

**BARRAGEM MELANCIA**  
**RELATÓRIO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS**

**VOLUME I**  
**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA**

EDITADO EM MARÇO/2006

**ÍNDICE**

## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 – PROJETO DA BARRAGEM MELANCIA .....</b>	<b>16</b>
2.1 – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	16
2.2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS.....	16
2.3 – OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO.....	16
2.4 – ESTUDOS DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS .....	18
2.5 – ESTUDOS BÁSICOS .....	21
<b>2.5.1 – Estudos Cartográficos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.5.2 – Estudos Hidrológicos.....</b>	<b>22</b>
<b>2.5.3 – Estudos Geológicos/Geotécnicos.....</b>	<b>28</b>
2.5.3.1 – Geologia .....	28
2.5.3.2 – Geotecnia .....	30
2.5.3.3 – Materiais de Empréstimos .....	32
2.6 – CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO DO PROJETO .....	36
<b>2.6.1 – Arranjo Geral das Obras .....</b>	<b>36</b>
<b>2.6.2 – Barragem.....</b>	<b>36</b>
<b>2.6.3 – Sangradouro .....</b>	<b>37</b>
<b>2.6.4 – Tomada d’Água.....</b>	<b>38</b>
<b>2.6.5 – Análise de Estabilidade.....</b>	<b>38</b>
<b>2.6.6 – Estudos de Percolação pelo Maciço e Fundação.....</b>	<b>41</b>
<b>2.6.7 – Ficha Técnica.....</b>	<b>41</b>
<b>2.6.8 – Custos do Projeto.....</b>	<b>43</b>

2.7 – PLANOS E PROGRAMAS CO-LOCALIZADOS .....	43
<b>3 – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....</b>	<b>46</b>
3.1 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA.....	46
<b>3.1.1 – Área de Influência Direta.....</b>	<b>46</b>
<b>3.1.2 – Área de Influência Indireta.....</b>	<b>46</b>
3.2 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ABIÓTICO .....	46
<b>3.2.1 – Geologia .....</b>	<b>46</b>
<b>3.2.2 – Geomorfologia .....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.3 – Sismicidade Induzida .....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.4 – Solos.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.5 – Uso e Ocupação dos Solos .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.6 – Clima.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2.7 – Recursos Hídricos Superficiais.....</b>	<b>56</b>
3.2.7.1 – Hidrografia .....	56
3.2.7.2 – Fontes de Poluição Hídrica Existentes .....	57
3.2.7.3 – Qualidade das Águas Superficiais .....	58
<b>3.2.8 – Recursos Hídricos Subterrâneos .....</b>	<b>59</b>
3.3 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO .....	60
<b>3.3.1 – Flora.....</b>	<b>60</b>
<b>3.3.2 – Fauna .....</b>	<b>61</b>
<b>3.3.3 – Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente .....</b>	<b>69</b>
3.4 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ANTRÓPICO .....	69
<b>3.4.1 – Generalidades .....</b>	<b>69</b>
<b>3.4.2 – Área de Influência Indireta.....</b>	<b>70</b>

3.4.2.1 – Aspectos Demográficos .....	70
3.4.2.2 – Infra-estrutura Física e Social .....	71
3.4.2.3 – Atividades Econômicas.....	76
3.4.2.4 – Estrutura Fundiária .....	80
3.4.2.5 – Patrimônio Arqueológico e Paleontológico .....	80
<b>3.4.3 – Área de Influência Direta.....</b>	<b>81</b>
3.4.3.1 – Aspectos Gerais das Propriedades Pesquisadas .....	81
3.4.3.2 – Aspectos Demográficos .....	82
3.4.3.3 – Aspectos Sociais .....	85
3.4.3.4 – Aspectos Econômicos .....	89
3.4.3.5 – Expectativas da População Atingida.....	98
3.4.3.6 – Levantamento Cadastral das Propriedades Desapropriadas .....	99
<b>4 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....</b>	<b>104</b>
4.1 – MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADO .....	104
4.2 – AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS.....	105
4.3 – DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS.....	111
<b>4.3.1 – Impactos sobre o Meio Abiótico.....</b>	<b>111</b>
<b>4.3.2 – Impactos sobre o Meio Biótico.....</b>	<b>114</b>
<b>4.3.3 – Impactos sobre o Meio Antrópico .....</b>	<b>115</b>
<b>5 – PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS .....</b>	<b>170</b>
5.1 – GENERALIDADES .....	170
5.2 – ADOÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO .....	170
<b>5.2.1 – Objetivos .....</b>	<b>170</b>

<b>5.2.2 – Estratégia de Ação .....</b>	<b>172</b>
5.2.2.1 – Regras Gerais .....	172
5.2.2.2 – Fase de Implantação das Obras.....	173
5.2.2.3 – Custos e Cronograma de Implantação .....	175
<b>5.3 – PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS E PALEONTOLÓGICOS.....</b>	<b>175</b>
<b>5.3.1 – Generalidades .....</b>	<b>175</b>
<b>5.3.2 – Identificação de Vestígios Históricos, Arqueológicos e Paleontológicos.....</b>	<b>176</b>
<b>5.3.3 – Salvamento do Patrimônio Histórico, Arqueológico e Paleontológico.....</b>	<b>177</b>
<b>5.3.4 – Guarda do Material Coletado.....</b>	<b>178</b>
<b>5.4 – PLANO DE RECONSTITUIÇÃO PAISAGÍSTICA DAS ÁREAS DO CANTEIRO DE OBRAS E DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO .....</b>	<b>179</b>
<b>5.4.1 – Generalidades .....</b>	<b>179</b>
<b>5.4.2 – Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos.....</b>	<b>179</b>
5.4.2.1 – Localização e Caracterização Geológica/Geotécnica das Jazidas de Empréstimo .....	179
5.4.2.2 – Controle Ambiental na Atividade Mineral.....	180
<b>5.4.3 – Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição da Área do Canteiro de Obras .....</b>	<b>184</b>
<b>5.4.4 – Cronograma de Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas de Jazidas e do Canteiro de Obras.....</b>	<b>185</b>
<b>5.5 – PLANO DE REMOÇÃO / RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DA ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA .....</b>	<b>185</b>
<b>5.5.1 – Generalidades .....</b>	<b>185</b>
<b>5.5.2 – Remoção da Infra-estrutura Existente .....</b>	<b>186</b>

<b>5.5.3 – Relocação da Infra-estrutura de Uso Público .....</b>	<b>187</b>
5.6 – DELIMITAÇÃO, REFLORESTAMENTO E MONITORAMENTO DA FAIXA DE PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO .....	188
<b>5.6.1 – Delimitação e Fiscalização da Faixa de Proteção do Reservatório.....</b>	<b>188</b>
<b>5.6.2 – Reflorestamento da Área de Preservação Permanente .....</b>	<b>189</b>
5.6.2.1 – Objetivos.....	189
5.6.2.2 – Área a ser Reflorestada.....	189
5.6.2.3 – Técnicas de Reflorestamento .....	190
5.6.2.4 – Seleção das Espécies Florísticas .....	191
5.6.2.5 – Produção e Aquisição de Mudanças .....	194
5.6.2.6 – Preparo do Solo.....	196
5.6.2.7 – Plantio e Replante das Mudanças .....	197
5.6.2.8 – Tratos Culturais .....	198
5.6.2.9 – Custos e Cronograma de Implantação .....	199
5.7 – ZONEAMENTO DE USOS NO ENTORNO DO RESERVATÓRIO .....	200
5.8 – PROJETO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO DESALOJADA .....	201
<b>5.8.1 – Generalidades .....</b>	<b>201</b>
<b>5.8.2 – Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento.....</b>	<b>202</b>
5.8.2.1 – Compilação e Análise dos Dados Existentes .....	202
5.8.2.2 – Execução da Pesquisa Sócio-Econômica .....	203
5.8.2.3 – Avaliação Sócio-Econômica .....	205
5.8.2.4 – Participação da Comunidade.....	206
5.8.2.5 – Alternativas de Reassentamento.....	207
5.8.2.6 – Arcabouço Legal.....	208

5.8.2.7 – Estudos e Projetos Complementares .....	209
5.8.2.8 – Planejamento Operacional da Relocação e Assentamento.....	209
5.8.2.9 – Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento .....	209
5.8.2.10 – Custos de Implantação do Reassentamento .....	210
5.9 – PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO .....	211
5.10 – PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SANITÁRIA.....	216
<b>5.10.1 – Generalidades .....</b>	<b>216</b>
<b>5.10.2 – Referencial Teórico do Programa de Educação Ambiental e Sanitária .....</b>	<b>216</b>
<b>5.10.3 – Objetivos .....</b>	<b>217</b>
5.10.3.1 – Objetivo Geral.....	217
5.10.3.2 – Objetivos Específicos .....	218
<b>5.10.4 – Área de Abrangência do Estudo .....</b>	<b>219</b>
<b>5.10.5 – Definição do Público-Alvo .....</b>	<b>219</b>
<b>5.10.6 – Diretrizes Programáticas .....</b>	<b>220</b>
<b>5.10.7 – Princípios Norteadores .....</b>	<b>220</b>
<b>5.10.8 – Diagnóstico das Condições Socioeconômicas e Ambientais da Bacia Hidrográfica Contribuinte.....</b>	<b>220</b>
<b>5.10.9 – Estabelecimento de Parcerias .....</b>	<b>221</b>
<b>5.10.10 – O Papel da Escola no âmbito do Programa .....</b>	<b>222</b>
<b>5.10.11 – Elaboração de Material Didático.....</b>	<b>222</b>
<b>5.10.12 – Mobilização Social e Sistema de Informação, Comunicação e Mídia .....</b>	<b>223</b>
<b>5.10.13 – Execução de Seminários, Palestras e Reuniões com Grupos Formais e Informais .....</b>	<b>224</b>

<b>5.10.14 – Capacitação de Professores e Multiplicadores.....</b>	<b>225</b>
<b>5.10.15 – Avaliação do Programa de Educação Ambiental e Sanitária .....</b>	<b>225</b>
5.11 – MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA IMPLANTADA.....	227
<b>6 – PLANO DE DESMATAMENTO DA BACIA HIDRÁULICA DO RESERVATÓRIO E DE MANEJO DA FAUNA.....</b>	<b>234</b>
6.1 – PLANO DE DESMATAMENTO DA ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA .....	234
<b>6.1.1 – Generalidades .....</b>	<b>234</b>
<b>6.1.2 – Diagnóstico Florístico e Faunístico .....</b>	<b>234</b>
<b>6.1.3 – Implantação de Herbário.....</b>	<b>236</b>
<b>6.1.4 – Demarcação das Áreas a Serem Desmatadas .....</b>	<b>236</b>
<b>6.1.5 – Técnicas de Desmatamento .....</b>	<b>237</b>
<b>6.1.6 – Corredores de Escape da Fauna .....</b>	<b>238</b>
<b>6.1.7 – Inventário Florestal /Recursos Florestais Aproveitáveis .....</b>	<b>239</b>
<b>6.1.8 – Custos e Cronograma Físico do Desmatamento .....</b>	<b>240</b>
6.2 – PLANO DE MANEJO DA FAUNA.....	241
<b>6.2.1 – Generalidades .....</b>	<b>241</b>
<b>6.2.2 – Manejo da Fauna.....</b>	<b>242</b>
<b>6.2.3 – Proteção dos Trabalhadores e da População Circunvizinha.....</b>	<b>249</b>
<b>6.2.4 – Custos e Cronograma de Implantação .....</b>	<b>250</b>
<b>7 – GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E PLANOS DE MONITORAMENTO .....</b>	<b>252</b>
7.1 – GENERALIDADES .....	252
7.2 – GERENCIAMENTO E CONTROLE DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS.....	252

7.3 – PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA .....	256
<b>7.3.1 – Generalidades .....</b>	<b>256</b>
<b>7.3.2 – Cuidados Necessários para a Coleta de Amostras .....</b>	<b>256</b>
<b>7.3.3 – Tomada de Amostras .....</b>	<b>257</b>
<b>7.3.4 – Preservação, Armazenamento e Transporte de Amostras .....</b>	<b>258</b>
7.4 – PLANO DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DO LENÇOL FREÁTICO E DO NÍVEL D'ÁGUA NO RESERVATÓRIO .....	259
<b>7.4.1 – Monitoramento do Nível do Lençol Freático .....</b>	<b>259</b>
<b>7.4.2 – Monitoramento dos Níveis d'Água no Reservatório.....</b>	<b>261</b>
7.5 – PLANO DE MONITORAMENTO DAS TAXAS DE SEDIMENTAÇÃO NO RESERVATÓRIO .....	261
<b>8 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL .....</b>	<b>264</b>
<b>9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>267</b>
<b>10 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE .....</b>	<b>271</b>
<b>11 – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>280</b>
<b>12 – EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>285</b>
<b>13 – DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA .....</b>	<b>287</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>ANEXO 1 – ATAS DAS REUNIÕES DO PROJETO DE REASSENTAMENTO</b>	
<b>ANEXO 2 – TABELA DE PREÇOS DA SRH</b>	
<b>ANEXO 3 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)</b>	
<b>ANEXO 4 – DESENHOS</b>	

**APRESENTAÇÃO**

## **APRESENTAÇÃO**

O consórcio KL – Serviços de Engenharia S/S Ltda., MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda. e ENERCONSULT S/A vem aqui apresentar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) da Barragem Melancia, a ser construída em terras dos municípios de São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste, no Estado do Ceará.

O referido estudo foi desenvolvido no âmbito do Contrato nº 11/PROGERIRH / CE/SRH/2003 do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (PROGERIRH) firmado com a Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH).

O Estudo de Impacto Ambiental elaborado é composto por dois volumes, compreendendo:

- **Volume I – Estudo de Impacto Ambiental (EIA);**
- Volume II – Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA).



## 1 – INTRODUÇÃO

O consórcio constituído pelas empresas KL – Serviços de Engenharia S/S Ltda., MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda. e ENERCONSULT S/A atendendo às atribuições do Contrato N.º 11 / PROGERIRH / SRH / 2003 e do Processo SEMACE nº 01.258.200 – 0 elaborou o Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) da Barragem Melancia.

No desenvolvimento dos estudos básicos requeridos foram seguidos os preceitos da Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, bem como as diretrizes preconizadas no Termo de Referência emitido pela SRH/SEMACE para este empreendimento.

Inicialmente foi efetuada uma análise do projeto de engenharia proposto, considerando as ações programadas. Em seguida foram executados levantamentos de dados secundários relativos sobre os meios abiótico, biótico e antrópico das áreas de influência do empreendimento, os quais foram complementados com levantamentos de campo ao nível de reconhecimento. Especificamente para o meio antrópico da área de influência direta, foram aplicados questionários socioeconômicos através de uma pesquisa socioeconômica. Tais levantamentos foram efetuados objetivando a obtenção de subsídios para a elaboração do diagnóstico ambiental das áreas de influência da futura Barragem Melancia antes da sua implementação. Foram efetuadas, ainda, análises da compatibilidade do projeto com a legislação ambiental vigente e com planos e projetos co-localizados.

Posteriormente, com base nas informações obtidas no diagnóstico ambiental e na análise do projeto de engenharia proposto foram identificados os principais impactos ambientais decorrentes da implantação e operação do empreendimento, os quais foram submetidos à avaliação através do Método de Avaliação Ponderal de Impactos Ambientais desenvolvido por Bianchi et alli (1989). Por fim, foram estabelecidas as medidas mitigadoras dos impactos adversos identificados, além dos programas de monitoramento e de educação ambiental necessários.

O presente relatório é parte integrante do Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do Projeto da Barragem Melancia, tendo sua composição abordando os seguintes itens:

- Projeto da Barragem Melancia;
- Diagnóstico Ambiental das Áreas de Influência do Empreendimento;
- Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais;

- Planos de Medidas Mitigadoras;
- Plano de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica;
- Programas Ambientais;
- Legislação Ambiental Pertinente;
- Conclusões obtidas pelos estudos desenvolvidos;
- Bibliografia Consultada;
- Equipe Técnica engajada na elaboração do estudo.

## **2 – PROJETO DA BARRAGEM MELANCIA**

## 2 – PROJETO DA BARRAGEM MELANCIA

### 2.1 – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

O órgão empreendedor do Projeto Executivo da Barragem Melancia é a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH), órgão prestador de serviços na área de recursos hídricos, inscrito sob o CGC/MF nº 11.821.253/0001 - 42, estabelecido a Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, 01 - Centro Administrativo do Cambé, Edifício SEDUC - Bloco C, 1º e 2º Andar, no município de Fortaleza, Estado do Ceará, com telefone para contato (85) 3101.3994 e FAX (85) 3101.4055.

### 2.2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Barragem Melancia será formada pelo barramento do riacho homônimo, apresentando sua bacia hidráulica abrangendo terras dos municípios de São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste, no Estado do Ceará. A barragem fechará o boqueirão existente na localidade de Melancia dos Costas distando cerca de 79,0 km da sede do município de São Luís do Curu. A **Figura 2.1** apresenta a localização do empreendimento a nível regional.

Desde Fortaleza, o acesso ao sítio do barramento é feito através da BR-222 até a cidade de São Luís do Curu (78,6 km). A partir daí toma-se a CE-162, rodovia estadual em revestimento primário que permite o acesso a Pentecoste, percorrendo-se nesta cerca de 2,0 km. Em seguida toma-se à esquerda uma estrada carroçável na qual se percorre 2,0 km margeando o riacho Melancia até o local do barramento. O acesso aéreo é permitido através do Aeroporto Internacional Pinto Martins em Fortaleza e do aeródromo existente em Pentecoste.

### 2.3 – OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO

A Barragem Melancia servirá para múltiplos usos, com destaque para o reforço no suprimento hídrico do distrito de Croatá, no município de São Gonçalo do Amarante; a perenização do vale do riacho Melancia a jusante do barramento e o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado.

De forma complementar destacam-se o abastecimento da população ribeirinha de jusante, a dessedentação animal e a irrigação difusa, bem como o desenvolvimento da recreação e lazer no reservatório, como fontes de benefícios adicionais para a região.

Figura 2.1 (1/1) – Localização e acessos (1/1)

## 2.4 – ESTUDOS DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Para eleição das alternativas locais de barramentos foram efetuadas a princípio análises da carta da SUDENE na escala 1:100.000 – Folha São Luís do Curu, complementadas posteriormente com visitas de campo a áreas dos sítios identificados ao longo do vale do riacho Melancia. Com base na pesquisa de campo efetuada foram selecionadas inicialmente três alternativas de eixos barráveis: os eixos I, II e III nomeados de jusante para montante, cujas localizações podem ser visualizadas na **Figura 2.2**. O Eixo II já foi objeto de estudos e elaboração de projeto básico pelo DNOCS em meados de 1977.

Os eixos selecionados foram submetidos a estudos mais aprofundados, tendo sido elaborada uma pré-concepção do tipo de barramento para cada eixo e a definição de um perfil topográfico inferido, o que possibilitou a estimativa dos custos de construção das principais obras (exceto sangradouro) e o estudo comparativo entre as alternativas.

Para cada eixo foi definido, para efeito comparativo, uma altura de barragem que acumulasse o volume de 27,0 hm<sup>3</sup>. Em cada alternativa foi levantado, ainda, o maciço de terra necessário para execução da obra, o tipo de sangradouro adequado, as lâminas vertedouras, um cadastro preliminar de imóveis e da população a ser desalojada das bacias e uma avaliação preliminar dos impactos ambientais associado. O **Quadro 2.1** apresenta os custos de implantação das principais obras previstas nas alternativas de barramentos estudadas.

**Quadro 2.1 – Alternativas de Barramento**

Discriminação	Unid.	Eixo I		Eixo II		Eixo III	
		Quant.	Valor (R\$)	Quant.	Valor (R\$)	Quant.	Valor (R\$)
1. Fundação	m <sup>3</sup>	45.000	315.000,00	40.000	280.000,00	65.000	455.000,00
2. Maciço	m <sup>3</sup>	360.000	2.520.000,00	320.000	2.240.000,00	550.000	3.850.000,00
3. Proteção dos taludes + Rock-fill e Drenagem Interna	km	1,20	2.160.000,00	1,20	2.160.000,00	1,60	2.880.000,00
4. Sangradouro		-	5.760.000,00	-	8.080.000,00	-	8.720.000,00
- Escav. em solo	m <sup>3</sup>	80.000	400.000,00	80.000	400.000,00	90.000	450.000,00
- Escav. em rocha	m <sup>3</sup>	20.000	360.000,00	10.000	180.000,00	15.000	270.000,00
- Obras concreto	m <sup>3</sup>	10.000	5.000.000,00	15.000	7.500.000,00	16.000	8.000.000,00
5. Tomada d'Água	m	100	120.000,00	100	120.000,00	100	120.000,00
<b>Total</b>		-	<b>10.875.000,00</b>	-	<b>12.880.000,00</b>	-	<b>16.025.000,00</b>

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

Figura 2.2 (1/1) - Mapa de Localização das Alternativas (1/1)

Observa-se que o Eixo II proporciona a fundação e o maciço de terra mais econômicos. Os custos com a implantação da tomada d'água são iguais para as três alternativas, enquanto que os gastos com proteção dos taludes, *rock-fill* e drenagem são menores para os eixos I e II, que apresentam custos semelhantes. Quanto ao sangradouro, este apresenta custos sensivelmente maiores no Eixo III, enquanto que o Eixo II apresenta seus custos superiores aos do Eixo I em cerca de 50,0%. Ressalta-se, no entanto que o Eixo II tem a vantagem de já contar com projeto básico elaborado e aprovado pelo Painel de Inspeção e segurança em Barragens, que fez apenas recomendações para otimização do sangradouro.

