação, o que se encontrava por executar, eram as escavações de forma a restabelecer as rasantes com as estradas nacionais em utilização, tanto na EN216, como na EN217, algumas delas nos encontros nas novas pontes sobre o Rio Sabor.

Com base nas características das formações, investigadas pelos resultados dos trabalhos de prospeção, estabeleceu-se as condições de execução das escavações necessárias à implantação do traçado, nomeadamente no que se refere à geometria dos taludes, às medidas de eventual reforço e proteção, e à escavabilidade dos terrenos.

As alturas de escavação eram marcadas pela equipe de topografia presente em obra, através da colocação de estacas de madeira, indicando a profundidade a escavar.

Com base nas observações de campo, relativas à litologia e à estrutura dos maciços a escavar, e nos resultados dos trabalhos de prospeção, foi feita a avaliação das condições de escavação dos terrenos, e considerou-se que o desmonte com meios mecânicos, seria adequada através da utilização de equipamentos de menor potência (retroescavadoras, pás escavadoras, giratórias).

Sempre que se considerasse que após avaliação dos terrenos, e os mesmos não tivessem as características adequadas de suporte, era chamada a área de Geologia para se pronunciar, sendo que esta emitia o documento representado na Figura 4-90, com uma análise à situação encontrada e respetivas recomendações.

	AHBS Empreitada Geral de Construção do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor	
	FICHA 12 - ACOMPANHAMENTO DE OBRA	Nº: G.OC.EN216.M12.003.14 Data: 25/09/2014

ESCALÃO MONTANTE ESCALÃO JUSANTE OBRAS COMPLEMENTARES

ELEMENTO DE OBRA: RESTABELECIMENTO EN216A
PK: 0+040 a 0+060
COTA: N.D.
COORDENADAS DT73: N.D

No decorrer dos trabalhos de terraplanagem para inserção do restabelecimento do novo troço da EN216A, verificou-se em visita realizada em obra no dia 17/07/2014 entre Produção, Geologia ACE e Fiscalização a ocorrência de faixa de material areno-argiloso na base de fundação do pavimento, com espessura máxima observada de 2,00m, sensivelmente entre os pK's 0+040 e 0+060.

Tendo em conta as características geotécnicas do material intersectado, acordou-se o saneamento da camada de material areno-argiloso abaixo da cota de fundo de caixa, substituindo estes por solo/enrocamento provenientes da escavação.



FIGURA 1 - Vista geral da zona de aterro (0+040 ao 0+060) e pormenor dos materiais areno-argilosos constituintes do aterro.

Data: 25/09/2014

Efectuado por: José Loureiro Validado por: _____

Sempre que fosse considerado que os solos apresentavam características inadequadas, os mesmos eram saneados de acordo com as instruções da área de Geologia.

Face às características topográficas da zona atravessada e à rasante adotada para os restabelecimentos, bem como de acordo com o cenário geológico e geotécnico estudado e encontrado, a fundação dos aterros ocorrerá quase exclusivamente sobre as formações de base, que, em face das observações efetuadas no reconhecimento de superfície e dos resultados de prospeção, apresentam regra geral características adequadas à fundação dos aterros, após limpeza, saneamento de solos superficiais, com contaminação orgânica, e remoção do horizonte superficial de solos residuais.



Figura 4-91 – Esquema de Perfil do solo Residual (50)

As características dos materiais a colocar em aterro e as técnicas construtivas devem ser tais que assegurem a estabilidade dos aterros e a capacidade de carga prevista.

Estes materiais foram provenientes das escavações ao longo do traçado, sempre que os mesmos apresentavam aptidão geotécnica boa a regular para a execução dos aterros, havendo a necessidade de recorrer a solos de empréstimo perto da obra.



Figura 4-92 – Execução de aterro

Os aterros foram executados por camadas, sendo que as mesmas eram ensaiadas pelo Equipa do Laboratório presente em obra.

Para os ensaios de controlo de compactação, devido à sua extrema rapidez de execução e comodidade, foi utilizado o gamadensímetro, cujo nome comercial é Troxler (Figura 4-93).

Neste ensaio, são emitidos raios gama para a camada a ensaiar, com determinada energia, procedendo-se à contagem daqueles que chegam ao recetor sem perda de energia. A contagem será tanto maior, quanto mais densa estiver a camada.



Figura 4-93 – Ensaio de compactação com gamadensímetro

Quando os resultados do ensaio eram adequados, havia a indicação para continuar com a camada seguinte.

Em simultâneo com os aterros, onde o projeto previa, eram executadas as drenagens profundas, as passagens hidráulicas, que visam recolher as águas pluviais através da drenagem longitudinal ou a passagem de linhas de água.

Previamente à execução das passagens hidráulicos, as mesmas eram implantadas topograficamente, efetuada uma análise à capacidade de suporte do terreno e caso

fosse necessário, os terrenos eram saneados e substituídos por materiais com características adequadas.



Figura 4-94 – Execução de passagem hidráulica

As manilhas de betão foram assentes sobre um coxim em betão C20/25, conforme especificado em projeto (Figura 4-94) (18).

Nas passagens hidráulicas, foi executado um aterro técnico (Figura 4-94), que visava assegurar que no futuro, não ocorressem abatimentos na zona envolvente da PH.

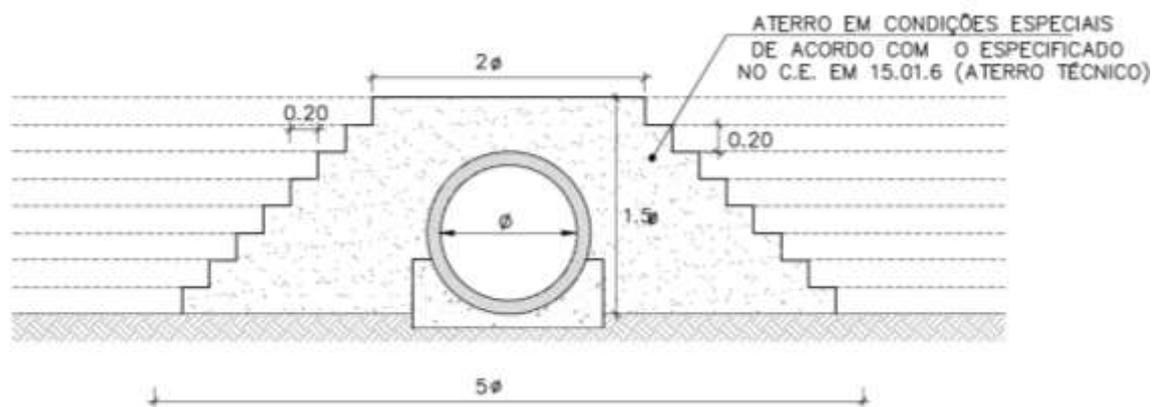


Figura 4-95 – Instalação de Tubagem em zonas de aterro

Nesta etapa eram também executadas as bocas de entrada e saída da PH, que poderiam ser em caixas de betão armado ou em muros de ala e muros de testa, ligeiramente armados com malha de aço A 400 NR \varnothing 8 mm // 0.20 m.

As bocas de entrada e saída (Figura 4-96) estavam representadas nos projetos de dimensionamento geral e pormenores de betão armado, conforme os vários tipos de passagens hidráulicas e ajustados ao viés existente.

Nas saídas das passagens hidráulicas, houve a necessidade de assegurar que a água não iria ravinar o talude, o que no futuro poderá causar danos ao aterro da estrada, pelo que se efetuaram proteções em enrocamento argamassado (Figura 4-96).



Figura 4-96 – Execução de boca de saída de passagem hidráulica

Em zona de taludes de escavação, estava previsto a execução de drenos (Figura 4-97), que são constituídos por coletores perfurados, envolvidos em brita, que recolhem águas subterrâneas, evitando que estas causem danos na futura estrada.



Figura 4-97 – Execução de dreno em coletor perfurado

Após a execução do aterro e da camada de leito de pavimento, são executadas as camadas de sub-base e base em agregado britado de granulometria extensa (Figura 4-98).

Para estes trabalhos são utilizados equipamentos diversos, como cilindros, motoniveladoras, escavadoras giratórias, pás carregadoras, trator com jopper, além de camiões que transportam o agregado de uma pedreira.

À semelhança das camadas nos aterros, as camadas de base e de sub-base também são ensaiadas com o gamadensímetro, no sentido de verificar o grau de compactação, assegurando assim a boa execução dos trabalhos.