No que se refere às condições de fundação das obras, as três alternativas de barramento estudadas apresentam características geológicas mais ou menos semelhantes em termos litológicos e tectônicos, tendo o Eixo III como desvantagem o fato de apresentar maior extensão do barramento (1.600,0 m), se comparado com as outras duas alternativas, que apresentam igual extensão pelo coroamento (1.200,0 m). Quanto à disponibilidade de materiais de construção dentro de uma distância econômica da área das obras, constata-se que as jazidas de materiais terrosos, granulares e pétreos se posicionam a distâncias econômicas em todas as alternativas.

Quanto às condições ambientais e socioeconômicas vigentes nas áreas dos eixos barráveis constatou-se que qualquer que seja a alternativa adotada o número de imóveis rurais a serem desapropriados e de famílias a serem relocadas é considerado baixo, atingindo no máximo 20 famílias. As interferências com infra-estruturas de uso público estão restritas a trechos de rede elétrica de baixa tensão e de estradas vicinais nos eixos I e II, enquanto que no Eixo III o lago inundará um trecho da rodovia estadual CE-341, exigindo a sua relocação.

Quanto à submersão de solos agricultáveis, a composição dos solos predominantes na área da bacia hidráulica é igual qualquer que seja a alternativa selecionada, estando os solos com potencial agrícola restritos apenas aos aluviões do riacho Melancia. Não foi constatada a presença de áreas de relevante interesse ecológico, tais como reservas indígenas, unidades de conservação, patrimônios arqueológico e paleontológico tombados ou em processo de tombamento, ou com espécies endêmicas da flora ou da fauna em nenhuma das alternativas de eixos barráveis.

Os riscos de salinização das águas represadas são considerados médios dada à presença de solos salinos (Planossolo Nátrico Sáfico) na bacia de contribuição das três alternativas de eixo, problema que é minorado pelo baixo tempo de detenção do reservatório. Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários e agrotóxicos podem ser considerados muito baixos, não tendo sido constatada a

presença de áreas com irrigação intensiva e de núcleos urbanos na retaguarda do reservatório, qualquer que seja a alternativa adotada.

Da análise dos diversos aspectos selecionados para avaliação chega-se a conclusão que a melhor alternativa para a localização do barramento encontra-se representada pelo Eixo II, na localidade de Melancia dos Costas.

## 2.5 – ESTUDOS BÁSICOS

### 2.5.1 – Estudos Cartográficos

Os estudos cartográficos foram realizados na área de implantação das obras e na bacia hidráulica do reservatório, constando de levantamentos topográficos, planialtimétricos e aerofotogramétricos, visando à obtenção de plantas em escala compatível com o grau de detalhamento desejado.

Os levantamentos topográficos do eixo barrável e do sangradouro foram executados através de locação de Estação Total, pelo método de coordenadas com identificação dos eixos Este e Norte, elevação e descrição dos pontos identificados, constando dos seguintes serviços:

- As coordenadas utilizadas para o levantamento foram fornecidas pela TOPOCART, empresa responsável pelos serviços cartográficos. O Marco M0, que corresponde a Estaca 05 tem as coordenadas  $X = 475601.5010$  e  $Y = 9591283.9040$ , enquanto que o Marco M4, correspondente a Estaca 27 + 2,72 tem as seguintes coordenadas  $X = 476013.3230$  e  $Y = 9591977.6990$ ;

Locação do eixo da barragem e do sangradouro com estaqueamento a cada 20,0 m e implantação de marcos de concretos nas deflexões topográficas, os quais servirão de base para amarração das obras. O eixo da barragem parte da estaca inicial, estaca 00, implantada na ombreira esquerda e finaliza na Estaca 64+9,85, totalizando uma extensão de 1.289,85 m. Já o eixo do sangradouro possui estaqueamento no mesmo sentido, crescendo da esquerda para direita, partindo da Estaca 00 e finalizando na Estaca 08+0,73, perfazendo um total de 160,73 m;

Nivelamento geométrico de todas as estacas dos eixos da barragem e sangradouro e geração do perfil longitudinal do terreno natural nos referidos eixos;

Levantamento de seções transversais aos eixos da barragem e sangradouro a cada 20,0 m, abrangendo uma faixa de domínio com largura de 150,0 m à montante e à jusante da barragem principal. Geração de planta baixa do boqueirão e do sangradouro, com curvas de nível equidistantes a cada metro;

Locação do canal de restituição com estaqueamento a cada 50,0 m, tendo sua poligonal locada a partir da Estaca 04 do eixo do sangradouro, acompanhando o talvegue à jusante, que conduzirá o caudal de sangria até o riacho Melancia;

Levantamento altimétrico da poligonal do canal de restituição, com seccionamento a cada 50,0 m, com 100,0 m de largura para cada lado e pontos cotados a cada 10,0 m, e elaboração da planta baixa com curvas de nível eqüidistantes a cada metro.

Na área da bacia hidráulica, o levantamento foi realizado com o objetivo de se obter uma cobertura aerofotogramétrica colorida na escala 1:15.000, totalizando 25,73 km<sup>2</sup> e plantas topográficas digitais na escala 1:5.000 da bacia hidráulica que totalizaram 22,56 km<sup>2</sup>. Os produtos gerados pelo levantamento aerofotogramétrico constam de uma coleção de aerofotos na escala do vôo; um foto índice na escala de 1:60.000; listagens de ajustamento do rastreamento por GPS e da Aerotriangulação; monografias dos vértices do apoio básico, uma coleção das plantas topográficas na escala 1:5.000, contendo a base vetorial e uma coleção de CD-ROM, contendo fotos aéreas em formato digital.

O **Desenho 01/09** nos Anexos mostra o mapa planialtimétrico da bacia hidráulica do reservatório.

## **2.5.2 – Estudos Hidrológicos**

Os estudos hidrológicos realizados objetivaram fornecer informações e elementos relativos aos aspectos fisiográficos e hidroclimatológicos da bacia de contribuição da Barragem Melancia, necessários ao desenvolvimento do projeto de engenharia, com vistas ao dimensionamento do reservatório a ser implantado.

Desta forma foi efetuada inicialmente uma caracterização física da bacia hidrográfica do riacho Melancia, que drena uma área de 136,97 km<sup>2</sup>, apresentando um perímetro de 53,8 km e comprimento do rio principal de 25,0 km. A declividade média na área da bacia de contribuição é de 2,56 m/km, enquanto que o índice de compacidade é de 1,30 e o fator de forma atinge 0,22. O tempo de concentração é de 7,89 h.

Posteriormente foi efetuado o Estudo de Cheias, no qual a determinação da cheia de projeto para dimensionamento do sangradouro é realizada com base em dados históricos de vazão (métodos diretos) ou com base na precipitação (métodos indiretos), estando em ambos os casos associados um risco previamente escolhido. Diante da ausência de registros históricos de vazões, foi adotada a determinação do hidrograma de projeto com base na precipitação.

Em barragens pequenas e médias, onde grandes riscos não estão envolvidos, pode-se utilizar o hidrograma de projeto baseado nas precipitações associadas a um risco ou probabilidade de ocorrência, podendo o período de retorno de 1.000 anos ser suficiente, fazendo-se posteriormente uma verificação para 10.000 anos.

Os métodos estatísticos de obtenção de vazões máximas que utilizam séries de vazões observadas, procedimento comum para bacias naturais, não podem ser aplicados pela escassez de dados ou, ainda sua inexistência. Esta falta de dados dos eventos a serem estudados indicaram a escolha do método de transformação chuva-deflúvio como metodologia a ser adotada.

A metodologia procura descrever as diversas hipóteses do cálculo da cheia de projeto: a escolha da chuva de projeto, o hietograma utilizado, a definição da precipitação efetiva, o hidrograma da cheia na bacia e, por fim, o seu amortecimento no sangradouro. A ferramenta utilizada para a implementação desta metodologia foi o programa HEC-1.

Assim sendo, as relações chuva-deflúvio para a Bacia do riacho Melancia foram estabelecidas pelo modelo HEC-1, projetado para simular o escoamento superficial numa bacia, sendo esta representada como um sistema de componentes hidrológicos e hidráulicos. Para a referida bacia foi estudada a sua resposta ao hietograma de projeto correspondente ao tempo de retorno de 1000 anos.

Para o cálculo do escoamento superficial na Bacia do Melancia foi considerada a precipitação uniformemente distribuída sobre a sua área (**Quadro 2.2**). O hietograma adotado baseou-se nas curvas intensidade-duração-frequência da precipitação obtidas através do Método de Taborga, cujos resultados são apresentados na **Figura 2.3**.

Com base nos dados da curva intensidade-duração-frequência, o HEC-1 constrói uma distribuição triangular da precipitação, onde é assumido que cada total precipitado para qualquer duração ocorre durante a parte central da tormenta (tormenta balanceada). Alturas correspondentes a 10 e 30 minutos são interpoladas nas alturas precipitadas de 5, 15 e 60 minutos através da equação do HYDROS-35 (National Weather Service, 1977), tendo-se chegado a um hietograma de projeto com duração de 24 horas.

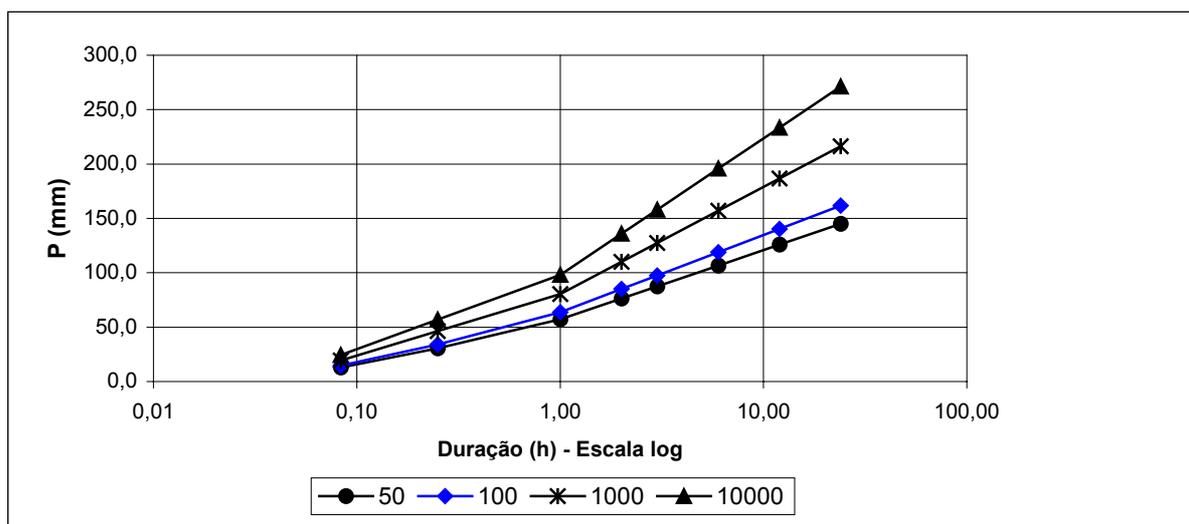
**Quadro 2.2 – Chuvas Reduzidas**

Duração	5 min	15 min	60 min	2 h	3 h	6 h	12 h	24 h
P(mm) – TR 50	13,1	30,6	57,1	76,3	87,5	106,7	125,9	145,0
P(mm) – TR 100	14,5	34,1	63,7	85,0	97,5	118,9	140,3	161,6

Duração	5 min	15 min	60 min	2 h	3 h	6 h	12 h	24 h
P(mm) – TR 1000	19,5	46,5	80,5	110,1	127,5	157,1	186,8	216,4
P (mm) – TR 10000	24,4	57,0	98,1	135,9	157,9	195,7	233,4	271,1

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

**Figura 2.3 – Curvas Intensidade – Duração - Frequência**



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

No cálculo da chuva efetiva foi adotado o Método do Curva-Número do Soil Conservation Service - SCS. Este método baseia-se no cálculo da precipitação efetiva em função da altura total de chuva e do parâmetro de abstração denominado Curva-Número (CN). A determinação deste coeficiente depende das seguintes propriedades geradoras de escoamento na bacia: grupo hidrológico dos solos, uso do solo e do tratamento agrícola, condição da superfície subterrânea e condição de umidade antecedente.

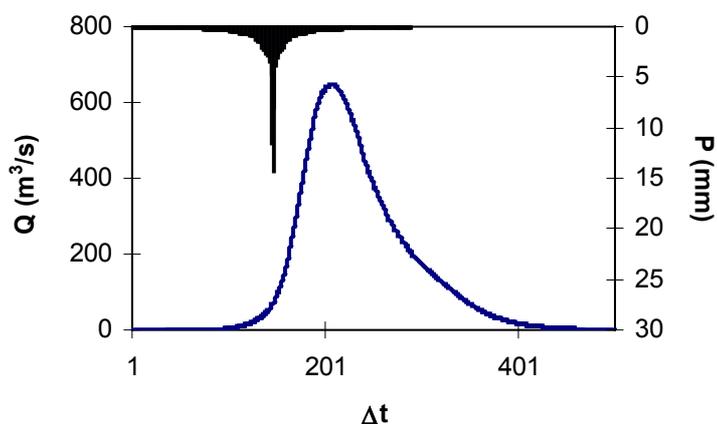
Com base nos tipos de solos (grupos hidrológicos) predominantes na área da bacia hidrográfica, no relevo e no uso atual do solo vigente foi determinado o parâmetro CN, a ser adotado no cálculo da precipitação efetiva, cujo valor para a Bacia do Melancia é igual a 82.

Para transformar a precipitação efetiva em escoamento superficial da bacia foi adotado o Método do Hidrograma Unitário do SCS, que foi idealizado para bacias com áreas entre 2,5 e 1000 km<sup>2</sup> e que é construído exclusivamente a partir de informações hidrológicas. Além disto, este modelo necessita apenas de um parâmetro o  $T_{LAG}$ , que é igual à distância (lag) entre o centro da massa do excesso de chuva e o pico do

hidrograma unitário. O tempo de concentração da bacia foi estimado através da aplicação da fórmula de Kirpich, do Califórnia Highways.

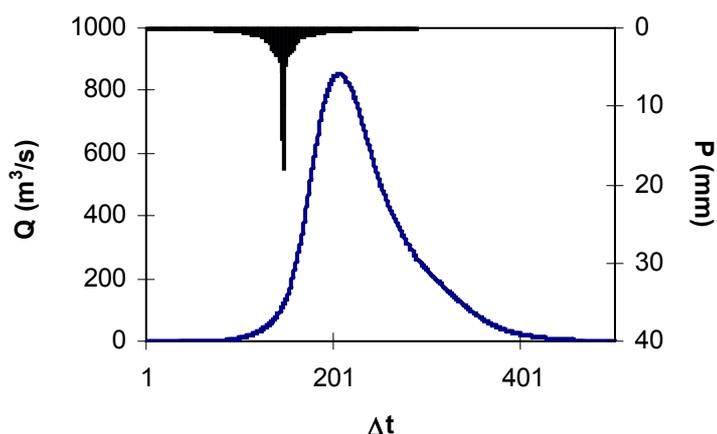
A **Figura 2.4** apresenta o hidrograma de projeto e o hidrograma afluente a Barragem Melancia para o tempo de retorno de 1000 anos, no qual se obtém uma vazão de pico de 648 m<sup>3</sup>/s. Para o tempo de retorno de 10000 anos foi obtida uma vazão de pico de 853 m<sup>3</sup>/s (**Figura 2.5**).

**Figura 2.4 – Hidrograma Total Afluente a Barragem Melancia (Tr = 1000 Anos)**



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Aduoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

**Figura 2.5 – Hidrograma Total Afluente a Barragem Melancia (TR = 10000 anos)**



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Aduoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

O Estudo da Capacidade de Regularização do Reservatório desenvolvido teve como objetivos a análise incremental do ganho em volume regularizado em relação ao aumento da capacidade do reservatório e a estimativa de perdas por evaporação e sangria. Na determinação das curvas de regulação do reservatório foram utilizados os métodos da Solução Direta da Equação do Balanço Hídrico e do Diagrama Triangular de Regularização.

Para a geração das séries sintéticas de vazões foram adotadas as características de escoamento estabelecidas no Plano Estadual de recursos Hídricos – PERH (1990), ou seja, lâmina média escoada de 73,7 mm e volume afluente médio escoado ( $\mu$ ) de 10,09 hm<sup>3</sup>/ano. Foi adotado o coeficiente de variação (CV) igual a 1,20 com base no valor indicado por Campos *et al.* (1995).

Para a aplicação dos métodos de Solução Direta da Equação do Balanço Hídrico e do Diagrama Triangular de Regularização faz-se necessário a determinação do fator de forma  $\alpha$ , lâmina evaporada e fator adimensional de evaporação e capacidade. No caso do fator adimensional de capacidade este é variável uma vez que se pretende analisar o ganho na regularização em função do aumento da capacidade. O fator adimensional de evaporação, por sua vez, foi estimado em 0,32.

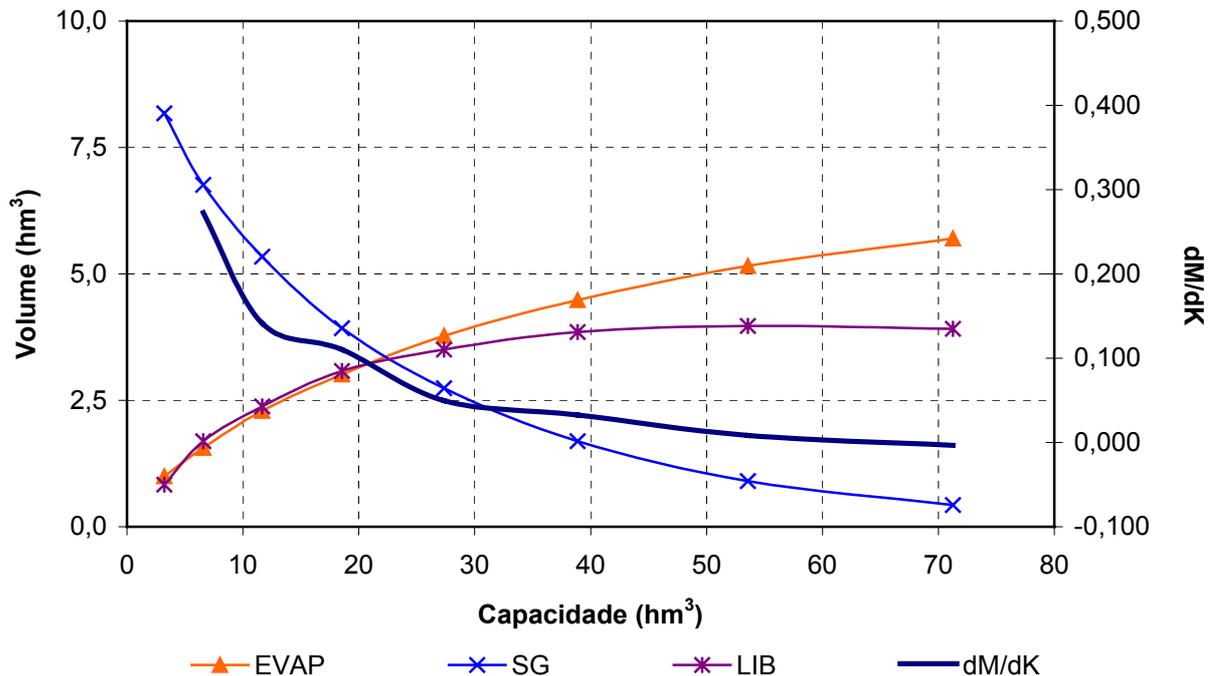
O **Quadro 2.3** apresenta os valores dos volumes regularizados, evaporados e sangrados em termos absolutos e percentuais em função do fator de capacidade ( $f_k = K/\mu$ ). A **Figura 2.6** apresenta as curvas de regulação para a Barragem Melancia.

**Quadro 2.3 – Estudo Incremental de Capacidades do Reservatório**

Cota (m)	K (hm <sup>3</sup> )	Fk=K/ m	%LIB	LIB (hm <sup>3</sup> /ano)	%EV	EV (hm <sup>3</sup> /ano)	%SG	SG (hm <sup>3</sup> /ano)	dM/dK	Q90 (m <sup>3</sup> /s)	M90 (hm <sup>3</sup> /ano)
40	3,2	0,32	8,3	0,833	10,0	0,997	81,7	8,178		0,027	0,859
42	6,6	0,65	16,9	1,691	15,6	1,557	67,6	6,764	0,27	0,056	1,773
44	11,7	1,16	23,8	2,379	22,9	2,294	53,3	5,341	0,14	0,079	2,492
46	18,6	1,84	30,8	3,081	30,0	3,009	39,2	3,926	0,11	0,103	3,250
<b>48</b>	<b>27,4</b>	<b>2,71</b>	<b>35,0</b>	<b>3,505</b>	<b>37,7</b>	<b>3,774</b>	<b>27,3</b>	<b>2,739</b>	<b>0,05</b>	<b>0,117</b>	<b>3,688</b>
50	38,9	3,85	38,4	3,851	44,7	4,485	16,9	1,689	0,03	0,129	4,063
52	53,6	5,31	39,6	3,972	51,4	5,159	9,0	0,901	0,01	0,133	4,188
54	71,3	7,06	39,0	3,913	56,8	5,701	4,3	0,427	0,00	0,131	4,125

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Aduadoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

**Figura 2.6 – Curvas de Regulação do Reservatório Barragem Melancia**



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

Os dados apresentados no Quadro 2.3 e na Figura 2.6, anteriormente citados, sugerem que a partir da cota 48 m (volume em torno de 27 hm<sup>3</sup>) os ganhos incrementais na capacidade de regularização da barragem com o aumento do barramento não são significativos. Para esta capacidade o reservatório regulariza 35,0 % do volume afluente médio anual, ou em termos de volume, 3,505 hm<sup>3</sup>/ano, conforme a resolução direta da equação do balanço hídrico. Este volume regularizado anualmente corresponde a uma vazão regularizada de 0,117 m<sup>3</sup>/s com 90,0% de garantia.

O **Quadro 2.4** mostra a capacidade de regularização da Barragem Melancia, sendo discriminado neste como a distribuição do volume afluente ao reservatório em volume regularizado (RG), volume evaporado (EV) e volume sangrado (SG). Os valores apresentados pela solução direta do balanço hídrico são confirmados pelos resultados obtidos pelo Método do Diagrama Triangular (**Figura 2.7**).

O reservatório terá uma capacidade de acumulação de 27,63 hm<sup>3</sup>, com a soleira do sangradouro na cota 48 m e coroamento na cota 51,5 m. A **Figura 2.8** mostra a curva de cota-área-volume da Barragem Melancia.

Para o dimensionamento do sangradouro foi adotada a cheia associada ao tempo de retorno de 1.000 anos, para a qual foram realizados estudos de laminação, enquanto que a determinação da cota de coroamento da barragem foi baseada na cheia associada ao tempo de retorno de 10.000 anos para garantir o não galgamento desta cheia. A laminação das enchentes de projeto foi efetuada pelo Método de Puls.

A largura do sangradouro da barragem foi definida em função das condições hidráulicas, selecionada a menor largura de sangradouro que permitisse que a cheia de 1.000 anos fosse escoada sem problemas. A largura do sangradouro adotada foi de 50 m. Os picos de vazões efluentes e lâminas de sangria associados aos períodos de retorno de 1.000 e 10.000 anos para a cota de sangria de 48 m são apresentados no **Quadro 2.5**.

### 2.5.3 – Estudos Geológicos/Geotécnicos

#### 2.5.3.1 – Geologia

A geologia da região onde está inserido o projeto apresenta um predomínio de rochas cristalinas, de idade pré-cambriana, tendo como unidade dominante a Unidade Canindé do Complexo Ceará. Nesta os litotipos petrográficos são constituídos por gnaisses migmatizados, freqüentemente intercalados com níveis quartzíticos, metarcóseos, anfibolitos e calcários cristalinos. Observa-se, ainda, migmatitos com estruturas planares bem desenvolvidas (metatexitos) e com estruturas homogeneizadas (diatexitos).

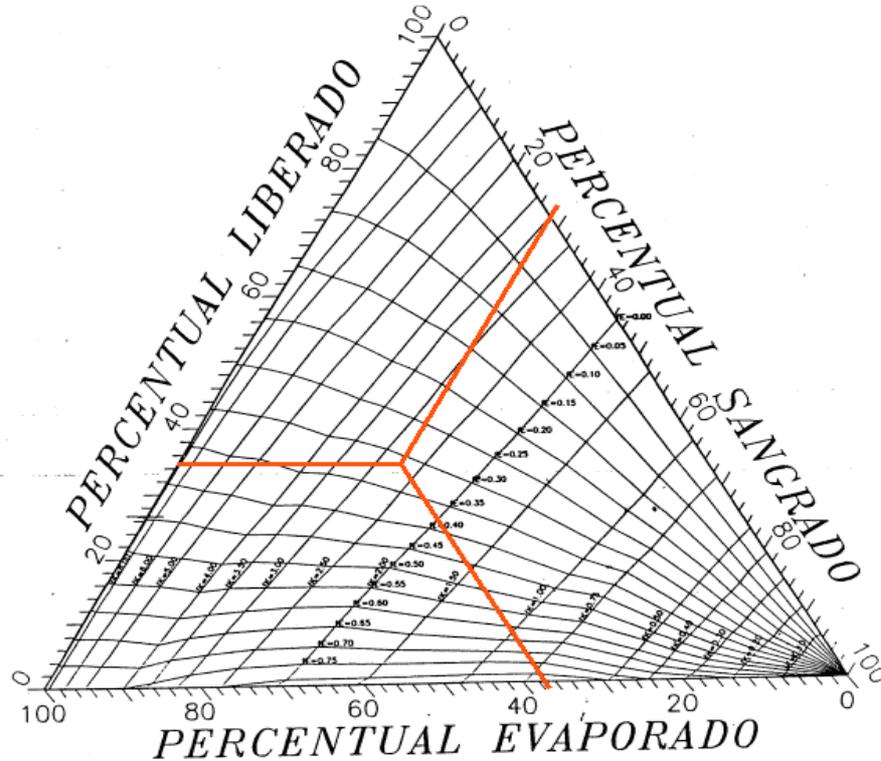
#### **Quadro 2.4 – Distribuição do Volume Afluente e da Vazão Regularizada (Equação do Balanço Hídrico)**

Distribuição do Volume Afluente			Qr 90% (m <sup>3</sup> /s)
RG - %	SG - %	EV - %	
3,505 – 35,5%	2,739 – 27,6%	3,774 – 37,7%	0,117

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Aduadoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

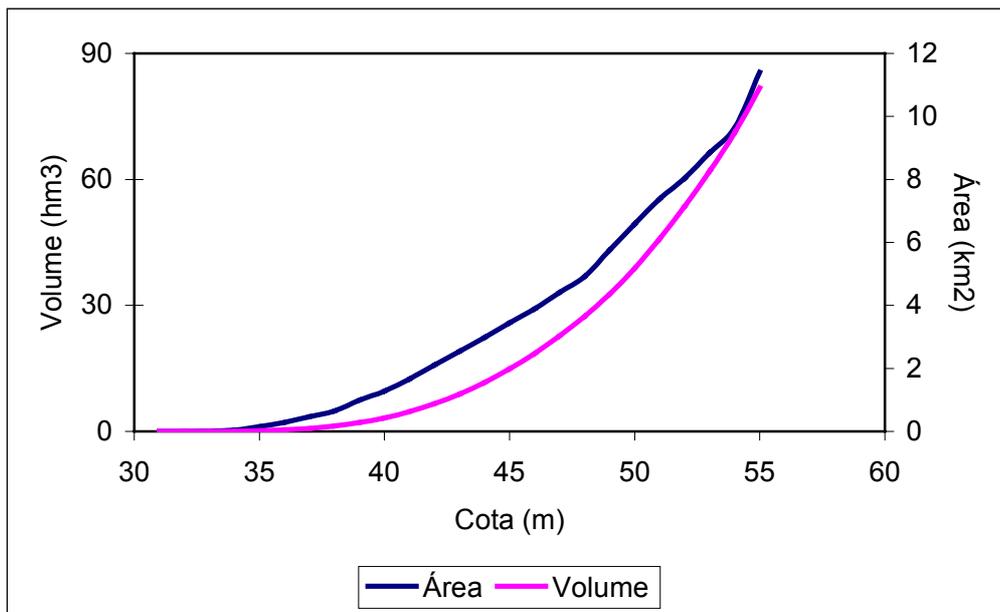
Nota: EV - Volume Evaporado (hm<sup>3</sup>/ano); SG - Volume Sangrado (hm<sup>3</sup>/ano); RG- Volume Regularizado (hm<sup>3</sup>/ano) e Qr 90% - Vazão regularizada com 90% de garantia (m<sup>3</sup>/s).

**Figura 2.7 – Diagrama Triangular de Regularização Aplicado a Barragem Melancia**



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

**Figura 2.8 – Curva Cota – Área - Volume**



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

### Quadro 2.5 – Vazões e Lâminas de Sangria

Discriminação	TR = 1.000 Anos	TR = 10.000 Anos
▪ Cota de Pico (m)	49,63	50,02
▪ Vazão Efluente (m³/s)	220,0	302,0
▪ Lâmina (m)	1,63	2,02

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia - Estudo de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras. Vol. I - Texto. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

A foliação apresenta direção preferencial segundo o *trend* regional, NE-SW. O estilo do dobramento das rochas é bastante variável, sendo difícil a identificação de um tipo padrão, podendo ser localmente encontrados dobramentos desarmônicos, micro-dobramentos nos flancos de dobras maiores, *drag folds*, dobras e *chevron*.

Em escala local, a litologia predominante ao longo da área das obras é formada por rochas cristalinas classificadas regionalmente na Unidade Canindé do Complexo Ceará. A maior concentração de afloramentos rochosos está situada na ombreira esquerda, principalmente a jusante do eixo. São em geral afloramentos de grandes proporções, em forma de blocos arredondados. Trata-se de uma rocha de cor clara, média a grosseira, leucocrática, isotrópica, contendo biotita, feldspato (plagioclásio), quartzo, muscovita e pequenos cristais de granada. Os feldspatos ocorrem em forma de pórfiros com dimensões que variam de 1 a 2cm, exibindo zoneamento. Aparentemente a rocha é pouco fraturada.

Os depósitos aluvionares constatados ao longo do riacho Melancia são constituídos por sedimentos inconsolidados contendo depósitos espessos de areia e cascalho e frações areno-siltosas, apresentando granulometria variável e tonalidades cinza clara a escura.

#### 2.5.3.2 – Geotecnia

Visando completar a caracterização geotécnica da área de implantação das obras foi realizada uma campanha de sondagens. Foram efetuadas 52 sondagens ao longo do eixo do barramento, sendo 22 sondagens a pá e picareta, 23 a percussão e 07 mistas, ou seja, iniciadas a percussão e prosseguidas com sonda rotativa. Em alguns trechos de sondagens a percussão foram realizados ensaios de infiltração LEFRANC e nos trechos de sondagens rotativas foram efetuados ensaios de perda d'água LUGEON.

Na ombreira esquerda foram executados os poços a pá e picareta de 12 sondagens (SPP-01 a SPP-12), duas sondagens mistas (SM-09 e SM-10) e duas sondagens a percussão (SP-22 e SP-23). Examinando os perfis dessas sondagens

observa-se que existe uma camada superficial formada por silte arenoso com pedregulhos e seixos rolados, marrom claro, com profundidade nos locais de prospecção variando entre 0,4 e 1,3 m. Abaixo dessa camada encontra-se silte pouco argiloso, pouco micáceo, caracterizando um solo residual de gnaise, cujas profundidades atingem até 2,0 m. Com base nestas características, a solução proposta pela Projetista para fundação da barragem na ombreira esquerda consiste numa escavação superficial e o *cut-off* atingir o solo residual de gnaise.

Na calha do riacho Melancia foram executadas 21 sondagens a percussão (SP-01 a SP-21) e seis sondagens mistas (SM-07, SM-08, SM-15, SM-16, SM-17 e SM-18). Examinando os perfis destas sondagens, que estão localizadas entre as estacas 17+10,00 a 26, verifica-se que a camada superficial predominante é de silte arenoso cinza e amarelo com espessura dominante de 1,0m. Foi encontrado, também, areia fina e média siltosa. As camadas inferiores são formadas de silte pouco argiloso e silte arenoso mostrando o solo residual de gnaise. O impenetrável à percussão foi encontrado em profundidade máxima de 4,16 m. Areia grossa foi encontrada só no leito do rio.

A solução de fundação proposta pela Projetista para a barragem no trecho da calha do rio, entre as estacas 17 e 26, consiste em assentar os espaldares sobre o terreno após a escavação obrigatória e o *cut-off* dentro do solo residual de gnaise, de modo a garantir que toda lente de areia será retirada.

As sondagens executadas na calha do rio mostraram que não existem camadas espessas de areias, não havendo, portanto necessidade de utilização de sistemas de rebaixamento do lençol freático. As águas que aparecerem na construção poderão ser retiradas simplesmente pela sua condução para pontos mais baixo de reunião e bombeadas para fora.

A ombreira direita foi investigada pelos dois poços a pá e picareta das sondagens SPP-13 e SPP-12 e por três sondagens mista (SM-01, SM-03 e SM-06). A análise dessas sondagens mostra que existe uma camada superficial de silte arenoso com pedregulhos, de pequena espessura, que se sobrepõem a uma camada de silte argiloso micáceo, que é o solo residual do gnaise.

A solução proposta pela Projetista para fundação da barragem na ombreira direita consiste em assentar os espaldares sobre o solo após a escavação obrigatória e o *cut-off* ser encravado no solo residual de gnaise.

No local do sangradouro foram executadas quatro sondagens mista (SM-11, SM-12, SM-13 e SM-14), cujos perfis revelam a existência de uma camada de gnaise

decomposto acima da cota 45 m. Desta forma, foi proposto que as estruturas do sangradouro tais como muro Creager e muros laterais sejam fundadas nesta cota. O canal de restituição, também, será escavado na cota 45 m.

Quanto ao tratamento das fundações, os resultados obtidos para os ensaios de perda d'água em rocha LUGEON revelaram que perdas específicas acima de 1,0 l/min/m/atm foram observadas apenas entre o trecho 0,50 e 2,5 m da sondagem SM-08. Nos demais trechos ensaiados as perdas específicas foram muito baixa ou nulas. Assim sendo, não se faz necessário a execução de cortina de injeção de calda de cimento para tratamento das fundações da barragem.

O **Desenho 02/09 nos Anexos** apresenta o perfil geológico/geotécnico do eixo do barramento.

### 2.5.3.3 – Materiais de Empréstimos

Foram realizados estudos dos materiais de empréstimos terrosos, granulares e rochosos, os quais constaram inicialmente do reconhecimento quantitativo e qualitativo dos materiais existentes nas proximidades do eixo do barramento. Foram locadas quatro jazidas de material terroso (J-01 a J-04), dois areais (A-01 e A-02) e duas pedreiras (P-01 e P-02). Após a locação das áreas foram feitas cubagens dos materiais e estabelecidas distâncias médias de transporte. Além destas ocorrências dispõem-se, ainda, de um volume de 328.000 m<sup>3</sup> de materiais terrosos obtidos das escavações obrigatórias do sangradouro.

O **Desenho 03/09 nos Anexos** apresenta a localização das áreas de empréstimos estudadas, observa-se que apenas as áreas das jazidas J-01 e J-04, situadas respectivamente a 2,1 km e 100,0 m a montante do eixo do barramento, e do areal A-02, localizado a cerca de 300,0 m a montante do eixo, serão submersas com a formação do lago.

A jazida J-02 encontra-se posicionada a 1,7 km a jusante do eixo do barramento, estando, portanto, fora da área da bacia hidráulica do reservatório. A jazida J-03 situa-se imediatamente a jusante do eixo, a cerca de 70 m, estando fora da área a ser submersa.

O material pétreo será proveniente das duas pedreiras. A pedreira P-01 localiza-se fora da área da bacia hidráulica do futuro reservatório, a cerca de 895 m a jusante do eixo barrável. A pedreira P-02 encontra-se posicionada a 990 m a jusante da ombreira direita do barramento, fora da área a ser submersa, estando posicionada praticamente paralela a área da pedreira P-01.

As jazidas de material terroso apresentam as características discriminadas no **Quadro 2.6**, tendo sido estudadas através de malhas quadráticas de sondagens a pá e picareta.

As amostras coletadas em furos representativos das jazidas de material terroso foram submetidas a ensaios de caracterização constando de granulometria por peneiramento, limites de liquidez e de plasticidade, compactação – Pronctor Normal, este último apenas para as amostras das jazidas J-01 e J-02.

Para as amostras coletadas nas jazidas J-03 e J-04 foram efetuados, ainda, ensaios de densidade mínima, segundo a Metodologia D2049-69 da ASTM e densidade máxima por um ponto com equipamento de compactação, em amostra seca, com energia do Pronctor Modificado. Os resultados obtidos são apresentados no **Quadro 2.7**.

**Quadro 2.6 – Características das Jazidas de Empréstimos**

<b>Discriminação</b>	<b>J-01</b>	<b>J-02</b>	<b>J-03</b>	<b>J-04</b>
Material	Areia argilosa vermelha	Areia argilosa vermelha	Areia Siltosa Amarela	Areia Siltosa Amarela
Utilização	Espaldar de montante e fundação	Espaldar de montante e fundação	Espaldar de Jusante	Espaldar de Jusante
Área Utilizável (m <sup>2</sup> )	252.500	164.100	260.400	124.410
Volume Utilizável (m <sup>3</sup> )	303.000	164.100	338.520	186.615
Expurgo médio (m)	0,30	0,30	0,10	0,10
Distância ao eixo (m)	2.100	1.700	70	100
Proprietário	Maria Cleide Ferreira e Francisco Diógenes Ferreira	Joaquim Paulo de Oliveira e Francisca Pereira Azevedo	José Teixeira de Oliveira	Luís de Castro Moura e Pedro Inácio de Castro
Vegetação	Pequeno porte	Pequeno porte	Pequeno porte	Pequeno porte
Benfeitoria	Cerca	Cerca, casa e caju	Cerca, coqueiro e caju	Cerca, coqueiro e caju

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia Volume II – Anteprojetos. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral).

**Quadro 2.7 – Ensaios de Caracterização das Jazidas**

Discriminação		Jazidas			
		J-01	J-02	J-03	J-04
Granulometria (% que passa)	3/8"	99	97	100	100
	Nº 4	95	85	99	100
	Nº 10	83	71	97	99
	Nº 40	65	52	78	86
	Nº 200	39	31	28	27
Plasticidade (%)	LL	33	32	NL	NL
	LP	17	17	NP	NP
	IP	16	15	NP	NP
Compactação	$\gamma_{SM}$ (g/m <sup>3</sup> )	1,78	1,77	-	-
	Hot (%)	16,90	17,60	-	-
Densidade (g/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{min}$	-	-	1,43	1,41
	$\gamma_{max}$	-	-	1,90	1,93
Classificação Unificada (USC)		SC	SC	SM	SM

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia Volume II – Anteprojetos. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral).

Além dos ensaios geotécnicos de laboratório anteriormente mencionados, foram realizados, ainda, ensaios cisalhamento direto rápido e de permeabilidade de carga variável, cujos resultados são apresentados no **Quadro 2.8**. Foram realizadas, ainda, seis ensaios de granulometria com sedimentação em duas amostras das jazidas J-01 e J-02 e em uma amostra das jazidas J-03 e J-04.

**Quadro 2.8 – Ensaios de Cisalhamento e Permeabilidade**

Amostra	Cisalhamento Direto Rápido		Coeficiente de Permeabilidade K (cm/s)
	C (kg/cm <sup>3</sup> )	tg $\Phi$	
J – 01 (Furo 2)	0,40	0,50	$2 \times 10^{-7}$
J – 01 (Furo 7)	0,24	0,68	$2 \times 10^{-7}$
J – 02 (Furo 6)	0,51	0,64	$1 \times 10^{-6}$
J – 02 (Furo 9)	0,47	0,65	$5 \times 10^{-7}$
J – 03 (Furo 3)	0,06	0,71	$4 \times 10^{-5}$
J – 04 (Furo 2)	0,21	0,66	$1 \times 10^{-4}$

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia Volume II – Anteprojetos. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral).

Os solos das jazidas de material terroso são do tipo SC (areia argilosa) e SM (areia siltosa) da Classificação Unificada USC. Os solos das jazidas J-01 e J-02, tem características apropriadas para serem utilizados no espaldar de montante e na

fundação. As jazidas J-03 e J-04, por sua vez, apresentam predomínio de material siltsoso com características geotécnicas adequadas para seu emprego no espaldar de jusante do maciço.

Os areais encontram-se posicionados no leito do riacho Melancia, estando apenas o areal A-01 posicionado fora da área da bacia hidráulica do futuro reservatório, distando 10,56 km do barramento. Apresentam características apropriadas para o uso como agregado miúdo para concretos, transição e para elemento drenante/filtrante do sistema de drenagem interna do maciço. As amostras coletadas foram submetidas a ensaios de granulometria por peneiramento e de densidades mínimas e máximas. O **Quadro 2.9** apresenta as principais características dos areais estudados.

O material pétreo necessário para as proteções dos taludes do maciço, transições e enrocamento de pé tem como fonte de obtenção as pedreiras P-01 e P-02, sendo em ambos os casos constituídos por gnaïsse. Os resultados dos ensaios Los Angeles em amostras das duas pedreiras foram de 34,2 % para a P-01 e 33,0 % para a P-02. O **Quadro 2.10** apresenta as principais características das pedreiras estudadas.

**Quadro 2.9 – Características dos Arais**

Discriminação	A-01	A-02
Material	Areia grossa cinza (areia de rio)	Areia grossa cinza (areia de rio)
Utilização	Concreto, transição, filtro e tapete	Concreto, transição, filtro e tapete
Área Utilizável (m <sup>2</sup> )	10.560	11.220
Volume Utilizável (m <sup>3</sup> )	8.448	8.976
Expurgo médio (m)	0,00	0,00
Distância ao eixo (m)	800	300
Proprietário	Francisco Castro Moura Filho e Oscar Freitas Santos	Francisco Pereira dos Santos e Clóvis Nunes Chaves
Vegetação	Pequeno porte	Pequeno porte
Benfeitoria	-	-

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia Volume II – Anteprojetos. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral).

**Quadro 2.10 – Características das Pedreiras**

Discriminação	P-01	PA-02
Material	Gnaïsse	Gnaïsse
Utilização	Concreto, transição, e enrocamento	Concreto, transição, e enrocamento
Área Utilizável (m <sup>2</sup> )	1.000	2.550

Discriminação	P-01	PA-02
Volume Utilizável (m³)	5.000	12.750
Expurgo médio (m)	0,00	0,00
Distância ao eixo (m)	895	990
Proprietário	Francisca Pereira Azevedo	Francisca Pereira Azevedo
Vegetação	Pequeno porte	Pequeno porte
Benfeitoria	Cerca	Cerca

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia Volume II – Anteprojetos. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral).