Figura 4-98 – Execução de camada de sub-base e base em ABGE

O ABGE foi transportado por camiões basculantes proveniente de stock no estaleiro ou diretamente da pedreira, descarregado na plataforma de trabalho e espalhado por motoniveladora ou pá carregadora. Ao espalhar foi garantido a homogeneidade e as espessuras previstas em Projeto.

Antes da compactação foi verificada a humidade do material e nos casos que se verificar a falta ou excesso de água, tomaram-se as medidas necessárias.

No caso de falta de humidade, a camada de ABGE era regada e quando era verificado o excesso de humidade, o ABGE era espalhado e ficava a secar (Figura 4-99).

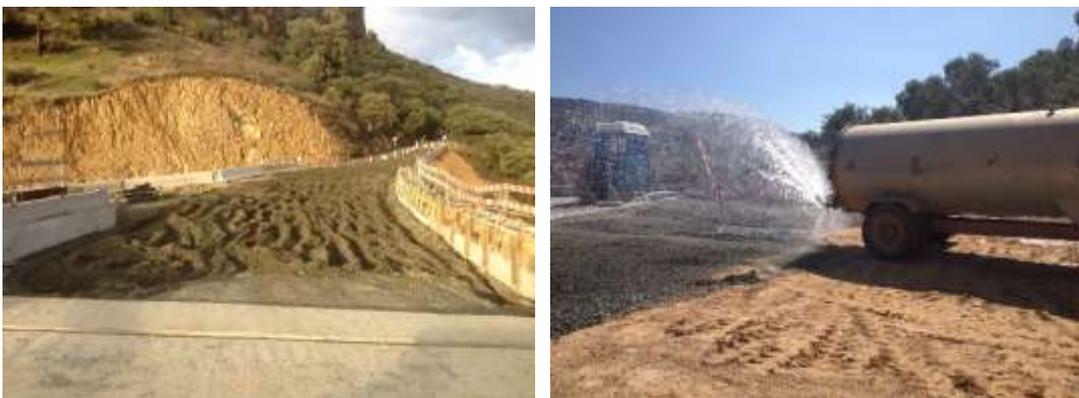


Figura 4-99 – Correção do teor de humidade no ABGE

Posteriormente à execução e aceitação da camada de base, foi aplicada a rega de impregnação, após uma limpeza da superfície com escovas mecânicas.

A camada seguinte a ser aplicada é a camada de regularização em macadame betuminoso.

O transporte das massas betuminosas foi efetuado por camiões basculantes e o espalhamento foi executado por pavimentadora de rastos com sistema de nivelamento, de forma a garantir um espalhamento contínuo e nivelado, sendo controlada a temperatura das mesmas na altura da aplicação, apresentando valores entre os 125°C e os 130°C.

A compactação foi efetuada por cilindros de rolo de rasto liso, de pneus e combinados.

Após a execução da camada de regularização, foi executada a drenagem de plataforma, composta por valetas de plataforma, executadas mecanicamente (Figura 4-100) e as valetas de bordadura, em meias-manilhas de betão (Figura 4-102).



Figura 4-100 – Execução de valetas de plataforma

Em determinados locais, foi autorizado pela fiscalização a execução de valetas bordadura in-situ, permitindo assim efetuar o trabalho com maior rapidez, eliminando as juntas entre manilhas, que são sempre suscetíveis de no futuro causar problemas (Figura 4-101).



Figura 4-103 – Execução de camada de desgaste

Após conclusão dos trabalhos de pavimentação, foram executados os trabalhos de Sinalização e Equipamento de Segurança.

Foram executadas guardas de segurança em perfis metálicos, através de equipamento de cravação, e posteriormente aparafusadas as chapas (Figura 4-104)



Figura 4-104 – Execução de guardas de segurança em perfis metálicos

Em obra foi necessário aplicar guardas de segurança em perfis de betão, vulgarmente designados por separadores “New Jersey”.

Previamente foi executada fundação em betão C20/25, com as dimensões de 0,60 x 0,40m, e posteriormente colocados os perfis de betão, através de grua de 40 Ton ou camião grua (Figura 4-105).



Figura 4-105 – Execução de guardas de segurança em perfis de betão

A sinalização horizontal num projeto rodoviário é composta pelas linhas contínuas ou tracejadas, bem como outras marcações.

As linhas são executadas com equipamento adaptado a um camião, (Figura 4-108), enquanto outro tipo de marcações, como STOP ou setas direcionais, são executadas manualmente (Figura 4-107).