## 2.6 – CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO DO PROJETO

### 2.6.1 – Arranjo Geral das Obras

Na definição do arranjo geral das obras foram considerados os condicionamentos topográficos, geológicos e geotécnicos do local de implantação. O eixo da barragem ficou posicionado no local que apresenta melhores condições topográficas, sendo composto pela barragem, pelo sangradouro e pela tomada d'água. O sangradouro e a tomada d'água, por sua vez, tiveram seus posicionamentos definidos com base nas características geotécnicas do terreno, tendo o vertedouro sido locado na ombreira esquerda do maciço. Desta forma, o conjunto das obras, cuja configuração pode ser visualizada no **Desenho 04/09 nos Anexos**, consta basicamente de:

- Barragem de terra zoneada, com altura máxima de 20,79 m acima das fundações e extensão pelo coroamento de 1.200 m na cota 51,5 m;
- Sangradouro do tipo Perfil Creager com soleira cota 48 m e largura de 50 m, situado na ombreira esquerda do maciço;
- Tomada d'água composta de um tubo de aço ASTM A-36 envolto em concreto estrutural com 300mm de diâmetro e comprimento de 110 m. A regulação do fluxo será com registro de gaveta e válvula borboleta. Contará, ainda, com um dissipador de energia cinética e com um tanque tranquilizador.

### 2.6.2 – Barragem

A barragem projetada consta de um maciço de terra zoneada, com a seção-tipo do maciço apresentando uma geometria trapezoidal com largura de crista de 6,0 m e altura máxima de 20,79 m acima das fundações. O comprimento do maciço é de 1.200 m, tendo a cota de coroamento sido fixada em 51,5 m.

Nos locais onde se faz necessário à execução de trincheira de fundação, essas serão escavadas a partir do dreno vertical de areia para montante. A escavação descenderá em talude de 1,0:1,0 (V:H) até a profundidade prevista, sendo a geometria do *cut-off* trapezoidal com base menor de 8,0m e base maior variável, dependendo da profundidade de escavação.

A inclinação do talude de montante é de 1,0:2,5 (V:H) em toda a sua extensão. Para proteção do talude de montante contra os efeitos erosivos das chuvas e das ondas provocadas pelos ventos foi previsto o uso de material pétreo. Será construído um *rip-rap* composto por uma camada com uma espessura de 0,70 m de blocos de rocha sã assente sobre uma camada de transição com 0,2 m de espessura, formada por produto de britagem de granulometria variada.

O talude de jusante terá inclinação de 1,0:2,0 (V:H) em toda a sua extensão, sendo previsto a colocação de uma berma com 2,0 m de largura na cota 41,5 m. No talude de jusante foi prevista uma proteção superficial com camada de 0,3 m de brita ou cascalho natural de granulometria variada.

A drenagem interna do maciço da barragem será efetuada por um filtro vertical com 1,0 m de espessura, executado com areia grossa, que ficará com o topo na cota 50,02 m, cota da cheia milenar. O filtro vertical será executado entre as estacas 3 e 33. Para receber as águas do filtro vertical e da fundação foi previsto um tapete drenante horizontal com 1,0 m de espessura, constituído de areia grossa. O tapete drenante tem início na Estaca 5 e se estende até a Estaca 33, sendo que entre as estacas 5 e 9 o tapete não se estende até o pé da barragem, enquanto que no restante do trecho o tapete é pleno.

Integra, ainda, o sistema de drenagem interna um dreno de pé (*rock-fill*) no talude de jusante da barragem, formado por um enrocamento com blocos de pedras. O *rock-fill* terá seção trapezoidal com taludes de jusante e montante de 1,0:1,5 (V:H) e largura da crista de 2,0 m. A cota do coroamento no trecho aluvionar do rio Ceará é de 35,0m e entre as estacas 42+14 e 55+13 será de 37,0 m. A largura da crista será de 2,0 m, sendo 2,0 m em solo e 2,0 m em enrocamento. O enrocamento será executado entre as estacas 8+10 – 16+10 e 27+10 – 33+10. No contato do enrocamento com a barragem e com a fundação será colocada uma camada de transição com 0,6 m de espessura, sendo 0,3 m de brita “A” e os outros 0,3 m de areia grossa.

### **2.6.3 – Sangradouro**

Com base nos estudos hidrológicos, geotécnicos e topográficos, ficou definida a localização do sangradouro na ombreira esquerda do maciço. A soleira do vertedouro

foi fixada na cota 48,0 m, a qual corresponde a um armazenamento d'água de 27,36 hm<sup>3</sup>.

O sangradouro será um muro em Perfil Creager, com extensão de 50 m, assente na cota 44,5 e com cota de sangria de 48 m, projetado para evacuar uma cheia milenar de 220 m<sup>3</sup>/s, com lâmina máxima de 1,63 m.

A bacia de dissipação, com 16 m de extensão, terá uma espessura de 0,5 m, sendo fixada ao maciço rochoso por chumbadores de aço CA-50 com diâmetro de 25 mm, que terá 5,0 m de ancoragem. Na saída da bacia está previsto a execução de um muro com 1,0 m de altura, com 0,2 m de soleira e talude para jusante de 1:2 (V:H). Este muro tem um redente que é encravado até a cota 44 m.

O canal de restituição terá uma largura de 50,0m até a Estaca 20, passando para 70 m entre as estacas 20 e 21, voltando a 50 m a partir da Estaca 24. Serão executados muros laterais de contenção com altura variando de 1,0 a 6,5 m e extensão de 23,43 m cada. O volume previsto para escavação será de 328.000m<sup>3</sup>, sendo este material aproveitado na zona de jusante do maciço da barragem.

#### **2.6.4 – Tomada d'Água**

A tomada d'água será formada por uma tubulação de aço ASTM A-36, envolvida em concreto estrutural, com diâmetro de 300mm, cujo eixo ficará situado na cota 24 m, cruzando o eixo da barragem na altura da estaca 24. A tomada d'água terá um comprimento total de 110 m, estando aí incluso, além da tubulação as infra-estruturas da entrada e saída. A galeria foi dimensionada para uma vazão de 0,134 m<sup>3</sup>/s no nível mínimo de operação do reservatório, com velocidade de 2,0 m/s. A montante da tubulação haverá uma caixa em concreto armado com grade de barra de ferro chato de malha 100 mm x 100,0 mm, e a jusante outra caixa de concreto armado com três células. A primeira célula abrigará a válvula borboleta e o registro de gaveta, a segunda terá um anteparo para dissipar o excesso de energia cinética e a terceira servirá de tanque tranquilizador, tendo na saída um vertedouro triangular para medição de vazão.

A barragem será operada entre os níveis de cota 48 e 38 m, onde os volumes são de 27,36 hm<sup>3</sup> e 1,27 hm<sup>3</sup>, que correspondem a 100,0 % e 4,6 % da sua capacidade, respectivamente.

#### **2.6.5 – Análise de Estabilidade**

Os cálculos da estabilidade dos taludes do maciço foram efetuados utilizando-se tanto a análise estática, como a análise sísmica. A análise estática foi executada com

base no método de equilíbrio limite, proposto por Bishop, implementado automaticamente através do programa de cálculos SLOPE/W.

Os cálculos de estabilidade foram realizados sobre a seção máxima, uma vez que esta detém as condições mais desfavoráveis. Os estudos se desenvolveram através da comparação entre os fatores de segurança (Fs) calculados, com os admissíveis para o projeto.

A análise sísmica foi efetuada através de um método pseudo-estático, recorrendo-se ao Método de Bishop Simplificado. Nos cálculos efetuados para simulação de um abalo sísmico foi considerado o corpo da barragem como rígido, sendo a caracterização obtida através do valor da aceleração máxima esperada na fundação, que foi considerada constante ao longo do perfil da barragem. Tal procedimento se justifica pelos baixos níveis de sismicidade vigentes na região.

Os casos de carregamento a que o maciço será submetido determinaram os parâmetros de resistência a serem utilizados e os tipos de análise a serem implementadas, quais sejam:

- Final de Construção: os taludes de jusante e montante foram analisados para esta condição, sendo a análise feita em termos de pressões neutras, tendo sido adotado um coeficiente  $R_u$  igual a 0,10;
- Reservatório Cheio (a longo prazo): regime considerado crítico para o talude de jusante, sendo a análise feita em termos de pressões neutras. Foi determinada a superfície freática associando esta à parábola de Koseny teórica, fazendo as correções de contorno. Na obtenção da anisotropia do solo foi considerada uma relação igual a 9 entre os coeficientes de permeabilidade horizontal/vertical;
- Rebaixamento Rápido: o talude de montante foi analisado para esta condição, sendo a análise feita em termos de pressões neutras, adotando-se os mesmos procedimentos para definição da linha piezométrica do regime permanente.

Na caracterização da ação sísmica foi adotado para a situação de regime permanente, um coeficiente sísmico de 0,1 g. Para as situações de final de construção e rebaixamento rápido o valor do coeficiente sísmico foi reduzido para 0,07 g, tendo em vista que estas fases apresentam menor duração ao longo da vida útil da obra, sendo, portanto, menor a probabilidade de ocorrerem eventos sísmicos com aceleração superior.

Os parâmetros de resistência considerados para os materiais das jazidas foram obtidos com base nos resultados dos ensaios de laboratório, nas características dos materiais de empréstimo e, em experiências com material similar em outras obras. Com base nos resultados obtidos foram estimados os parâmetros de resistência dos solos das jazidas.

O **Quadro 2.11** apresenta os valores dos parâmetros geotécnicos adotados para análise da estabilidade da barragem. Os coeficientes de segurança admitidos seguiram as recomendações da literatura, estando os valores obtidos pelas análises estática e sísmica acima dos valores mínimos recomendados, conforme pode ser visualizado nos **Quadros 2.12 e 2.13**.

**Quadro 2.11 – Parâmetros Geotécnicos Adotados**

Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	C (kPa)	$\phi$ (graus)	Ru
Rip-rap	18,0	0,0	45°	0,00
Maciço (Espaldar de Montante)	20,6	14,0	32,6°	0,10
Maciço (Espaldar de Jusante)	20,0	6,0	33,4°	0,10
Filtro/Tapete	18,0	0,0	35°	0,00
Rock-fill	20,0	0,0	38°	0,00

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia Volume II – Anteprojetos. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral).

**Quadro 2.12 – Análise de Estabilidade Estática**

Simulação	C.S. Mínimo	Superfície de Deslizamento		
		Superficial	Intermediária	Profunda
Final de Construção (talude de montante)	1,30	2,479	2,126	1,980
Final de Construção (talude de jusante)	1,30	1,732	1,667	1,611
Reservatório Cheio (talude de jusante)	1,50	1,732	1,667	1,604
Esvaziamento Rápido (talude de montante)	1,10	1,980	1,409	1,211

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia Volume II – Anteprojetos. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral).

**Quadro 2.13 – Análise de Estabilidade Sísmica**

Simulação	C.S. Mínimo	Superfície de Deslizamento		
		Superficial	Intermediária	Profunda
Final de Construção (talude de montante)	1,0	1,898	1,640	1,536
Final de Construção (talude de jusante)	1,0	1,381	1,322	1,282
Reservatório Cheio (talude de jusante)	1,0	1,381	1,322	1,279

Simulação	C.S. Mínimo	Superfície de Deslizamento		
		Superficial	Intermediária	Profunda
Esvaziamento Rápido (talude de montante)	1,0	1,543	1,128	1,000

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia Volume II – Anteprojetos. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral).

## 2.6.6 – Estudos de Percolação pelo Maciço e Fundação

Os estudos de percolação efetuados tiveram como objetivo avaliar os valores das vazões percoladas pelo corpo da barragem e pela fundação, com vistas ao dimensionamento dos dispositivos de drenagem interna. Para obtenção dos valores das vazões pelo maciço foi determinada a linha freática associando esta à parábola de KOZENY, fazendo as correções de contorno. Foi adotada uma anisotropia entre a permeabilidade horizontal e vertical igual a 9.

Para avaliação das vazões pela fundação foi usado o processo gráfico do traçado da rede de fluxo pela fundação, tendo sido adotada uma anisotropia entre a permeabilidade vertical e horizontal na relação 1/9. A permeabilidade da fundação adotada foi de  $1,17 \times 10^{-8}$  m/s para o maciço rochoso da fundação.

A permeabilidade do maciço da barragem foi obtida a partir das análises dos ensaios de permeabilidade efetuados nos materiais das jazidas. Foi adotada uma permeabilidade igual a  $4,8 \times 10^{-9}$  m/s para o maciço compactado da barragem. As vazões obtidas para os dispositivos de drenagem interna foram de  $1,18 \times 10^{-7}$  m<sup>3</sup>/s/m para o maciço da barragem e de  $5,8 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/s/m para a fundação.

## 2.6.7 – Ficha Técnica

As principais características das obras da Barragem Melancia podem ser resumidas em:

### a) Características Gerais

- Nome .....Barragem Melancia
- Municípios.....São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste
- Estado.....Ceará
- Sistema.....Bacia Curu
- Curso d'água barrado .....Riacho Melancia

- Bacia Hidrográfica.....136,97 km<sup>2</sup>
- Bacia Hidráulica ..... 492 ha
- Volume de Acumulação .....27,36 hm<sup>3</sup>
- Vazão Regularizada (90% garantia) .....0,117 m<sup>3</sup>/s
- Nível d'água Máximo Normal.....48,0m
- Nível d'água Max Maximorum (TR=1.000 anos).....49,63m
- Nível d'água Max Maximorum (TR=10.000 anos).....50,02m

b) Barragem

- Tipo.....Maciço de Terra Zoneada
- Cota do coroamento.....51,5 m
- Comprimento do coroamento.....1.200,0 m
- Largura do coroamento .....6,0 m
- Altura máxima acima das fundações.....20,79 m
- Talude montante.....1,0:2,07 em toda a sua extensão
- Talude de jusante.....1,0:2,0 em toda a sua extensão

c) Sangradouro

- Tipo .....Perfil Creager
- Cota da sangria.....48,0 m
- Largura.....50,0 m
- Vazão máxima.....220 m<sup>3</sup>/s (Tr = 1.000 anos)
- Lâmina máxima.....1,63 m (Tr = 1.000 anos)
- Lâmina máxima.....2,02 m (Tr = 10.000 anos)
- Bacia de dissipação (extensão).....16,0 m

d) Tomada D'água

- Tipo.....Tubo de aço ASTM A-36 envolto em concreto
- Localização.....Estaca 24
- Diâmetro.....300 mm
- Comprimento total (incluso entrada e saída).....110,0 m

### 2.6.8 – Custos do Projeto

As obras pertinentes à construção da Barragem Melancia foram orçadas em R\$ 10.917.350,87<sup>(1)</sup>. O resumo com os valores das estruturas das obras, bem como o valor total, podem ser visualizados no **Quadro 2.14**.

## 2.7 – PLANOS E PROGRAMAS CO-LOCALIZADOS

Objetivando verificar a inserção regional do empreendimento ora em análise, foram levantados os programas e projetos governamentais implementados ou projetados na região do empreendimento proposto. Constatou-se que na área de abrangência do empreendimento não existem a priori projetos ou programas governamentais que exerçam influência direta sobre o mesmo, ou que sejam por este influenciados.

**Quadro 2.14 – Custo das Obras do Reservatório**

Discriminação	Valor (R\$) <sup>(1)</sup>
Administração e Fiscalização	51.172,61
Serviços Preliminares	1.399.262,34
Barragem	3.877.681,20
Sangradouro	5.337.234,72
Tomada d'Água	252.000,00
<b>Total</b>	<b>10.917.350,87</b>

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Melancia Volume II – Anteprojetos. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral).

<sup>(1)</sup> Valores expressos em reais de janeiro de 2004.

Os projetos implementados ou projetados na região estão vinculados ao suprimento hídrico do Complexo Industrial/Portuário do Pecém (CIPP), que fica fora da área de influência do presente empreendimento. Dentre estes pode-se citar além do próprio CIPP, os sistemas de Abastecimento d'Água e Esgotamento Sanitário da sua área; o Sistema Adutor Sítios Novos/Pecém; os açudes Sítios Novos, Cauhipe, Anil e

Ceará, os dois primeiros já construídos e o Sistema Adutor Gavião/Pecém (Trecho 5 do Canal da Integração Castanhão/RMF). Merece, ainda, menção a presença na região dos perímetros irrigados Curu-Recuperação e Curu-Paraipaba que já foram emancipados pelo DNOCS. Ressalta-se, no entanto, que nenhum destes empreendimentos apresenta vínculos diretos com o projeto a ser implementado.

Ressalta-se, no entanto, que no caso específico do Complexo Industrial/Portuário do Pecém como este empreendimento contribuirá para a atração de novas indústrias para a região, certamente haverá um incremento da população dos núcleos urbanos periféricos, dentre os quais está incluso o distrito de Croata. Com efeito, é esperado um aumento do fluxo migratório para esta região, com as pessoas engajadas no mercado de trabalho criado pelo referido complexo procurando se estabelecer nas suas proximidades, passando a demandar serviços urbanos, dentre os quais sistema de abastecimento d'água.



### **3 – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

#### **3.1 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA**

##### **3.1.1 – Área de Influência Direta**

A área de influência direta do empreendimento encontra-se representada pela bacia hidráulica do reservatório, com área de 492,0 ha, e por sua faixa de proteção periférica, compreendendo parte da zona rural dos municípios de São Luís do Curu, São Gonçalo e Pentecoste; pelas áreas de empréstimos, localizadas dentro da bacia hidráulica do reservatório ou nas suas imediações, bem como pelas áreas do canteiro de obras e dos bota-foras.

##### **3.1.2 – Área de Influência Indireta**

A área de influência indireta do empreendimento abrange as áreas que independente do recorte geográfico serão influenciadas pela operação do reservatório ou exercerão influência sobre este, envolvendo:

- Sede do distrito de Croatá, que será contemplada com reforço no seu suprimento hídrico;
- Áreas circunvizinhas ao reservatório que se beneficiarão com o desenvolvimento da pesca;
- Áreas ribeirinhas de jusante que serão beneficiadas com a perenização de um trecho do riacho Melancia, proporcionando o abastecimento da população ribeirinha de jusante, além do desenvolvimento da irrigação difusa e da dessedentação animal.

#### **3.2 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ABIÓTICO**

##### **3.2.1 – Geologia**

A geologia da área do sítio do barramento e da bacia hidráulica do reservatório é constituída predominantemente por rochas cristalinas pertencentes ao Pré-Cambriano, mais especificamente à Unidade Canindé do Complexo Ceará. Aparecem, em menor escala, as coberturas sedimentares terció-quadernárias representadas pelos depósitos Aluviais do riacho Melancia e tributários (**Desenho 05/09 nos Anexos**).

Ocorrem, ainda, na região circunvizinha, no domínio do embasamento cristalino, as seguintes unidades litológicas:

- Complexo Tamboril-Santa Quitéria: compreende litologias altamente migmatizadas, apresentando uma zonação da periferia para o núcleo, começando com gnaisses e migmatitos foliados, passando para migmatitos homogeneizados, com culminações granitóides nas porções mais centrais da unidade. Estruturalmente trata-se de domo gnaisse-granito, também chamado de domo migmatítico. Está orientado segundo *trend* da estruturação regional;
- Unidade Independência do Complexo Ceará: compreende seqüências ectiníticas com quartzito na base, seguido de xistos, filitos, gnaisses e lentes carbonáticas no topo da seqüência. O quartzito, o filito e a fácies carbonática podem, localmente, estar ausentes. Ocorre na forma de faixas estreitas e alongadas, que representam estreitas e alongadas sinclinais, concordantes com a estrutura regional. A sinclinal que passa por Umirim – Açude Caxitoré tem uma extensão de aproximadamente 50,0km e largura média de 3,0km;
- Suíte Gabróide 3: ocorrem na região, próximo de Apuiarés, dois pequenos corpos ovalados apresentando uma rocha de composição diorítica, concordantes com as estruturas regionais e em contatos nítidos com os gnaisses circunjacentes. A rocha é melanocrática, de cor cinza-escura, textura homogêna e granulação média a grossa, constituída essencialmente de hornblenda, plagioclásio, granada e quartzo.

Apresenta-se a seguir uma breve descrição das litologias presentes na área do empreendimento.

A Unidade Canindé do Complexo Ceará apresenta-se dominante na região, sendo constituída de uma seqüência de gnaisses variados, incluindo lentes de quartzitos, metarcóseos, anfibolitos e calcários cristalinos, além de migmatitos com estruturas diversas, desde as mais foliadas, próprias dos gnaisses, com estruturas planares bem definidas (metatexitos), até as mais homogêneas, como a dos anatexitos. As fácies gnáissicas mais comuns são biotita-gnaisses, hornblenda-biotita-gnaisses, com variações para gnaisses bandeados e gnaisses facoidais.

Na área próxima a São Luis do Curu e Pentecoste, são comuns os gnaisses ricos em biotita. Há também ricas exposições de metatexitos, cuja foliação apresenta dobramentos complexos e microfraturamentos, preenchidos por veios quartzosos, aplíticos e pegmatíticos multidirecionais. A unidade apresenta *trend* estrutural orientado segundo NNE-SSW, tendo como característica na região de domínio dos gnaisses as foliações retilíneas. A ausência de foliação é característica no domínio dos diatexitos. A estruturação da unidade é concordante com a regional e seu estilo de dobramento não segue um tipo padrão, porém observa-se um domínio dos

dobramentos desarmônicos, em sinformes apertados e antiformes abertas, além de braquidobras e terminações periclinais.

Os depósitos Aluviais ocorrem formando faixas alongadas, estreitas e sinuosas depositadas nas calhas dos rios, predominantemente orientadas segundo NE e NNE. Apresentam espessura de um modo geral pequena, via de regra oscilando entre 1,0 e 5,0 m. São constituídas por argilas, areias argilosas ou siltes areno-argilosos de granulação fina formando terraços aluvionares nas margens dos rios principais, e areias de granulação média a grossa com concentrações de cascalhos nos leitos dos rios. Aparecem de forma mais representativa ocupando o terraço e o leito fluvial do rio Curu, cujo vale é mais largo.

Na área do eixo do barramento observa-se o predomínio de rochas gnáissicas e migmatíticas, orientadas preferencialmente segundo NE-SW. Os afloramentos ocorrem em forma de grandes blocos arredondados, em maior quantidade na ombreira esquerda, principalmente à jusante do eixo locado. São rochas leucocráticas, de cor cinza clara, grã média a grosseira, isotrópicas, constituídas de quartzo, feldspato (plagioclásio), biotita, muscovita e pequenos cristais de granada disseminados. Os feldspatos (plagioclásio) ocorrem em forma de cristais zoneados porfiríticos, com dimensões entre 1,0 a 2,0 cm.

Nas ombreiras o substrato rochoso é recoberto por um manto de intemperismo, com espessura média de 2,0 m na ombreira direita e de 1,0m na ombreira esquerda, sendo que, em vários locais a rocha do substrato é muito alterada, ou totalmente decomposta até profundidades em torno de 10 m.

No local do eixo barrável os depósitos aluvionares são formados por depósitos espessos de areia e cascalho e porções silto-arenosas, apresentando tonalidades desde cinza clara a escura. A faixa de aluvião tem uma largura aproximada de 200,0 m, chegando a atingir espessuras que vão de 1,0 a 4,0 m de profundidade. Neste local o vale entalhado pelo riacho Melancia é aberto com suaves elevações que formam as ombreiras, cujas cotas máximas chegam a atingir 70,0 m em relação ao nível do mar.

Quanto à ocorrência de minerais na área englobada pela bacia hidráulica da Barragem Melancia, constatou-se durante a visita de campo apenas a presença de materiais pétreos, terrosos e granulares usados principalmente na construção civil, além de pegmatitos. Segundo informações prestadas pelo DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral não foram requeridos junto a este órgão até o presente momento, licenças para a exploração de recursos minerais na área englobada pela bacia hidráulica da Barragem Melancia.

Quanto aos riscos de ocorrência de pontos de fuga decorrentes da presença de rochas carbonatadas na área do empreendimento, estes são considerados nulos, não sendo prevista a ocorrência de problemas que possam vir a comprometer a integridade física do reservatório, nem tão pouco a morfologia da região periférica.

### **3.2.2 – Geomorfologia**

Na região onde será assente o empreendimento observam-se três unidades de relevo: a Depressão Sertaneja, os Maciços Residuais e as Planícies Fluviais do riacho Melancia e tributários. Destes tipos de relevo apenas os maciços residuais não estão presentes na área englobada pela bacia hidráulica do reservatório, tendo ocorrência restrita às ombreiras do barramento.

A Depressão Sertaneja é o domínio geomorfológico de maior representatividade na região do empreendimento, sendo caracterizada pela presença de pedimentos conservados. Corresponde a uma superfície de aplainamento, resultante do trabalho erosivo sobre as rochas da Unidade Canindé, que atualmente apresentam-se recobertas pelas manchas colúvio-aluvionares, representadas por extensos declives, que se iniciam na base dos maciços residuais e se inclinam com suavidade para as planícies fluviais. Apresenta topografia plana a suavemente ondulada, cortada ocasionalmente por afloramentos rochosos do embasamento cristalino.

Os Maciços Residuais quebram a monotonia topográfica da Depressão Sertaneja, apresentando forte ruptura de declive, sendo constituídos predominantemente por rochas gnáissicas e migmatíticas. Apresentam-se dissecados em feições de colinas e em forma de inselbergs.

As planícies fluviais são representadas pelas manchas aluvionares de pequena expressão que ocorrem esparsamente na área. Em função das relações existentes entre rede de drenagem e compartimentação estrutural, este domínio geomorfológico fica restrito as calhas dos rios, possuindo pequena área de abrangência lateral. Na área do empreendimento, destaca-se a planície fluvial do riacho Melancia, como a mais significativa, chegando a formar em alguns pontos extensas áreas planas com larguras de até 200,0 m, as quais estão sujeitas a inundações periódicas. A planície fluvial do rio Curu, por sua vez, apresenta logo a jusante da intersecção com o riacho Melancia largura em torno de 2,0 km.

### **3.2.3 – Sismicidade Induzida**

Com relação à possibilidade de geração de sismicidade induzida pelo futuro reservatório, segundo dados do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará observa-se que num raio de 100,0 km em torno do eixo barrável há registros de

ocorrências de sismos nas localidades de São Luís do Curu (5,0 km) Caucaia/BR-020 (47,5 km), Irauçuba (60,0 km), Maranguape (62,5 km), Palmácia (67,5 km), Canindé e Guaiúba/Itacima (75,0 km cada) e Baturité (85,0 km). Destacam-se dentre estas regiões, as localidades de Maranguape, Baturité e São Luis do Curu onde ocorreram sismos de grandes magnitudes, os quais chegaram a atingir 4,5 graus na escala Richter (Maranguape/1919), 3,9 a 4,1 graus (Baturité/1903 - 5 sismos) e 3,4 graus (São Luis do Curu/1976 - sismos alternados).

Ressalta-se, no entanto, que os sismos registrados são de baixa a média magnitude, uma vez que a Barragem Melancia encontra-se integralmente assente sobre o embasamento cristalino e que o peso da coluna d'água associada ao reservatório é baixo, não sendo esperados problemas associados a sismicidade induzida.

### **3.2.4 – Solos**

Os solos predominantes na área englobada pela bacia hidráulica da Barragem Melancia são os Argissolos Vermelho Amarelo em associação com os Plintossolos Pétricos e com os Planossolos Nátricos Sálidos. Aparece, ainda, numa escala relativamente reduzida os solos do tipo Neossolos Flúvicos associados à planície fluvial do riacho Melancia e tributários (**Desenho 06/09 nos Anexos**).

Pode-se afirmar que cerca de 93,0% dos solos englobados pela área da bacia hidráulica do reservatório apresentam baixos potenciais agrícolas, estando os solos propícios a irrigação restritos aos Neossolos Flúvicos. As principais limitações ao uso agrícola apresentadas pelos solos são decorrentes da presença de cascalho e plinthite na massa do solo e da drenagem imperfeita no caso dos Argissolos e Plintossolos. Estes últimos apresentando, ainda, baixa fertilidade natural e excessiva acidez. Os Planossolos, por sua vez, apresentam elevados teores de sais nos horizontes subsuperficiais e problemas de encharcamento/fendilhamento.

Na área da bacia de contribuição do futuro reservatório, observa-se o predomínio da associação de solos anteriormente mencionada, composta por Argissolos, Plintossolos e Planossolos. Apresenta-se a seguir a descrição dos tipos de solos identificados na área do empreendimento:

#### Argissolo Vermelho Amarelo

São rasos, com horizonte B textural, argila de atividade baixa, média a baixa acidez, fertilidade natural média a alta e drenagem moderada ou imperfeita. Ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado, estando em geral associados aos maciços residuais situados nas áreas periféricas ao reservatório.

O horizonte A fraco a moderado, possui textura argilosa com presença de cascalho na massa do solo e tonalidade bruna a acinzentada. A transição para o horizonte B é abrupta, sendo este com textura argilosa, apresentando uma cerosidade variável e coloração variando desde bruna até avermelhada. De um modo geral, esses solos possuem bom potencial agrícola, dependendo da disponibilidade hídrica.

Com relação ao uso agrícola atual estes solos são bastante utilizados com milho, feijão, algodão e pecuária extensiva. Para o aproveitamento racional com agricultura, estes solos exigem práticas de conservação simples, com a adubação se fazendo necessária. Apresentam, ainda, restrições acentuadas no que se refere a drenagem, a presença de cascalho na massa do solo e ao relevo acidentado, as quais reduzem drasticamente as suas potencialidades agrícolas.

#### Plintossolo Pétrico

São solos moderadamente profundos a profundos, imperfeitamente drenados, moderada a fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural. São bastante susceptíveis à erosão e apresentam horizonte B com plinthite, muito compactado e de baixa permeabilidade, o que interfere na penetração das raízes.

Em função de sua baixa fertilidade natural e más condições físicas, estes solos são raramente cultivados, sendo aproveitados precariamente com pecuária extensiva em meio à vegetação de caatinga. Observa-se também o aproveitamento, em escala bastante reduzida com cultivos agrícolas de subsistência (milho, feijão e mandioca) nos solos com horizonte A mais espesso.

Para que sejam cultivados exigem recuperação através da execução de subsolagem, irrigação, drenagem e métodos de conservação dos solos, além de adubação e calagem, a fim de se obter um solo com algumas condições favoráveis para ser utilizado racionalmente com agricultura.

#### Planossolo Nátrico Sálco

São solos moderadamente profundos a rasos, moderadamente ácidos a praticamente neutros, bastante susceptíveis à erosão, imperfeitamente drenados e de baixa permeabilidade, sofrendo encharcamento durante o período chuvoso e fendilhamento na época seca. Apresentam teores elevados de sódio nos horizontes subsuperficiais. Normalmente estão associados a solos do tipo Neossolos Litólicos.

Os fatores limitantes à utilização agrícola são as estruturas colunar ou prismática, soma de bases trocáveis alta, baixa profundidade efetiva, elevada saturação de sódio, susceptibilidade à erosão, excesso de água nos períodos chuvosos

e ressecamento nas estações secas, com o horizonte B apresentando condições físicas pouco favoráveis à penetração de raízes. São fortemente limitados pela falta d'água.

Atualmente a exploração destes solos centra-se no extrativismo da carnaúba, além da pecuária extensiva suplementada com pastagens naturais. São aproveitados, também, em pequena escala, com culturas de subsistência (milho e feijão).

Do ponto de vista do potencial para exploração com agricultura irrigada, são solos de muito baixo ou nenhum potencial. O seu aproveitamento preferencial é dirigido para a pecuária com a implantação e intensificação da utilização de novas forrageiras, introdução do sistema de capineiras, bem como o emprego de reservas de forragens para o período seco.

### Neossolos Flúvicos

São solos de fertilidade natural alta com drenagem moderada a imperfeita, sem problemas de erosão, mas com riscos periódicos de inundação. São moderadamente profundos a muito profundos. Ocupam as partes de cotas mais baixas da região, em relevo plano a suavemente ondulado, possuindo maior expressão geográfica ao longo do riacho Melancia.

Apresentam texturas variadas desde arenosas até argilosas. São solos de grande potencialidade para a agricultura, não sofrendo maiores restrições ao seu uso, devendo ser cultivados intensivamente. A principal limitação ao uso agrícola decorre da falta d'água, face às insuficientes precipitações pluviométricas nas áreas semi-áridas. Há limitações ao uso de maquinário agrícola, principalmente nos solos argilosos imperfeitamente drenados. Além disso, as áreas destes solos estão sujeitas aos riscos de inundações periódicas.

Nas áreas secas, há necessidade de irrigação e drenagem, as quais devem ser conduzidas rigorosamente de maneira racional, a fim de evitar os riscos de salinização dos solos, haja vista que os teores de sódio em algumas áreas são significativos. Nas áreas de ocorrência destes solos, nota-se um aproveitamento agrícola intensivo, estando às várzeas do riacho Melancia exploradas pela iniciativa privada através da agricultura de sequeiro.

### **3.2.5 – Uso e Ocupação dos Solos**

A caracterização do uso atual dos solos na região onde será implementada a Barragem Melancia teve como base o levantamento aerofotogramétrico realizado pela

TOPOCART Topografia e Engenharia S/C, em dezembro de 2003, na escala de 1:15.000, complementado com checagem de campo (**Desenho 07/09 nos Anexos**).

A área prevista para implantação da Barragem Melancia caracteriza-se como uma zona de baixa potencialidade agrícola, cuja economia encontra-se centrada na agricultura de subsistência, tendo como culturas predominantes o milho e o feijão. Dentre as culturas voltadas para a geração de renda merece destaque o plantio caju, voltado para a exploração da castanha. A pecuária é praticada de forma extensiva, estando centrada no rebanho bovino de corte, cuja alimentação é complementada com restos culturais, com um número muito reduzido de propriedades fazendo uso de capineiras.

Foi observado o desenvolvimento da piscicultura intensiva (120 viveiros) na área da Fazenda Mastruz com Leite, de propriedade do Sr. Emanuel Gurgel. A referida propriedade conta, ainda, com um parque de vaquejadas e com local para realização de shows de forró. Constatou-se, ainda, um número bastante significativo de propriedades rurais da área da bacia hidráulica não exploradas economicamente.

Quanto à cobertura vegetal, observa-se na área da bacia hidráulica da Barragem Melancia o predomínio da caatinga de porte arbustivo denso, que chega a ocupar cerca de 77,0% da área apresentando maiores níveis de degradação ao longo da planície fluvial do riacho Melancia na região de médio curso e próximo à confluência com o rio Curu.

Com relação à situação da mata ciliar do riacho Melancia, esta apresenta extensas áreas degradadas para dar lugar a cultivos agrícolas nas várzeas deste curso d'água, além de estar substituída em diversas áreas por capoeiras de caatinga e campos de macegas. A prática da agricultura de vazantes é bastante difundida na região, tendo-se observado cultivos de feijão e milho nas vazantes de pequenos reservatórios.

Dentre as atividades extrativas desenvolvidas na área da bacia do riacho Melancia, as que mais se destacam são a extração de lenha e o arrendamento de carnaubais para exploração da palha de carnaúba, sendo este último pouco expressivo na área da bacia hidráulica do futuro reservatório. Quanto ao desenvolvimento da irrigação, não foi constatada a presença de perímetros públicos de irrigação, nem tão pouco de áreas com irrigação difusa na bacia de contribuição da Barragem Melancia.

### **3.2.6 – Clima**

De acordo com a classificação de Köppen, a área onde esta assente a Barragem Melancia possui um clima do tipo Aw' – tropical chuvoso, quente e úmido, com estação

chuvosa concentrada no verão e outono. Segundo Gaussen, o clima da região classifica-se como 4 bth - termoxeroquimênico médio tropical quente, com o período de estiagem durando de 5 a 6 meses e um índice xerotérmico entre 100 e 150.

Na caracterização climática da área do empreendimento foram apropriados os dados provenientes da estação hidroclimatológica de Fortaleza, que se localiza relativamente próxima à área do estudo, além de apresentar boa disponibilidade e qualidade de dados. O **Quadro 3.1** apresenta os parâmetros climatológicos da região, os quais são comentados a seguir.

O regime pluviométrico da região caracteriza-se pela heterogeneidade temporal, sendo constatada uma concentração da precipitação no primeiro semestre do ano, e uma variação em anos alternados de seus totais. Em geral a estação chuvosa se inicia no mês de janeiro e vai até junho. O trimestre mais chuvoso é o de março/maio, que responde por 56,0 % da precipitação anual. A pluviometria média anual é de 1.642,3 mm, sendo observados desvios acentuados em torno desta média, devido a distribuição irregular das chuvas.

A temperatura média anual oscila entre 25,7°C e 27,3°C, apresentando, no decorrer do dia, valores mínimos entre 6 e 7 horas e máximos entre 14 e 15 horas. O período de novembro/janeiro apresenta as mais altas temperaturas do ano, enquanto que as menores temperaturas são registradas nos meses de junho e julho. A média das máximas é de 29,9°C e a média das mínimas é de 23,5°C. A oscilação térmica anual não ultrapassa a 2°C.

A umidade relativa média anual atinge 78,3 %, apresentando seus maiores valores no trimestre mais úmido (março/maio), quando passa de 84,0 %. No período de estiagem, as taxas reduzem-se, atingindo valores em torno de 74,0 %, de agosto a dezembro.

Os ventos atingem velocidade média anual de 3,6 m/s na região. No período chuvoso as velocidades dos ventos variam entre 2,3 e 3,6 m/s, enquanto que no período de estiagem os valores variam entre 3,5 e 4,9 m/s. A direção predominante dos ventos é Este.

QUADRO 3.1 (1/1) –página 55

A insolação média anual atinge 2.694,0 horas, o que corresponde a cerca de 62,0% dos dias do ano com luz solar direta. O trimestre de maior insolação é o de setembro/novembro e o de menor insolação é o de fevereiro/abril. Já a nebulosidade apresenta valores máximos nos meses mais chuvosos, chegando a atingir 7,0 décimos no período março/abril e o mínimo de 4,0 décimos nos meses de julho, agosto, setembro e outubro, período de estiagem. A nebulosidade média anual é de 5,3 décimos.

A evaporação média anual atinge 1.469,0 mm, com o período de estiagem (julho/dezembro) respondendo por 63,6 % do total anual, apresentando no mês de ápice, taxa média em torno de 5,8 mm/dia. Nos meses chuvosos, essa taxa cai para 2,3 mm/dia, sendo que o trimestre março/maio responde por apenas 15,3% da evaporação anual.

Quanto a evapotranspiração média anual, de acordo com o método de Thornthwaite & Mather esta atinge 1.647,4 mm, com variações mensais entre 120,8 mm (junho) e 157,5 mm (dezembro). O período de maior evapotranspiração é o de outubro/dezembro, enquanto que o de menor evapotranspiração é o de abril/junho.

### **3.2.7 – Recursos Hídricos Superficiais**

#### **3.2.7.1 – Hidrografia**

A bacia hidrográfica do riacho Melancia até o local do eixo barrável, na localidade de Melancia dos Costas, no limite dos municípios de São Luís do Curu e São Gonçalo do Amarante, abrange uma área de 136,97 km<sup>2</sup>, estando posicionada no território da Bacia do Curu (**Desenho 08/09 nos Anexos**).

Posicionada predominantemente sobre o embasamento cristalino, a Bacia do rio Curu drena uma área de 8.527,3 km<sup>2</sup>, apresentando alto poder de escoamento e rede de drenagem dendrítica. O rio Curu apresenta ao longo do seu traçado uma extensão de 195 km, se estendendo desde suas cabeceiras, na região das serras do Céu, da Imburana e do Lucas, até desaguar no Oceano Atlântico, nas imediações da cidade de Paracuru. Apresenta declividade média forte nos primeiros 35,0 % do seu percurso, caindo no último terço do seu traçado para menos de 0,1 %.

Apresenta configuração longilínea, com índice de compacidade alto (1,59) e fator de forma reduzido (0,23), o que resulta em baixos riscos de formação de picos de cheias. Seus principais afluentes são os rios Canindé, pela margem direita, e Caxitoré, pela margem esquerda. Próximo à foz, na sua região de baixo curso, sofre a influência das marés, sendo observada a presença do manguezal formando um estuário.

O rio Curu apresenta caráter intermitente, contando com cerca de 93,0 km de trechos perenizados pelos açudes General Sampaio (33,0 km) e Pereira de Miranda (60,0 km). O rio Caxitoré é outro curso d'água da bacia que conta com um trecho perenizado (12,0 km) pelo açude homônimo.

Quanto ao nível de açudagem da Bacia do Curu, este pode ser considerado baixo, merecendo destaque apenas os açudes Pereira de Miranda, General Sampaio e Caxitoré, com capacidades de acumulação de 395,6 hm<sup>3</sup>; 322,2 hm<sup>3</sup> e 202,0 hm<sup>3</sup>, respectivamente. Estes reservatórios exercem o papel fundamental no desenvolvimento hidroagrícola e no abastecimento d'água humano no território da Bacia do Curu. Entretanto não conseguem atender integralmente a demanda, fazendo-se necessário, à implantação de novos reservatórios para que os problemas de deficiência hídrica da região sejam superados. A irrigação é a atividade que responde pelo maior consumo de recursos hídricos na bacia do Curu, estando representada pelos perímetros irrigados de Curu-Paraipaba e Curu-Recuperação, que respondem por 3.158 ha irrigados, e pela irrigação difusa que atinge cerca de 4.100 ha.

Na bacia do rio Curu a Barragem Melancia barrará o riacho homônimo, cuja bacia hidrográfica drena até o barramento uma área de 136,97 km<sup>2</sup>, apresentando um perímetro de 53,8 km e comprimento do rio principal de 25,0 km. O riacho Melancia tem suas nascentes numa planície cristalina posicionada a nordeste do açude Pereira de Miranda, não apresentando afluentes de maior significância. A declividade média na área da bacia de contribuição é de 2,56 m/km, enquanto que o índice de compacidade é de 1,30 e o fator de forma atinge 0,22. O tempo de concentração é de 7,89 horas.

#### 3.2.7.2 – Fontes de Poluição Hídrica Existentes

Dentre os principais problemas enfrentados pela região da Bacia do Curu merece destaque a poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos pelo aporte de efluentes de esgotos das cidades ribeirinhas lançados a céu aberto ou canalizados diretamente para os cursos d'água da região sem tratamento prévio, sem contar a precariedade representada pela adoção do uso de fossas rudimentares com instalação sanitária.

A bacia de contribuição da Barragem Melancia, no entanto, não conta com cidades posicionadas no seu território, que possam vir a contribuir com o aporte de efluentes sanitários e industriais a este reservatório, sendo considerados nulos os riscos de poluição das águas aí represadas por efluentes sanitários.

No que se refere aos riscos de poluição das águas represadas por agrotóxicos, não foi constatada a presença de perímetros irrigados na bacia de contribuição da

Barragem Melancia. Além disso, a irrigação difusa é uma prática pouco disseminada nesta região, dado a escassez de recursos hídricos e o baixo potencial agrícola dos solos. Assim sendo, pode-se afirmar que os riscos de poluição das águas represadas na Barragem Melancia pelo aporte de pesticidas e fertilizantes são praticamente nulos.

Quanto aos riscos de salinização das águas represadas, as altas taxas de evaporação vigentes na região, aliada a presença de solos salinos (Planossolos) nas áreas da bacia hidráulica e da bacia de contribuição, tornam relativamente significativos estes riscos. Caso o tempo de detenção da água no reservatório seja superior a um ano significa risco alto, entre seis meses e um ano, risco médio e menos de seis meses, risco baixo.