Ambas as marcações são efetuadas com tintas a quente, sendo que previamente é executada uma pré-marcação (Figura 4-106).



Figura 4-106 – Pré-marcação de setas direcionais



Figura 4-107 – Marcação manual de setas direcionais e outras inscrições



Figura 4-111 – Hidrossementeira

Além da sementeira, o projeto previu a plantação de árvores e arbustos (Figura 4-112) de espécies existentes na zona, como oliveiras e azinheiras.



Figura 4-112 – Plantação de árvores

Foram acompanhados outros trabalhos, como a execução de ilhas direcionais no entroncamento da EN216 com a EN217, onde foi necessário executar betonilhas e lancis.

Por questões de rapidez, optou-se por executar os lancís in situ, visto estar em obra um equipamento que os permitia executar, permitindo economizar tempo e custos, em relação aos lancis pré-fabricados.

Previamente foi executada uma fundação e posteriormente executado o lancil, (Figura 4-113) em betão C25/30, com um molde que era idêntico ao lancil previsto em projeto.



Figura 4-115 – EN216



Figura 4-116 – EN217

5 CONCLUSÕES

O estágio que originou este relatório foi importante para a aquisição de novos conhecimentos, bem como igualmente para a consolidação dos adquiridos ao longo do percurso escolar, o que com certeza auxiliará para fortalecer capacidades que irão servir para o percurso profissional futuro.

De um modo geral foi efetuado o acompanhamento do desenvolvimento da construção das obras e dos problemas que surgiram ou que poderiam surgir se não se tivesse tomado determinadas ações, assim como o modo de lidar com os problemas e como resolve-los.

Assimilaram-se os princípios básicos que levam ao sucesso da obra, ficando este a dever-se à qualidade do projeto e da mão-de-obra, à disponibilidade do equipamento e dos materiais, à boa comunicação entre o empreiteiro e subempreiteiros, não descurando nunca o planeamento, provavelmente o fator mais importante, e um fator não menos importante, as boas relações que se manteve com os representantes da Fiscalização e Dono da Obra e que tiveram como único objetivo entregar as diversas obras dentro dos prazos previstos.

Realizando-se as reuniões semanais de produção, onde estavam presentes representantes de determinadas áreas da obra, como a Qualidade, Ambiente, Segurança, Serviços Gerais, Laboratório, bem como outros integrantes da área de produção, eram apresentadas as atividades que se iam executar nos quinze dias seguintes, bem como as que foram realizadas na corrente semana, assim, houve uma monitorização constante ao longo da obra, para que, na hipótese de existirem alterações, atrasos ou necessidade de pormenorizar algumas atividades, pudesse haver tempo para se “reagir” e corrigir ou reformular a situação, sem que com isso houvesse prejuízos para a obra.

Das dificuldades encontradas, destaca-se o fato de algumas das obras se encontrarem afastadas alguns quilómetros do estaleiro central e da Central de Betão, o cumprimento de prazos por parte dos subempreiteiros, bem como a localização da Empreitada, que por se encontrar em Trás-os-Montes, fica afastada dos centros urbanos, implicando que o planeamento da compra de materiais e a contratação de subempreiteiros fosse efetuada atempadamente, evitando assim atrasos inesperados.

Resumindo, a realização deste estágio cumpriu os objetivos inicialmente propostos, devendo-se isso especialmente à oportunidade de interagir diariamente com equipas multidisciplinares que existem numa Empreitada desta dimensão, e que permitiu ao autor participar em obras de diversos tipos, desde Edificações, Obras de Arte, Estradas, entre outras.

Face aos resultados apresentados no estágio, resultou que no final da Empreitada, numa fase de desmobilização de técnicos, o autor assumisse a responsabilidade da área de produção da Empreitada Geral, respondendo diretamente ao Diretor de Produção e posteriormente ao Diretor de Obra.