No caso específico da Barragem Melancia, observa-se, na sua bacia de contribuição, a presença de Planossolos como terceiro elemento da associação de solos PVA (Argissolos Vermelho Amarelo + Plintossolos Pétricos + Planossolos Nátrico Sílico). Constata-se, ainda, a ocorrência de Planossolos na área da bacia hidráulica, também como terceiro elemento da referida associação de solos. Tal situação pode ser enquadrada como de risco médio de salinização para águas represadas, visto que estes solos não são predominantes, risco que poderá ser agravado em função do tempo de detenção da água no reservatório ser de 05 anos.

Assim sendo, é de suma importância que esta questão seja considerada na operação deste reservatório, procurando formas de conciliar a necessidade de redução do tempo de detenção da água, objetivando a preservação de sua qualidade e a operação do reservatório levando em conta as vazões afluentes.

### 3.2.7.3 – Qualidade das Águas Superficiais

Objetivando averiguar a qualidade dos recursos hídricos superficiais da região no que se refere aos níveis de salinidade foram utilizados os dados do Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade executado pela COGERH, em meados de 2001, o qual engloba reservatórios posicionados na Bacia do Curu, da qual o riacho Melancia se constitui num afluente. Os resultados apresentados revelam que (**Quadro 3.2**):

- Dos açudes monitorados, doze apresentam águas com níveis de salinidade médio (CE entre 0,25 e 0,75 miliSiemens, a 25°C) a alto (acima de 0,75 miliSiemens, a 25°C), constituindo exceção apenas o açude São Domingos, cujas águas são classificadas para irrigação como do tipo C1;
- Quatro açudes da bacia (açudes Caracas, Salão, Jerimum e General Sampaio) integram a lista dos 20 reservatórios com maior concentração de

cloretos do Estado do Ceará, tendo suas águas classificadas para irrigação como C3.

**Quadro 3.2 – Nível de Salinidade dos Reservatórios**

Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m <sup>3</sup> )	Cota (m)	Volume (%)	Cloretos (mg/l)	Cond. Elétrica (mS/cm)	Classe Irrigação
Caracas	Canindé	9.360.000	93,60	3,16	540,3	2,100	C3
Caxitoré	Pentecoste	202.000.000	62,12	20,77	112,0	0,550	C2
Desterro	Caridade	5.010.000	996,65	41,48	68,2	0,428	C2
Frios	Umirim	33.020.000	48,92	81,54	91,3	0,440	C2
General Sampaio	General Sampaio	322.200.012	107,42	8,73	191,5	0,930	C3
Jerimum	Irauçuba	20.500.000	134,26	7,80	348,7	1,310	C3
Pentecoste	Pentecoste	395.630.004	49,94	24,16	105,1	0,500	C2
Salão	Canindé	6.039.999	87,77	5,82	403,7	1,230	C3
São Domingos	Caridade	2.059.999	94,54	46,11	15,3	0,184	C1
São Mateus	Canindé	10.329.999	188,59	57,92	67,2	0,500	C2
Souza	Canindé	30.840.000	148,57	1,40	72,0	0,515	C2
Tejucuoça	Tejucuoça	28.110.000	109,83	27,94	96,2	0,500	C2
Trapiá I	Caridade	2.009.999	95,46	8,49	148,0	0,836	C3

FONTE: COGERH/SEMACE, Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade dos Principais Açudes do Estado do Ceará. Fortaleza, COGERH, 2001 (Boletim Informativo).

### 3.2.8 – Recursos Hídricos Subterrâneos

Os aquíferos presentes na área da bacia hidráulica da Barragem Melancia e região circunvizinha são representados pelas Aluviões do rio homônimo, e pelo aquífero cristalino, este último chegando a ocupar cerca de 93,0% da área. Dentro do contexto aqui estudado, a implantação da Barragem Melancia irá influir na alimentação destes aquíferos através de processos de infiltração vertical e horizontal.

O aquífero cristalino apresenta potencial hidrogeológico fraco, tendo sua permeabilidade e coeficiente de armazenamento associados às zonas de fraturamento das rochas. A alimentação deste aquífero se processa através da pluviometria, rede de drenagem e Aluviões, apresentando circulação bastante restrita. Apresenta, em geral, águas com potabilidade de passável a medíocre, devido aos elevados teores de sais. A vulnerabilidade a poluição é baixa.

O aquífero Aluvial apresenta potencial hidrogeológico elevado a médio, tendo sua recarga efetuada através das precipitações e da rede de drenagem nos períodos

de enchentes. Como exutórios aparecem a evapotranspiração e a rede de drenagem para a qual as águas do aquífero drenam durante o período de estiagem. Apresentam águas de boa potabilidade, com resíduo seco, quase sempre, inferior a 500 mg/l, em contrapartida apresenta alta vulnerabilidade à poluição dada à permeabilidade elevada.

### 3.3 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO

#### 3.3.1 – Flora

A cobertura vegetal predominante na área do empreendimento é caatinga hiperxerófila arbustiva densa, que se caracteriza pelo caráter xerófilo e pela presença de espécies com acentuada caducifolia, garranchentas e espinhosas. Apresenta um maior nível de degradação ao longo das várzeas do riacho Melancia, cuja mata ciliar apresenta-se descaracterizada, estando substituída em vários trechos por capeamentos gramíneo/herbáceos e capoeiras de caatinga de porte arbustivo. Nas áreas onde a mata ciliar encontra-se mais preservada, constata-se o predomínio da carnaúba (*Copernicia cerifera*), em geral associada a oiticica (*Licania rigida*) e ao juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), além de capeamentos gramíneo/herbáceos, pequenos arbustos e trepadeiras.

Dentre as principais espécies arbóreas da caatinga constatadas na área do empreendimento figuram: catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), pereiro (*Aspidosperma pyriformium*), pau branco (*Auxemma oncocalyx*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), mulungu (*Erytrina glauca*), etc. A presença da jurema preta (*Mimosa acustitipula*) é bastante comum nas áreas degradadas.

As principais espécies ocorrentes no estrato arbustivo são matapasto (*Cassia sericea*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), calumbi (*Mimosa pigra*), velame (*Croton campestris*), pinhão roxo (*Jatropha gossypifolia*), ciumeiro (*Calotropis gigantea*) e mofumbo (*Combretum leprosum*).

Na composição do estrato herbáceo verifica-se o predomínio de espécies como salsa (*Ipomoea asarifolia*), fedegoso (*Heliotropium indicum*), melosa (*Ruellia asperula*), capim milhã (*Brachiaria plantaginea*), capim panasco (*Aristida setifolia*), capim pé de galinha (*Echinochloa crus-pavonis*) e entre outras.

A cobertura vegetal da área da bacia hidráulica do reservatório apresenta-se degradada pela ação antrópica, sendo esta ação mais intensa ao longo das várzeas do riacho Melancia, onde os solos são intensivamente cultivados com culturas de subsistência e capineiras. Nas terras altas os desmatamentos são efetuados em geral para a formação de pastos pela atividade pecuária e para exploração da lenha, sendo constatados também cultivos agrícolas esparsos. Observa-se a ocorrência

relativamente significativa de capoeiras de caatinga de porte arbustivo e de campos de macegas, revelando o abandono de áreas agrícolas após a exaustão do solo, prática bastante comum na região.

A mata ciliar do riacho Melancia apresenta-se nas áreas preservadas composta por espécies como carnaúba (*Copernicea prunifera*), oiticica (*Licania rígida*) e juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), além espécies arbustivas, gramíneas, ciperáceas e trepadeiras. Nas áreas degradadas a mata ciliar encontra-se substituída por áreas agrícolas, campos de macegas e capoeiras de caatinga de porte arbustivo. Nos pequenos tributários do riacho Melancia a faixa aluvionar é bastante estreita, sendo a mata ciliar composta por espécies da vegetação de caatinga circundante.

Quanto à presença de vegetação aquática nos reservatórios da região, como a rede de drenagem apresenta caráter intermitente os açudes são em geral pouco expressivos e apresentam o zoneamento vertical padrão de mananciais d'água da região semi-árida. Na denominada zona bêntica foi constatada a presença de macrófitas flutuantes como o aguapé (*Eichhornia sp.*) e a capa rosa (*Lemna minor*). Na zona anfíbia verifica-se a presença de espécies como salsa (*Ipomoea asarifolia*), junco (*Eleocharis sp.*) e tabua (*Typha dominguensis*). Na zona ecótona, no entorno dos reservatórios, a cobertura vegetal em geral é composta por espécies como calumbi (*Mimosa pigra*) e salsa (*Ipomoea asarifolia*). O **Quadro 3.3** apresenta uma listagem das principais espécies da flora da região do empreendimento.

### **3.3.2 – Fauna**

A fauna da área do empreendimento apresenta pouca diversidade de espécies e baixo grau de endemismo, o que pode em parte ser atribuído aos desmatamentos indiscriminados praticados para dar lugar a cultivos agrícolas, áreas de pastos e obtenção da lenha, além da caça predatória e da semi-aridez da região.

Os mamíferos são compostos, predominantemente, por espécies de pequeno porte, reprodutivamente prolíficas e que apresentam hábitos noturnos, merecendo destaque raposa, guaxinim, preá, peba, etc. Em termos de habitat, os animais de maior porte, em geral, se abrigam nas matas dos serrotes, enquanto que os de médio e pequeno porte habitam as caatingas e capoeiras da Depressão Sertaneja. Dentre as espécies que freqüentam as áreas antropizadas figuram raposa, sagüi, peba e preá, que se constituem nas espécies mais abundantes na região. Segundo informações dos entrevistados, o gato maracajá, o gato mourisco e o tatu são espécies vistas atualmente em raras ocasiões.

QUADRO 3.3 (1/2) PÁGINA 62

QUADRO 3.3 (2/2) – PAGINA 63

As aves apresentam-se diversificadas, sendo consideradas como espécies abundantes rolinhas, nambus, anuns, tetéus, golinhas, etc. Segundo informações dos moradores da região encontram-se praticamente extintas na área espécies como sabiá, periquito, seriema, carcará, sericóia, etc. Em termos de cadeia trófica, constata-se na região a presença significativa de espécies omnívoras (graúna, sábia, nambu, jacu, papacu, bem-te-vi e corrupião), cuja alimentação é diversificada e granívoras (canário, rolinha, juriti, papa arroz e golinha). Dentre as espécies carnívoras figuram o carcará e o gavião, enquanto que as insetívoras estão representadas por anum, tetéu, etc.

Com relação ao habitat, dentre as aves que ocorrem nas áreas de domínio da caatinga pode-se citar espécies das famílias dos columbídeos (rolinhas, juriti, avoante), fringílídeos (canário, golinha, galo de campina e bigodeiro), icterídeos (graúna, papa arroz, corrupião), falconídeos (carcará), acipitrídeos (gavião), tinamídeos (nambus), cuculídeos (anuns) e mimídeos (sabiá), entre outros.

As áreas de entorno dos mananciais d'água são freqüentadas por espécies das famílias dos fringílídeos (golinha, galo de campina), icterídeos (corrupião, papa arroz), cuculídeos (anuns), falconídeos (carcará), aramídeos (carão), psitacídeos (papacu) e caradriídeos (tetéu), entre outros. A avifauna que visita as áreas antropizadas apresenta-se, por sua vez, pouco diversificada, estando composta por espécies como garça carrapateira, pardal, anum, tetéu, bem-te-vi e carcará, entre outros.

Os répteis encontram-se representados por cobras, teiús, camaleões e tijubinas, merecendo destaque dentre as cobras venenosas, a cascavel e a jararaca. Em termos de habitat, a maioria dos répteis da região vive nas caatingas e capoeiras e visitam freqüentemente as áreas ribeirinhas e o entorno dos açudes, estando enquadrados nesta situação camaleões, tejos, tijubinas e ofídeos. Constitui exceção a cobra d'água, que é uma espécie típica de ambiente lacustre/ribeirinho. Nas áreas antrópicas, o calango é a espécie mais freqüente.

Com relação à cadeia trófica, a maioria dos ofídeos são carnívoros. Os lagartos apresentam uma alimentação mais diversificada, sendo observado espécies omnívoras (tejo, calango), herbívoras (camaleão) e insetívoras (tijubina).

Os insetos se constituem no grupo faunístico mais diversificado e com maior contingente populacional na área, sendo compostos predominantemente por espécies fitófagas como bicudo, abelhas, formigas, gafanhotos, borboletas, lagartas, etc. Constata-se, também, na área a presença de espécies hematófagas dentre as quais pode-se citar muriçocas e mutuca e omnívoras (barata).

Quanto ao habitat, a maioria dos insetos vive nas áreas de caatinga e nas várzeas dos cursos d'água. As espécies que freqüentam as áreas antropizadas atingem um número relativamente significativo merecendo destaque espécies prejudiciais a agricultura (bicudo do algodoeiro, gafanhotos, lagartas, etc.) e a saúde da população (mosca comum, muriçocas, baratas, etc.).

Os aracnídeos encontram-se representados pelas aranhas, escorpiões e lacraias, sendo observado o predomínio de espécies terrestres predadoras de outros artrópodes, as quais habitam nas áreas de caatinga. As aranhas podem ser constatadas, também, no ambiente lacustre/ribeirinho e nas áreas antropizadas.

A ictiofauna dos rios da região é pouco diversificada, sendo composta por espécies que não atingem grande porte, o que em grande parte é explicado pela carência de alimento e pelas condições adversas dos confinamentos nos poços devido à intermitência dos rios. Dentre as espécies que efetuam migrações genéticas no período de chuvas para efetuarem a desova estão curimatã comum, piauí, beiru, etc. As espécies nativas mais comuns são: traíra, curimatã comum, acará, piaba chata, piaba tira-gosto, piauí comum e bodó, entre outras.

Com relação à cadeia trófica, observa-se o predomínio de espécies ictícas omnívoras (piauí comum, piaba chata, acará, mussum, etc.), estando as espécies carnívoras restritas a presença da traíra, considerada inimiga da piscicultura. A curimatã comum, por sua vez, é iliófaga, alimentando-se de diatomáceas, microcrustáceos e protozoários. Constatam-se, ainda, nos cursos d'água da região, a presença do camarão de água doce, crustáceo da família dos palaemonídeos que se alimenta de plâncton, insetos e pequenos peixes.

Os anfíbios habitam as áreas de entorno dos cursos e mananciais hídricos, sendo em geral insetívoros. Foram constatadas a presença de espécies das famílias dos bufonídeos (sapos) e ranídeos (rãs).

Com relação às espécies faunísticas ameaçadas de extinção, apenas três espécies que ocorrem na região integram as listas das espécies em risco de extinção elaboradas pelo IBAMA e pela SEMACE, estando duas enquadradas na categoria de espécie ameaçada de extinção (gato mourisco - *Felis yaguaroundi* e gato maracajá - *Felis Wiedii*) e outra na categoria vulnerável à avoante (*Zenaida auriculata*). O **Quadro 3.4** apresenta a listagem das espécies faunísticas da região.

QUADRO 3.4 (1/3) – pagina 66

QUADRO 3.4 (2/3) – pagina 67

QUADRO 3.4 (3/3) – pagina 68

### **3.3.3 – Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente**

A Bacia do Sistema Curu conta com três unidades de conservação no seu território, sendo todas representativas do ecossistema do complexo vegetacional litorâneo: a Área de Proteção Ambiental (APA) das Dunas de Paracuru (Decreto n.º 25.418/99), a APA das Dunas da Alagoinha (Decreto n.º 25.417 / 99) e a APA do Rio Curu (Decreto n.º 25.416 / 99), todas administradas pela SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente. As distâncias entre as áreas das unidades de conservação acima citadas e a área do empreendimento são de cerca de 38,0 km para a APA das Dunas de Paracuru, 40,0 km para a APA das Dunas da Alagoinha e de 35,0 km para a APA do Rio Curu. Assim sendo, pode-se afirmar que a Barragem Melancia não irá interferir com as áreas das referidas unidades de conservação, nem tão pouco irá resultar em pressão antrópica sobre seus territórios.

Na região do empreendimento as áreas de preservação permanente estão representadas preponderantemente pela vegetação das faixas de proteção dos cursos e mananciais d'água.

## **3.4 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ANTRÓPICO**

### **3.4.1 – Generalidades**

Os aspectos sociais e econômicos foram abordados tanto ao nível específico da área de influência direta, composta por parte da zona rural dos municípios de São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste, quanto ao nível da área de influência indireta. Esta última composta pelos municípios de São Gonçalo do Amarante, São Luís do Curu e Pentecoste, sendo o primeiro beneficiado com o reforço no suprimento hídrico da localidade de Croatá.

Além disso, as áreas ribeirinhas a jusante do futuro reservatório, que abrangem terras dos municípios de São Gonçalo do Amarante e de São Luís do Curu serão beneficiadas com a perenização do riacho Melancia, com o abastecimento d'água da população ribeirinha, com a dessedentação animal e com o desenvolvimento da irrigação difusa. As áreas periféricas ao reservatório, que abrangem terras dos três municípios acima mencionados, por sua vez, serão beneficiadas com o desenvolvimento da piscicultura no lago a ser formado.

Para caracterização da área de influência direta foi efetuada uma pesquisa socioeconômica através da aplicação de questionários junto às propriedades atingidas. A pesquisa de campo foi realizada, em meados de julho de 2004, por equipe do Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT.

Os dados relativos aos municípios pertencentes à área de influência indireta foram obtidos através do levantamento de dados secundários junto ao IBGE (Censo Demográfico – 2000 e Censo Agropecuário – 1995/96) e ao IPLANCE (Anuário Estatístico do Ceará - 2001).

### **3.4.2 – Área de Influência Indireta**

#### **3.4.2.1 – Aspectos Demográficos**

Os municípios de São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste, que compõem a área de influência indireta do empreendimento, ocupam uma área geográfica de 2.323,5 km<sup>2</sup>, o que representa apenas 1,6% do território estadual. De acordo com o IBGE, em 2000, a população total para o conjunto dos municípios contemplados era constituída por 79.705 habitantes. Nesse ano, a taxa de urbanização atingiu um percentual médio de 61,1% para a área como um todo, com valores oscilando entre 58,93% em Pentecoste e 64,2% em São Luís do Curu.

A carga demográfica atingiu nesse ano o patamar de 34,5 hab/km<sup>2</sup> para a área como um todo, valor inferior a densidade demográfica constatada para o Estado (51,8 hab/km<sup>2</sup>). O município de São Luís do Curu apresentou uma carga demográfica de 91,9 hab/km<sup>2</sup>, caindo este valor para 42,3 hab/km<sup>2</sup> em São Gonçalo do Amarante e para 24,2 hab/km<sup>2</sup> em Pentecoste. No que se refere à análise da estrutura populacional por sexo observou-se uma leve dominância do sexo feminino sobre o masculino, com 50,4% contra 49,6%.

No período intercensitário de 1991/2000, o crescimento populacional da área de influência indireta acusou sinais de estagnação em Pentecoste (0,12% a.a.) e valores positivos em São Gonçalo do Amarante (2,20% a.a.) e São Luís do Curu (0,90% a.a.). No período em análise, o crescimento urbano apresentou taxas crescentes, sendo os maiores valores registrados em São Gonçalo do Amarante (2,30% a.a.) e São Luís do Curu (1,64% a.a.). Com relação à população rural, esta apresentou taxa anual de crescimento negativa em Pentecoste (- 1,73% a.a.). O **Quadro 3.5** apresenta uma síntese dos aspectos demográficos da população dos municípios que compõem a área de influência indireta do empreendimento.

A estrutura etária da população revela a predominância da população jovem, traço comum na região Nordeste e no Estado. Tal fato é confirmado pelas estatísticas, visto que 46,2% da população da área é composta por pessoas com idade inferior a 20 anos de idade. A população em idade adulta (20-59 anos), no mesmo patamar do percentual de jovens, compreende 44,1% da população total. Com uma participação

bem inferior aparecem os maiores de 60 anos, representando 9,7% do contingente populacional.

### Quadro 3.5 – Evolução da População e Distribuição Geográfica – 2000

Municípios	População Residente			Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Taxa de Urbanização (%)	Taxa Geométrica de crescimento Anual – 1991/00 (%)		
	Total	Urbana	Rural			Total	Urbana	Rural
São Luís do Curu	11.497	7.384	4.113	91,90	64,23	0,90	0,70	1,26
São Gonçalo do Amarante	35.608	22.077	13.531	42,28	62,00	2,20	2,30	2,04
Pentecoste	32.600	19.212	13.388	24,22	58,93	0,12	1,64	- 1,73
<b>Total</b>	<b>79.705</b>	<b>48.673</b>	<b>31.032</b>	<b>34,30</b>	<b>61,10</b>			

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2000.

Com relação à distribuição de renda, os dados do IBGE (2000) indicam que 75,3% dos chefes de domicílio recebem mensalmente rendimentos inferiores a dois salários mínimos, comprovando o baixo padrão de vida da população. A taxa de analfabetismo atinge um percentual de 33,9% de analfabetos e semi-analfabetos entre o total de pessoas maiores de cinco anos de idade, índice superior ao registrado para o Estado (29,3%).

Constitui outro importante parâmetro para análise da qualidade de vida e do progresso humano de populações, o Índice de Desenvolvimento Humano, que leva em conta para o seu cálculo, além do PIB *per capita*, variáveis como expectativa de vida, longevidade e nível educacional. Para os municípios da área de influência indireta o IDH-M em 2000 apresentou valores considerados médios, tendo atingido índices de 0,635; 0,639 e 0,6500 para Pentecoste, São Gonçalo do Amarante e São Luís do Curu, respectivamente.

Quanto à presença de silvícolas na região, segundo a FUNAI – Fundação Nacional do Índio, não há ocorrência de reservas indígenas na área da bacia hidráulica da Barragem Melancia, nem tão pouco nos territórios dos municípios de São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste.