6 BIBLIOGRAFIA

1. *A Nossa Energia*. [Online] 20 de Janeiro de 2017. http://www.a-nossa-energia.edp.pt/centros_produtores/empreendimento_type.php?e_type=nb.
2. Intranet Odebrecht. [Online] [Citação: 20 de Janeiro de 2017.] <http://intranet.odebrecht.pt/>.
3. Grupo Lena. [Online] [Citação: 20 de Janeiro de 2017.] <http://www.grupolena.pt/areas-de-negocio/1/construcao-e-conc->.
4. AHBS. Plano do Sistema de Gestão Integrado Qualidade, Ambiente e Segurança. 2009.
5. Energias de Portugal, SA. Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor. Projeto. Escalão de Montante. 2005. Vol. I. Tomo B, Barragem.
6. *Ordem dos Engenheiros*. [Online] [Citação: 20 de 01 de 2017.] http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/visita09112012_175525797150b3412beafd9.pdf.
7. *A Nossa Energia*. [Online] [Citação: 20 de Janeiro de 2017.] http://www.a-nossa-energia.edp.pt/centros_produtores/info_tecnica.php?item_id=1&cp_type=he§ion_type=info_tecnica.
8. Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor . *Elementos de Projecto*. Vol. Tomo A1, Memória Descritiva. 2079-P1222/07.
9. Energias de Portugal, SA. Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor. Projeto. Escalão de Jusante. 2005. Vol. I. Tomo B, Barragem.
10. AHBS – EJ – Restabelecimento da EN102 e da EM325. *Nova Ponte sobre o rio Sabor*. Manual de Manutenção e Conservação. P352-PSBR-PE-MMC-01.
11. Projecto do Viaduto na E.N.102 – Obra de Arte Nº 3. Vol. 10, Manual de Manutenção e Conservação. AHBS.PE.00.OAE.MM.V03.
12. Projeto do Habitat de Compensação da Vilarixa. *Requalificação do Troço a montante do Troço Final da Ribeira da Vilarixa (5 km)*. Vol. Tomo 7.5, Pormenores II. Desenho AHBS.PE.07.05.AMB.42.

13. Projeto do Habitat de Compensação da Vilaríça. *Requalificação do Troço a montante do Troço Final da Ribeira da Vilaríça (5 km)*. Vol. Tomo 7.5, Pormenores V. Desenho AHBS.PE.07.05.AMB.45A.
14. Obras Complementares. *Metodologia de desmatção e desarborização*. AHBS/ME.OC.MM.004.00.
15. Projeto de Intervenção em duas Obras de Arte na EN315 – Ponte sobre o Rio Sabor. Vol. 14, Memória Descritiva e Justificativa. AHBS.PE.14.00.OAE.MD_D.
16. Master Builders Solutions. [Online] [Citação: 20 de Setembro de 2017.] <https://www.master-builders-solutions.basf.pt/pt-pt/sobre-nos/obras-de-referencia/3149>.
17. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN315*. Vol. Tomo 13.3, Memória Descritiva e Justificativa.
18. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN 216 e EN 217*. Vol. Tomo 13.2, Memória Descritiva e Justificativa.
19. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento do Caminho Rural entre S. Pedro e a Ribeira do Medal*. Vol. Tomo 13.4, Memória Descritiva e Justificativa. AHBS-PE.13.04.GER.MD_A.
20. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento do Caminho Florestal na Ribeira do Calvário*. Vol. Tomo 13.5, Memória Descritiva e Justificativa. AHBS-PE.13.05.GER.MD_A.
21. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. *Avaliação Comparada dos Aproveitamentos Hidroelétricos do Alto Côa e Baixo Sabor*. 2004.
22. *Trasladação do Santuário de Santo Antão da Barca*. Vols. Tomo 11.3.1 - Recinto e Acessibilidades, Memória Descritiva e Justificativa.
23. *Trasladação do Santuário de Santo Antão da Barca*. Vols. Tomo 11.3.2 - Santuário de Santo Antão da Barca, Memória Descritiva e Justificativa.
24. Halfen your best connections. [Online] [Citação: 22 de 09 de 2017.] http://www.halfen.pt/s/93_6460/halfen/modules/brochures/. FS-10-P.