#### 3.4.2.2 – Infra-estrutura Física e Social

##### a) Setor Educacional

O setor educacional dos municípios estudados dispõe de três níveis regulares de ensino (educação infantil, fundamental e médio), conforme pode ser visualizado no **Quadro 3.6**. Em 2000, os estabelecimentos de ensino somavam um total de 312

Quadro 3.6 (1/1) – pagina 72

escolas, estando a maior parte destes (84,9%) sob a alçada da administração municipal. A educação infantil era ministrada em 47,4% dos estabelecimentos existentes, enquanto o ensino fundamental era ministrado em 49,4% das escolas. Com relação ao ensino médio, apenas 3,2% das escolas ofereciam esse nível de ensino, geralmente sob a responsabilidade administrativa do Estado ou de particulares.

O número de alunos matriculados nestes estabelecimentos, no período letivo de 2000, atingiu 29.701 alunos. Deste total, 41,8% pertencia ao município de Pentecoste e 40,8 % a São Gonçalo do Amarante. O maior número de alunos foi matriculado no ensino fundamental (74,9%) e no pré-escolar (15,8%). O corpo docente que ministra aula aos ensinos pré-escolar, fundamental e médio perfaz um total de 914 professores.

As taxas de evasão do ensino fundamental e médio situam-se, respectivamente, entre 10,01% e 12,27% em Pentecoste, 18,45% e 19,57% em São Luís do Curu e 8,15% e 12,05% em São Gonçalo do Amarante. As taxas de repetência são maiores no ensino fundamental, variando de 7,04% em São Luís do Curu a 10,20% em São Gonçalo do Amarante.

#### b) Setor Saúde

Os serviços de atendimento médico-hospitalar nos municípios que compõem a área de influência indireta do empreendimento estão abaixo das reais necessidades da comunidade, a exemplo do que acontece na maior parte das cidades nordestinas.

Em 2000, o número de unidades de saúde vinculadas ao Sistema Único de Saúde – SUS correspondia a 40 estabelecimentos, sendo a maior parte destes compostos por postos de saúde (37,5%) e unidades de saúde da família (35,0%). O município de Pentecoste não conta com hospitais, o que faz com que os casos mais graves de doenças e acidentes sejam deslocados para Caucaia ou Fortaleza. Para os municípios de São Gonçalo do Amarante e São Luís do Curu, a relação leito por habitante correspondia a 0,59 e 1,74 leitos para cada grupo de 1.000 habitantes, respectivamente, em ambos os casos menor que a relação constatada para o Estado do Ceará (1,86 leitos/1.000 habitantes).

O **Quadro 3.7** contempla algumas características pertinentes ao setor saúde para cada um dos municípios da área de influência indireta e uma média para a área como um todo. Observa-se, em termos de equipe atuante na área de saúde, um total de 566 profissionais, com destaque para os médicos que respondem por 14,8%, os profissionais de saúde de nível médio com 44,9% e para os agentes de saúde com 22,8% do total da equipe. Estes últimos profissionais atuam na área da medicina

Quadro 3.7 (1/1) – pagina 74

preventiva, acompanhando 20.590 famílias, perfazendo uma população total assistida de 78.821 pessoas.

Dentre as doenças de veiculação hídrica, ocorreram em 2001, de acordo com dados da Secretaria de Saúde do Estado – SESA, sete casos de hepatite viral em São Gonçalo do Amarante, três casos em Pentecoste e um caso em São Luís do Curu. O número total de casos notificados correspondeu a 2,05% do total notificado no Estado. Também foram registrados mais de 5.000 casos de diarreia no conjunto dos municípios. A ocorrência dessas doenças se deve, principalmente, à falta de saneamento básico adequado.

A taxa de mortalidade infantil calculada para os municípios contemplados, em 2000, atingiu 12,24 óbitos entre os menores de um ano de idade por mil nascidos vivos, em São Luís do Curu, 24,84‰ em Pentecoste e 27,97‰ em São Gonçalo do Amarante. Neste município a TMI foi inferior à calculada para o Estado (28,34‰).

#### c) Setores de Comunicação e Transportes

No caso específico da telefonia, existiam, em 2000, 2.993 terminais telefônicos instalados nos municípios considerados, estando 54,5 % destes estando vinculados ao município de São Gonçalo do Amarante. Em comparação ao total de telefones instalados em 1998, que foi de 2.552 terminais, observa-se um incremento de 14,73% no número de telefones em dois anos. A entidade mantenedora dos serviços telefônicos é a TELEMAR.

A ECT - Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, mantinha em 2000, três agências de correios na área estudada, uma em cada sede municipal. O conjunto dos municípios dispunha ainda de duas caixas de coleta de correspondências, uma agência de correio satélite, um posto de venda de produtos e um posto de correio. Em São Gonçalo do Amarante existiam duas emissoras de rádio operando em ondas médias (AM).

O setor de transportes é constituído por rodovias federais, estaduais e municipais, sendo a rodovia asfaltada BR-222 a principal via de acesso aos municípios contemplados. A cidade de São Luís do Curu localiza-se a margem desta via, enquanto que o acesso a São Gonçalo do Amarante e a Pentecoste através desta é permitido via CE-423 e CE-341, respectivamente. As estradas municipais (vicinais e carroçáveis) que permitem o acesso às localidades e propriedades rurais da região apresentam situação física precária na estação chuvosa e perfazem um total de 619 km de estradas em leito natural e apenas 160 km de estradas implantadas. A rede ferroviária federal intercepta o território dos três municípios, se desenvolvendo paralela ao traçado da

BR-222. Quanto ao transporte aéreo, nenhum dos municípios conta com campo de pouso de aeronaves e o transporte marítimo é permitido a partir do Porto do Pecém.

#### d) Energia Elétrica

Em 2000 existia nos municípios da área de influência indireta um total de 19.849 ligações de energia elétrica nas diversas classes de consumo, predominando a classe residencial, com 88,87% das ligações. Na zona rural, eram atendidos 833 consumidores. O consumo total de energia atingiu no referido ano, 32.220 mwh. O fornecimento de energia elétrica se encontra a cargo da COELCE – Companhia de Eletrificação do Ceará (**Quadro 3.8**).

#### e) Saneamento Básico

Os sistemas de abastecimento d'água dos municípios integrantes da área de influência indireta são operados pela CAGECE. Contavam, em meados de 2000, com 9.808 ligações reais, perfazendo 95.512m de rede de distribuição. Segundo dados do IBGE, em 2000, 44,62% dos domicílios dos municípios eram atendidos pela rede pública geral de abastecimento, 27,34% faziam uso de poços e 28,04% precisavam recorrer ao uso de água de origem duvidosa.

Quanto aos sistemas de esgotamento sanitário, em 2000, os municípios estudados apresentavam apenas 5,01% dos seus domicílios atendidos pela rede geral de esgotos. A maior parte dos domicílios (63,50%) faziam uso de fossas sépticas e/ou rudimentares, 30,21% não dispunham de instalações sanitárias e 1,28% faziam uso de valas ou canalizavam os efluentes direto para cursos d'água.

Com relação ao destino final do lixo, em 2000, o conjunto dos municípios da área de influência indireta apresentava 45,97% dos seus domicílios atendidos pela coleta pública, 20,96% queimava ou enterrava o lixo produzido, 32,81% lançava o lixo em terrenos baldios ou cursos d'água e 0,26% lhes dava outro destino.

### 3.4.2.3 – Atividades Econômicas

#### a) Setor Primário

De acordo com os dados do último Censo Agropecuário do IBGE, a atividade predominante no setor primário dos municípios contemplados era a agricultura, contribuindo com 59,9% para a formação do valor bruto da produção deste setor. Em termos de número de estabelecimentos rurais por ramo de atividade, destaca-se a atividade agrícola com cerca de 59,9% das propriedades rurais, sendo que destas

Quadro 3.8 (1/1) – pagina 77

39,3% tem sua produção centrada em lavouras temporárias. A pecuária é praticada de forma exclusiva por apenas 19,1% dos proprietários rurais e aqueles que adotam a agropecuária perfazem 18,6%.

Em termos de área cultivada, dados do IPLANCE de 2000, apontam as culturas da castanha de caju, feijão e milho como as mais representativas, com respectivamente, 8.164 ha, 5.451 ha e 5.003 ha cultivados. Em seguida aparecem com menor representatividade a mandioca, a cana-de-açúcar e o coco-da-baía. Quanto ao Valor Bruto da Produção, a cultura mais representativa era a cana-de-açúcar (33,9% do VBP), vindo em seguida a castanha de caju, a mandioca e o coco-da-baía com 17,1%, 15,2% e 11,4% do VBP, respectivamente (**Quadro 3.9**).

A pecuária do conjunto dos municípios estudados apresentava como efetivo de principal retorno econômico, em 2000, o rebanho bovino com 27.725 cabeças. Dentre os animais de pequeno e médio porte, merece destaque o plantel de aves com 275.719 cabeças, aparecendo numa escala relativamente menor os rebanhos de ovinos com 22.273 cabeças, suínos com 19.981 cabeças e caprinos com 16.251 cabeças. Em geral, uma parcela significativa do efetivo de animais de pequeno e médio porte é destinada à subsistência dos produtores (**Quadro 3.10**).

**Quadro 3.10 – Rebanho Existente – 2000**

Discriminação	Municípios			Total
	Pentecoste	São Luís do Curu	São Gonçalo do Amarante	
Bovino	15.982	2.992	8.751	27.725
Suíno	7.795	1.309	6.807	19.981
Equino	749	105	745	1.599
Asinino	1.756	339	1.200	3.295
Muar	367	58	309	734
Ovino	14.504	1552	6.217	22.273
Caprino	11.593	695	3.963	16.251
Aves	53.697	14.196	207.856	275.719

FONTE: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará, 2001.

O nível tecnológico empregado na atividade agropecuária é baixo, considerando o pequeno percentual de propriedades que possuem tratores (1,2%), veículos utilitários (0,6%) e arados a tração animal ou mecânica (1,9%).

Quadro 3.9 (1/1) – pagina 79

#### b) Setores Secundário e Terciário

O setor industrial dos municípios integrantes da área de influência indireta dispunha, em 2000, de 92 estabelecimentos cadastrados, sendo o maior número pertencente ao ramo de indústrias de transformação (84,8% do total). Os gêneros com maior número de estabelecimentos industriais foram Produtos Alimentares (25 indústrias), Madeira e Mobiliário (13 fábricas), Vestuário, Calçados, Artefatos de Tecidos, Couros e Peles (12 indústrias), Extrativa Mineral (11 indústrias) e Produtos de Minerais Não Metálicos (7 indústrias). O município de São Gonçalo do Amarante detinha 52,2% do total de estabelecimentos industriais cadastrados.

Quanto ao setor terciário, foram cadastrados, em 2000, 653 estabelecimentos comerciais ativos e 25 estabelecimentos de serviços na região estudada. Os estabelecimentos comerciais estão, em geral, vinculados ao ramo de Produtos de Gêneros Alimentícios, enquanto que no Setor Serviços predominam os serviços vinculados a Administração Pública Direta e a Saneamento e Limpeza Urbana. O município de São Gonçalo do Amarante detinha 63,9% das casas comerciais e 48,5% dos estabelecimentos de serviços existentes na área de influência indireta do empreendimento, sendo o único que conta com comércio atacadista.

#### 3.4.2.4 – Estrutura Fundiária

A estrutura fundiária dos municípios estudados revela de imediato, a grande concentração fundiária típica da região Nordeste, onde a pequena e a média propriedade prevalecem em número sobre a grande propriedade ocupando, entretanto, um baixo percentual da área total.

De acordo com os dados do IPLANCE, em 2000, as pequenas propriedades dos municípios classificadas como minifúndio chegavam a representar 63,7% do número total de propriedades ocupando apenas 15,8% da área total dos imóveis. Por outro lado, as grandes propriedades, representando apenas 1,7% do total dos imóveis rurais, ocupavam 32,4% da área total das propriedades rurais (**Quadro 3.11**).

#### 3.4.2.5 – Patrimônio Arqueológico e Paleontológico

Segundo informações fornecidas pelo IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e pela SECULT - Secretaria de Cultura e Desportos, os municípios de São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste não contam com registros de sítios arqueológicos ou paleontológicos tombados, em processo de tombamento ou apenas identificados nos seus territórios.

**Quadro 3.11 – Estrutura Fundiária – 2000**

Categoria do Imóvel	Municípios						Total	
	Pentecoste		São Luís do Curu		São Gonçalo do Amarante			
	N ° de Imóveis	Área (ha)	N ° de Imóveis	Área (ha)	N ° de Imóveis	Área (ha)	N ° de Imóveis	Área (ha)
Minifúndio e não Classificado	429	9.184,6	152	3.318,4	427	5.529,4	1.008	18.032,4
Pequena propriedade	259	25.526,4	47	3.888,0	115	11.156,1	421	40.570,7
Média propriedade	70	26.079,6	10	4.439,9	47	17.970,6	127	48.490,1
Grande propriedade	17	25.772,2	1	1.170,3	9	9.978,8	27	36.921,3
<b>Total</b>	<b>775,00</b>	<b>86.562,80</b>	<b>210,00</b>	<b>12.816,60</b>	<b>598,00</b>	<b>44.634,90</b>	<b>1.583,00</b>	<b>144.014,50</b>

FONTE: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará, 2001.

### 3.4.3 – Área de Influência Direta

#### 3.4.3.1 – Aspectos Gerais das Propriedades Pesquisadas

A pesquisa de campo realizada na área da bacia hidráulica da Barragem Melancia, em meados de 2004, por equipe do Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT, englobou 45 propriedades representando 86,5% do total de propriedades atingidas pela implantação do reservatório (52 propriedades rurais). Para facilidade de análise, as propriedades pesquisadas foram estratificadas em classes de propriedades, perfazendo uma área total de 1.621,29 ha, conforme pode ser visualizado no **Quadro 3.12**. Ressalta-se que, 24,4% das propriedades pesquisadas não tiveram suas áreas informadas.

Com relação à estrutura fundiária, observa-se que as propriedades com menos de 50 ha correspondem a 60,0% do número total de propriedades pesquisadas, ocupando apenas 28,95% da área total, por outro lado, as propriedades com mais de 100 ha, representando 8,89% do número total de imóveis ocupam 55,48% da área total, caracterizando uma área com concentração da ocupação da terra relativamente alta.

**Quadro 3.12 – Distribuição das Propriedades Pesquisadas**

Estrato de Área (ha)	N.º de Propriedades Pesquisadas	% sobre o N.º Total	Área Total (ha)	% sobre a Área Total
<20	17	37,78	209,05	12,89
20-50	10	22,22	260,44	16,06
50-100	3	6,67	252,36	15,57
>100	4	8,89	899,44	55,48
Sem Área Informada	11	24,44	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,00</b>	<b>1.621,29</b>	<b>100,00</b>

FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Pesquisa de Campo, 2004.

Verificou-se, ainda, que a maioria dos proprietários reside fora do imóvel (62,2%), tendo domicílio estabelecido principalmente nas cidades de São Luiz do Curu e Fortaleza (**Quadro 3.13**). Ressalta-se, no entanto, que no que se refere à exploração da terra, apesar da maioria dos proprietários não residir na área, estes exercem participação ativa na atividade agropecuária aí desenvolvida, com 66,7% tendo declarado trabalhar na propriedade. A exploração através de parceria é adotada em apenas 20,0% das propriedades e 13,3% destas não são exploradas economicamente.

**Quadro 3.13 – Formas de Exploração das Propriedades e Local de Residência dos Proprietários – Valores Percentuais –**

Estrato de Área (ha)	Local de Residência do Proprietário		Forma de Exploração			
	No Imóvel	Fora do Imóvel	Diretamente pelo Proprietário	Arrendamento	Parceria	Sem Exploração
<20	29,41	70,59	76,47	-	5,88	17,65
20-50	60,00	40,00	80,00	-	10,00	10,00
50-100	-	100,00	66,67	-	33,33	-
>100	25,00	75,00	50,00	-	50,00	-
Sem Área Inf.	45,45	54,55	45,45	-	36,36	18,19
<b>Total</b>	<b>37,78</b>	<b>62,22</b>	<b>66,67</b>	<b>-</b>	<b>20,00</b>	<b>13,33</b>

FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Pesquisa de Campo, 2004.

### 3.4.3.2 – Aspectos Demográficos

Atualmente residem na área a ser desapropriada, alvo da pesquisa, 68 pessoas, compreendendo 17 famílias, das quais onze são famílias de proprietários e as outras

seis de moradores. Constatase, ainda, a presença de quatro famílias de proprietários residindo nas áreas remanescentes das propriedades pesquisadas. A análise dos dados apresentados no **Quadro 3.14** permite ressaltar algumas características da população que será alvo do projeto de reassentamento:

- O contingente populacional residente nas áreas a serem desapropriadas é relativamente jovem, já que 41,2% dos seus integrantes apresentam até no máximo 18 anos de idade. Os idosos, por sua vez, representam apenas 11,8%;
- As famílias não são muito numerosas, apresentando em média apenas 4,0 componentes;
- Verifica-se que o percentual de pessoas pertencentes ao sexo masculino apresenta-se bastante superior ao contingente de pessoas pertencentes ao sexo feminino, respondendo por 60,3% do número total de pessoas aí residentes.

Ressalta-se que a participação da população composta por proprietários não residentes e seus familiares que também, teoricamente, se apropriam da renda agrícola gerada, é correspondente a 36 famílias e duas empresas.

Analisando a densidade demográfica da área rural contemplada pela pesquisa, observa-se que esta apresenta uma carga demográfica bastante rarefeita contando com apenas 4,19 hab/km<sup>2</sup>. Verifica-se, ainda, que as propriedades com áreas entre 50 e 100 ha e maiores do que 100 ha não contam com população residindo em seus territórios, apresentando densidade demográfica nula (**Quadro 3.15**).

**Quadro 3.15 – Densidade Demográfica da Área da Pesquisa**

Localidade	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )
<b>Área da Pesquisa</b>	<b>4,19</b>
▪ Propriedades <20 ha	6,22
▪ Propriedades 20 – 50 ha	5,38
▪ Propriedades 50 - 100 ha	0,00
▪ Propriedades >100 ha	0,00
▪ Propriedades Sem Área Informada	-
<b>Município de São Luís do Curu</b>	<b>91,90</b>
<b>Município de São Gonçalo do Amarante</b>	<b>42,28</b>
<b>Município de Pentecoste</b>	<b>24,22</b>

FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Pesquisa de Campo, 2004. IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará, 2001.

Quadro 3.14 (1/1) – pagina 84

### 3.4.3.3 – Aspectos Sociais

#### a) Nível de Instrução

Analisando o nível de instrução da população residente nas propriedades pesquisadas, verifica-se que dentre os maiores de sete anos de idade 43,1% se enquadram como analfabetos e semi-analfabetos, percentual que se apresenta relativamente elevado. Outros 44,8% estão cursando ou contam apenas com o 1º grau. Não foi constatada a presença de pessoas que tenham nível de instrução superior e aqueles que concluíram o 2º grau perfazem apenas 12,1% (**Quadro 3.16**).

Foi constatada a presença de uma escola na área alvo da pesquisa, a qual ministra o ensino do 1º grau menor. A qualidade do ensino ministrado pode ser considerada deficiente e a evasão escolar encontra-se em geral associada ao engajamento dos jovens nos trabalhos agrícolas, principalmente durante a época das chuvas.

#### b) Saúde

A área da pesquisa não conta com posto de saúde, exigindo que a população se desloque para as cidades de São Luís do Curu e Caucaia ou Fortaleza. Dentre as endemias que assolam a região as mais freqüentes são as doenças respiratórias, as verminoses e as diarréias. A vacinação das crianças é efetuada em geral por ocasião das campanhas de vacinação patrocinadas pelo governo.

Quanto aos aspectos sanitários, verifica-se que a maioria das propriedades pesquisadas (60,0%), não conta com instalações sanitárias. Os efluentes sanitários gerados são lançados a céu aberto, contribuindo para o comprometimento da qualidade dos recursos hídricos locais e dos padrões de saúde da população (**Quadro 3.17**).

Com relação à disponibilidade de recursos hídricos para consumo humano, 37,8% das propriedades fazem uso de águas captadas diretamente no rio Melancia ou em cacimbas e 28,9% adotam o uso de açudes/cacimbas. O uso exclusivo de águas captadas em cacimbas ou no rio é verificado em 15,5% e 17,8% das propriedades, respectivamente. Quanto ao tratamento dado à água destinada ao consumo humano, o número de famílias que efetua apenas a coação apresenta-se expressivo (42,2%). Além disso, 15,6% dos entrevistados não efetua qualquer tipo de tratamento da água.

Quadro 3.16 (1/1) – pagina 86

Quadro 3.17 (1/1) – pagina 87

c) Força de Trabalho da População

A população residente na área da pesquisa que se encontra apta a trabalhar na agricultura perfaz um contingente de 58 pessoas, estando a maior parte deste associado às propriedades dos estratos < 20 ha e “sem área informada” (**Quadro 3.18**).

**Quadro 3.18 - Contingente da População Residente Apto aos Trabalhos Agrícolas**

Estrato de Área (ha)	Homens			Mulheres			Total
	10 – 20	20 – 60	> 60	10 – 20	20 – 60	> 60	
< 20	3	9	2	8	5	1	28
20 – 50	3	5	1	1	2	1	13
50 – 100	-	-	-	-	-	-	-
>100	-	-	-	-	-	-	-
Sem Área Inform.	6	4	1	2	3	1	17
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>58</b>

FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Pesquisa de Campo, 2004.

No cálculo da força de trabalho real da população foram adotados os parâmetros abaixo discriminados, nos quais o trabalho dos menores de 10 anos, das mulheres e dos idosos não são computados como jornada integral.