25. **Trasladação do Santuário de Santo Antão da Barca. *Edifícios e estruturas diversas*. Vol. Tomo 11.3.5, Rede de Águas e Esgotos - Memória Descritiva e Justificativa.**
26. **Trasladação do Santuário de Santo Antão da Barca. *Casa do Ermitão*. Vol. Tomo 11.3.3, Instalações Eléctricas, Telecomunicações e Segurança.**
27. **Trasladação do Santuário de Santo Antão da Barca. *Casa do Ermitão*. Vol. Tomo 11.3.3, Instalações de AVAC - Memória Descritiva e Justificativa.**
28. **Projeto de Intervenção em duas Obras de Arte na EN315 - Ponte sobre o Rio Sabor. Vol. Capítulo 14, Memória Descritiva e Justificativa.**
29. **Projeto de Intervenção em duas Obras de Arte na EN315 - Ponte sobre o Rio Sabor. Vol. Capítulo 14, Ponte sobre o Rio Sabor - Planta e Alçado. AHBS.PE.14.00.OAE.03A.**
30. **Projeto de Intervenção em duas Obras de Arte na EN315 - Ponte sobre o Rio Sabor. Vol. Capítulo 14, Nota Técnica.**
31. **Projecto do Habitat de Compensação da Vilariça. *Requalificação do Troço Final da Ribeira da Vilariça* . Vol. Tomo 7.3, Memória Descritiva e Justificativa.**
32. **Projecto do Habitat de Compensação da Vilariça. *Requalificação do Troço a Montante do Troço Final da Ribeira da Vilariça (5 km)*. Vol. Tomo 7.5, Memória Descritiva e Justificativa.**
33. **Projeto do Habitat de Compensação da Vilariça. *Requalificação do Troço a montante do Troço Final da Ribeira da Vilariça (5 km)*. Vol. Tomo 7.5, Pormenores I. Desenho AHBS.PE.07.05.AMB.41.**
34. **Projeto do Habitat de Compensação da Vilariça. *Requalificação do Troço a montante do Troço Final da Ribeira da Vilariça (5 km)*. Vol. Tomo 7.5, Pormenores IV. Desenho AHBS.PE.07.05.AMB.44A.**
35. **Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN315*. Vol. Tomo 13.3, Planta e Perfil Longitudinal. AHBS.PE.13.03.VIA.02A.**
36. **Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN315 - Prolongamento da PH ao PK 0+100*. Vol. Tomo 13.3, Memória Descritiva e Justificativa.**

37. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN315 - Prolongamento da PH ao PK 0+100*. Vol. Tomo 13.3, Dimensionamento Geral. AHBS.PE.13.03.OAC.02.
38. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN315 - Prolongamento da PH ao PK 0+100*. Vol. Tomo 13.3, Planta, Alçado e Corte Longitudinal. AHBS.PE.13.03.OAC.01A.
39. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN315*. Vol. Tomo 13.3, Protecção e Reforço de Talude de Aterro. AHBS.PE.13.03.GEO.02.
40. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN315*. Vol. Tomo 13.3, Drenagem - Bocas em escavação, caleiras e sumidouros - Pormenores. AHBS.PE.13.03.DRE.09.
41. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN315 - Prolongamento de PH ao km 0+100*. Desenho ULMA nº 071 676-67-PR01 - Cofragem e Escoramento para Tabuleiro.
42. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN216 e EN217*. Vol. Tomo 13.2, EN216 - Planta e Perfil Longitudinal. AHBS.PE.13.02.VIA.02A.
43. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN216 e EN217*. Vol. Tomo 13.2, EN217 - Planta e Perfil Longitudinal - Km 0+000 a 0+700. AHBS.PE.13.02.VIA.03B.
44. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN216 e EN217*. Vol. Tomo 13.2, EN217 - Planta e Perfil Longitudinal - Km 0+700 a 1+233. AHBS.PE.13.02.VIA.04A.
45. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN216 e EN217*. Vol. Tomo 13.2, Drenagem - Valas e valetas - Pormenores. AHBS.PE.13.02.DRE.13.
46. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN216 e EN217*. Vol. Tomo 13.2, Perfís Transversais tipo EN217. AHBS.PE.13.02.VIA.08A.

47. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN216 e EN217*. Vol. Tomo 13.2, Sinaliação e Equipamento de segurança - Ecran de protecção a motociclistas - Pormenores construtivos. AHBS.PE.13.02.SIN.08.
48. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN216 e EN217*. Vol. Tomo 13.2, Sinaliação e Equipamento de segurança - Painéis - Dimensionamento. AHBS.PE.13.02.SIN.11A.
49. Projecto de Restabelecimento de Comunicações. *Restabelecimento da EN216 e EN217*. Vol. Tomo 13.2, Sinaliação e Equipamento de segurança - Marcas Rodoviárias - Pormenores. AHBS.PE.13.02.SIN.05.
50. Engenharia Civil. [Online] [Citação: 5 de Janeiro de 2018.] https://engenhariacivilunip.weebly.com/uploads/1/3/9/9/13991958/aula_2_origem_e_formao_dos_solos.pdf.