Categorias	Coefficientes
Menores de 10 anos	-
Mulheres 10 - 60 anos	0,50
Mulheres > 60 anos	-
Homens 10 - 20 anos	0,75
Homens 20 - 60 anos	1,00
Homens > 60 anos	0,50

A força de trabalho real da área pesquisada foi estimada em 289,75 jornadas diárias (**Quadro 3.19**), o que resulta numa força de trabalho média de 2,1 jornadas/família/dia. Tendo em vista, que a atividade agrícola de sequeiro praticada na área apresenta um caráter sazonal, observa-se um grande número de mão-de-obra ociosa durante o período da entressafra.

#### d) Infra-estrutura de Uso Público Atingida

Foi constatado na área a ser desapropriada apenas a presença de uma escola, que ministra o ensino do 1º grau menor. Além disso, serão atingidos trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e trechos de rede elétrica de baixa tensão.

**Quadro 3.19 – Estimativa de Força de Trabalho Real**

<b>Estrato de Área (ha)</b>	<b>Força de Trabalho Real (Jornada)</b>
< 20	<b>18,75</b>
20 – 50	<b>9,25</b>
50 – 100	-
>100	-
Sem Área Informada	<b>11,50</b>
<b>Total</b>	<b>39,50</b>

Fonte: Cálculo KL/MABE/ENERCONSULT.

A área não dispõe de rede telefônica, nem tão pouco de serviços de saneamento básico. Também não conta com postos de saúde ou cemitérios. A rede de energia elétrica existente serve 53,3% das propriedades pesquisadas. As propriedades que não são servidas com energia elétrica distam em geral de 300 a 600m da rede de energia mais próxima.

#### 3.4.3.4 – Aspectos Econômicos

##### a) Exploração Agrícola

A área cultivada nas propriedades pesquisadas perfaz ao todo 211,75 ha, representando apenas 6,8% da área total dos imóveis, revelando as dificuldades enfrentadas pela área em termos de aproveitamento agrícola (**Quadro 3.20**). Analisando a área cultivada nas diversas classes de propriedades, constata-se que o percentual de aproveitamento dos solos é maior nas propriedades dos estratos > 100 ha e “sem área informada”, que juntos respondem por 60,3% da área cultivada total. As culturas mais representativas, em termos de área ocupada, são o milho, o caju e o feijão, que respondem por 48,9%, 29,0% e 16,2%, respectivamente.

Em termos de valor da produção a cultura mais representativa é a castanha de caju, que contribui com 70,7% da renda agrícola (**Quadro 3.21**)

Quadro 3.20 (1/1) – pagina 90

Quadro 3.21 (1/1) – pagina 91

Em seguida, aparecem numa escala relativamente menor o milho e o feijão com 12,2% e 11,2%, respectivamente. Os estratos de propriedades com área não informada e > 100 ha respondem por 36,5% e 32,0% do valor da produção agrícola da área pesquisada.

As culturas com maior percentual comercializado são a castanha de caju, a mandioca e o feijão. A comercialização da produção agrícola é realizada, em geral, após a colheita, a comerciantes grossistas ou compradores ambulantes. As culturas de arroz, milho e capim elefante têm a maior parte de suas produções destinadas ao autoconsumo.

Quanto ao nível tecnológico da agricultura praticada, constata-se que para a maior parte das propriedades pesquisadas este se restringe apenas ao uso de defensivos agrícolas. A assistência técnica é pouco difundida na região e o crédito agrícola foi utilizado nos últimos cinco anos por apenas dois dos entrevistados. Constatou-se, ainda, que as propriedades não contam com maquinários e equipamentos, estando estes últimos restritos apenas a pequenos instrumentos como enxada, roçadeira, foice, pulverizador, entre outros.

#### b) Exploração Pecuária

A pecuária desenvolvida na área encontra-se centrada na bovinocultura de corte e leite, praticada de forma extensiva, sendo a alimentação do rebanho suplementada com restos culturais. Além do rebanho bovino aparecem, ainda, com representatividade na área os plantéis de ovinos e caprinos com 621 e 504 cabeças, respectivamente. O criatório avícola, embora representativo, destina-se quase que exclusivamente à subsistência dos agricultores (**Quadro 3.22**).

**Quadro 3.22 – Efetivo do Rebanho (cabeças)**

Estrato de Área (ha)	Bovinos	Equinos	Muare	Asininos	Ovinos	Caprinos	Suínos	Aves
< 20	166	2	4	15	118	109	28	423
20 – 50	170	3	11	10	160	32	29	405
50 – 100	99	-	2	1	40	190	-	-
> 100	150	2	2	-	260	20	4	80
Sem Área Inf.	89	2	1	5	43	153	16	192
<b>Total</b>	<b>674</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>31</b>	<b>621</b>	<b>504</b>	<b>77</b>	<b>1.100</b>

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Pesquisa de Campo, 2004.

Apropriando-se do efetivo bovino, rebanho de maior expressividade econômica, por estrato de área e com base na área total de cada classe, o **Quadro 3.23** retrata a densidade do plantel bovino para a área da bacia hidráulica.

**Quadro 3.23 – Densidade do Plantel Bovino**

Estrato de Área (ha)	Efetivo Bovino (Cabeças)	Área dos Estratos (km <sup>2</sup> )	Densidade Bovina (Cabeças/ km <sup>2</sup> )
< 20	166	2,09	79,43
20 – 50	170	2,60	65,38
50 – 100	99	2,52	39,29
100 – 200	150	8,99	16,69
Sem Área Inf.	89	-	-
<b>Total</b>	<b>674</b>	<b>16,21</b>	<b>41,58</b>

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Pesquisa de Campo, 2004.

Analisando a densidade do plantel bovino, constata-se que o estrato das propriedades com áreas inferiores a 20 ha é o que apresenta maior densidade (79,43 cabeças/km<sup>2</sup>). Verifica-se, ainda, que este valor decresce a medida que aumenta a área das propriedades. A densidade bovina média encontrada para a área pesquisada como um todo atinge 41,58 cabeças/km<sup>2</sup>, valor superior ao registrado para o Estado do Ceará, que é de 15,37 cabeças/km<sup>2</sup>.

Em termos de valor da produção, a produção de leite bovino assume grande importância, representando 64,2% do valor total da produção animal, vindo em seguida o bovino em pé, com 19,9% do valor total (**Quadro 3.24**). As produções de carne ovina, caprina e avícola são voltadas quase exclusivamente para o autoconsumo.

As propriedades com áreas entre 20 – 50 ha são responsáveis por 33,7% do valor total da produção pecuária da área da pesquisa. Quanto à comercialização, 75,4% da produção pecuária é destinada para o mercado local e regional, enquanto que 24,6% é autoconsumida.

A comercialização dos animais em pé é feita, geralmente, na propriedade, a marchante ou a outro proprietário. O leite é comercializado na sede do município de São Luís do Curu, geralmente a intermediários. Com relação à produção de ovos, esta é comercializada na propriedade, parte a intermediários e parte ao consumidor.

Quanto ao nível tecnológico da pecuária praticada, constatou-se que o rebanho bovino da área é constituído predominantemente por animais SRD, sendo a prática da vacinação a única que se apresenta relativamente difundida entre os pecuaristas.

Quadro 3.24 (1/1) – pagina 94

### c) Valor Bruto da Produção Agropecuária

O **Quadro 3.25** apresenta a consolidação do Valor Bruto da Produção (VBP) das propriedades rurais pesquisadas. Consta-se que, para a área como um todo, a atividade agrícola é a mais expressiva na formação do VBP (73,88%), seguindo-se a pecuária com 26,12%. Tal expressividade se deve em grande parte a exploração dos cajueirais, cuja produção de castanha de caju é toda destinada a comercialização, alcançando bons preços no mercado. As demais culturas, em geral, estão destinadas a subsistência do produtor rural ou apresentam produções pouco significativas. O VBP tende a crescer conforme aumenta a área das propriedades, constituindo exceção às propriedades do estrato de 50 – 100 ha, cujas áreas são pouco exploradas.

**Quadro 3.25 – Valor Bruto da Produção (1)**

Estrato de Área (ha)	Agricultura		Pecuária		VBP	% sobre o Total
	Valor (R\$ 1,00)	% sobre o VBP	Valor (R\$ 1,00)	% sobre o VBP		
< 20	32.749,00	14,41	19.183,90	23,87	51.932,90	16,88
20 – 50	37.727,00	16,59	27.085,60	33,70	64.812,60	21,06
50 – 100	1.045,00	0,46	10.184,60	12,67	11.229,60	3,65
> 100	72.808,00	32,03	12.658,20	15,75	85.466,20	27,77
Sem Área Inf.	83.011,50	36,51	11.269,30	14,01	94.280,80	30,64
<b>Total</b>	<b>227.340,50</b>	<b>100,00</b>	<b>80.381,60</b>	<b>100,00</b>	<b>307.722,10</b>	<b>100,00</b>

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Pesquisa de campo, 2004.

### d) Renda Líquida das Propriedades

Os custos operacionais de produção incorridos pelas propriedades da área da pesquisa estão restritos a aquisição de insumos agropecuários e ao pagamento da mão-de-obra, perfazendo ao todo R\$ 26.810,00 (**Quadro 3.26**).

Deduzindo-se do Valor Bruto da Produção anteriormente apresentado as cifras correspondentes aos custos operacionais de produção, obtém-se a renda líquida gerada nas propriedades pesquisadas (**Quadro 3.27**). A renda líquida da área da pesquisa atinge a cifra de R\$ 280.912,10, dela não se tendo deduzido o autoconsumo.

Quadro 3.26 (1/1) – pagina 96

Quadro 3.27 (1/1) – pagina 97

A renda “per capita” atinge para a área total um valor anual de R\$ 4.761,22, o que, em termos de salários mínimos mensais<sup>(1)</sup>, corresponde a 153,0% do valor do salário mínimo vigente. A renda líquida por hectare apresenta uma tendência de diminuição com o crescimento da área das propriedades, apresentando para a área total o valor de R\$ 173,26, cifra que encontra-se superestimada já que não se dispõe de informações sobre a extensão territorial de 11 imóveis, a maioria destes enquadrados como grandes propriedades.

Ressalte-se que esta renda deve ser acrescida de outros rendimentos identificados na área e de fontes não diretamente vinculadas à agropecuária, tais como aposentadorias rurais e outras atividades exercidas pelos proprietários. Entretanto, os valores indicados correspondem à quase totalidade da renda das famílias da área e, de modo particular, fornecem a renda agropecuária propriamente dita, parâmetro que tem maior interesse no estudo da renda da população.

#### 3.4.3.5 – Expectativas da População Atingida

Objetivando avaliar o nível de aceitabilidade do projeto foram levantadas as expectativas da população ante a implantação da Barragem Melancia. Constatou-se que, 92,4% dos entrevistados são favoráveis a implementação do empreendimento, alegando que o aumento da disponibilidade de recursos hídricos na região irá favorecer o desenvolvimento das atividades agropecuárias. Além disso, será garantido o suprimento hídrico para o gado durante os períodos de estiagens mais prolongadas.

Outros alegaram que, desde que o açude foi inventariado pelo DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas os proprietários deixaram de investir nas propriedades rurais e a economia da área ficou estagnada. Desta forma, segundo eles é melhor para todos, que o açude seja construído o mais rápido possível.

O número de entrevistados contrários à implantação do reservatório perfaz apenas 7,6%, estando estes representados por proprietários que temem que os valores das indenizações não sejam condizentes com o valor dos bens desapropriados e os moradores que temem perder seus empregos e conseqüentemente as casas de moradia.

Quando indagados sobre a forma adequada ou desejada para indenização das terras e benfeitorias atingidas pela implantação da barragem, 69,6% dos entrevistados declararam preferir receber indenização em dinheiro para se estabelecerem como melhor lhes aprouver, em local de sua escolha ou na área remanescente da

---

<sup>(1)</sup> Salário mínimo vigente em julho/2004 igual a R\$ 260,00.

propriedade. Optaram por participar do processo de reassentamento a ser posto em prática pela SRH 23,1% dos entrevistados a maioria destes composta por moradores. Preferiram não emitir opinião 7,3% dos entrevistados.

#### 3.4.3.6 – Levantamento Cadastral das Propriedades Desapropriadas

O levantamento cadastral da área diretamente atingida pela construção da Barragem Melancia foi executado pelo Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT. Adotou o emprego de topografia clássica para a demarcação das áreas de interesse para desapropriação, cujos limites foram estabelecidos através da implantação de uma linha de base e de poligonais de contorno, sendo os vértices plotados em campo e posteriormente desenhados em plantas cadastrais.

Os dados obtidos pela topografia permitiram a definição das coordenadas da área a desapropriar de cada imóvel e a sua extensão territorial, bem como o cálculo das coordenadas da poligonal de contorno. Foram executados os trabalhos de campo relativos a avaliação das terras, cobertura vegetal e benfeitorias, visando subsidiar a elaboração dos laudos de avaliação dos imóveis desapropriados. Além disso, foi efetuado um levantamento, junto ao cartório da região, relativo as divisas dos imóveis e sua titulação.

Das 52 propriedades rurais cadastradas, 30 pertencem a proprietários que residem fora do imóvel atingido; nove pertencem a espólios, estando aí incluso o espólio de um herdeiro (BM-10.1); sete contam com proprietários residindo nas áreas remanescentes dos imóveis e apenas seis contam com os proprietários residindo na área que será desapropriada, estando estes últimos vinculados aos lotes abaixo discriminados:

- BM-10 – José Inácio Pinto;
- BM-14 – José Marcone Lourenço Uchoa;
- BM-18 – Francisco Alves de Castro;
- BM-20 – Luís Cavalcante de Castro;
- BM-23 – Maria Cleide Ferreira;
- BM-24 – Francisco Castro Gomes.

Constatou-se, ainda, a presença na área a ser desapropriada de três imóveis pertencentes a duas empresas: TBA – Técnica Brasileira de Alimentação Ltda (BM-13 e BM-40) e Som Zum Sat do Grupo Mastruz com Leite (BM-32). Verificou-se, também,

que cinco proprietários contam com mais de um imóvel situado na área a ser desapropriada, estando estes associados aos lotes:

- BM-01, BM-02, BM-03 e BM-04C pertencentes ao Espólio de Antero de Castro Moura;
- BM-07, BM-09 e BM-09.1 pertencentes a Francisco Castro Moura Filho;
- BM-13 e BM-40 pertencentes a empresa TBA – Técnica Brasileira de Alimentação Ltda.;
- BM-25 e BM-50 – Fernando Góis Sampaio;
- BM-29 e BM-30 – Francisco Diógenes Ferreira.

Constatou-se, ainda, a existência de três benfeitores, um dos quais encontra-se representado pela Prefeitura Municipal de São Luís do Curu, que conta com um grupo escolar localizado na propriedade BM-03. Outro benfeitor que merece destaque é a Associação dos Moradores dos Castros (BM-21A). Quanto aos moradores, estes perfazem ao todo 14 atingidos, dos quais cinco contam com benfeitorias (BM-28A, BM-36A, BM-37A, BM-37B e BM-37C) e os outros 9 são moradores sem benfeitorias (BM-05A, BM-05B, BM-10A, BM-22A, BM-23A, BM-23B, BM-36C, BM-36D e BM-36E).

O **Quadro 3.28** apresenta a relação dos imóveis a serem desapropriados, na qual são discriminados os nomes dos proprietários, benfeitores e moradores atingidos pela implantação da Barragem Melancia.

**Quadro 3.28 – Relação dos Proprietários, Benfeitores e Moradores**

<b>Lote</b>	<b>Nome</b>	<b>Condição do Atingido</b>
BM-01	Espólio de Antero de Castro Moura	ESP
BM-02	Espólio de Antero de Castro Moura	ESP
BM-03	Espólio de Antero de Castro Moura	ESP
BM-03A	Prefeitura Municipal de São Luís do Curu	B
BM-04	Espólio de Antero de Castro Moura	ESP
BM-05	Jurandir da Cunha Monteiro	PNR
BM-05A	Pedro Rodrigues Cavalcante	MSB
BM-05B	José Sabino de Oliveira	MSB
BM-06	Bernardo Gomes de Moraes	PNR
BM-07	Francisco Castro Moura Filho	PR (AR)
BM-08	Espólio Oscar Castro Moura	ESP

<b>Lote</b>	<b>Nome</b>	<b>Condição do Atingido</b>
BM-09	Francisco Castro Moura Filho	PNR
BM-09.1	Francisco Castro Moura Filho	-
BM-10	José Inácio Pinto	PRL
BM-10A	José Ferreira de Castro	MSB
BM-10.1	Espólio de Francisco Inácio de Mesquita	ESP
BM-11	Mauro Nogueira de Sousa	PNR
BM-12	Francisco Tabosa de Castro	PNR
BM-13	TBA - Técnica Brasileira de Alimentos Ltda.	PNR (Empresa)
BM-14	José Marcene Lourenço Uchoa	PRL
BM-15	Ernando Pinto Cipriano	PNR
BM-16	Francisco Diolino de Castro	PNR
BM-17	Francisco Berlan de Castro	PNR
BM-18	Francisco Alves de Castro	PRL
BM-19	José Gonçalves de Castro	PNR
BM-20	Luís Cavalcante de Castro	PRL
BM-21	Francisca das Chagas Duarte de Sousa	PNR
BM-21A	Associação dos Moradores dos Castros	B
BM-22	Francisco Braga de Castro	PNR
BM-22A	José Maurício Ribeiro do Nascimento	MSB
BM-23	Maria Cleide Ferreira	PRL
BM-23A	Antônio Júlio Neto	MSB
BM-23B	Joana D'Arc Inácio Ferreira de Sousa	MSB
BM-24	Francisco Castro Gomes	PRL
BM-25	Fernando Góis Sampaio	PNR
BM-26	Espólio Raimundo Galucho Pinto	ESP
BM-27	Espólio Luís Gomes da Silva	ESP
BM-28	Vicente Acácio de Sousa	PNR
BM-28A	Jacó Ferreira de Sousa	MCB
BM-29	Francisco Diógenes Ferreira	PNR
BM-30	Francisco Diógenes Ferreira	PNR
BM-31	Francisco Estevão Gomes dos Santos	PNR
BM-32	Grupo Som Zum Sat (Banda Mastruz com Leite)	PNR (Empresa)
BM-33	Hermann Redies (Alemão)	PNR
BM-33.1	Hermann Redies (Alemão)	-
BM-34	Grupo Português	PNR
BM-34.1	Grupo Português	-
BM-35	Carlos Alberto Moreira	PNR

<b>Lote</b>	<b>Nome</b>	<b>Condição do Atingido</b>
BM-35.1	Carlos Alberto Moreira	-
BM-36	Luís Gonzaga de Souza	PNR
BM-36A	José Gomes de Souza	MCB
BM-36B	Maria de Souza Mendes	B
BM-36C	Maria de Fátima de Souza Mendes	MSB
BM-36D	Luiz de Gonzaga Souza	MSB
BM-36E	Raimundo Gomes de Souza	MSB
BM-37	Espólio de Sebastião Acácio de Sousa	ESP
BM-37A	Maria de Sousa Mendes	MCB
BM-37B	Vicente Acácio de Sousa	MCB
BM-37C	Roque Ferreira de Sousa	MCB
BM-38	Aldenor Dionísio Leite	PNR
BM-39	João de Castro Matos	PR (AR)
BM-40	TBA - Técnica Brasileira de Alimentos Ltda.	PNR (Empresa)
BM-41	José Lucas da Silva	PR (AR)
BM-42	Maria Izabel da Conceição	PNR
BM-43	Valdemar Alves de Castro	PNR
BM-44	Francisco Roberto de Azevedo	PR (AR)
BM-45	Geraldo Rodrigues de Sousa	PNR
BM-46	Antônio Martins da Costa	PNR
BM-47	Manoel Lopes de Oliveira	PNR
BM-48	José de Castro César	PR (AR)
BM-49	Osmar Teixeira de Moura	PR (AR)
BM-50	Fernando Góis Sampaio	PNR
BM-51	Amadeu Luís de Castro	PNR

Fonte :KL/MABE/ENERCONSULT, Levantamento Cadastral Barragem Melancia, 2004.

Legenda: PNR – Proprietário Não Residente, PRL – Proprietário Residente no Lote, PR(AR) – Proprietário Residente na Área Remanescente, ESP – Espólio, B – Benfeitor, EMP- Empresa, ENT – Entidade, MCB – Morador Com Benfeitoria e MSB – Morador Sem Benfeitoria.

## **4 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

## 4 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

### 4.1 – MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADO

Na análise dos impactos ambientais decorrentes da implantação e operação da Barragem Melancia foi adotado o método de Avaliação Ponderal de Impactos Ambientais desenvolvido por BIANCHI et alli, em meados de 1989.

O referido método adota o uso de uma matriz, na qual os fatores ambientais relevantes na região do empreendimento são dispostos no eixo horizontal e as ações propostas pelo projeto, considerando as suas diferentes fases, no eixo vertical, de modo a permitir o confronto destes componentes. Os impactos identificados são representados no corpo da matriz pela célula matricial localizada na interseção da ação impactante com o fator ambiental impactado.

As células matriciais são divididas em quatro campos, nos quais são apostos a identificação do caráter do impacto (benéfico, adverso ou indefinido), bem como a valoração dos seus atributos (magnitude, importância e duração), sendo atribuído para estes pesos variando de 1 a 3, conforme discriminado a seguir:

<b>CARÁTER</b>	<b>IMPORTÂNCIA</b>
(+) = Benéfico	3 = Significativa
(±) = Indefinido	2 = Moderada
(-) = Adverso	1 = Não Significativa
<b>MAGNITUDE</b>	<b>DURAÇÃO</b>
3 = Grande	3 = Longa
2 = Média	2 = Intermediária
1 = Pequena	1 = Curta

No caso específico dos impactos de caráter indefinido são apostas, ainda, no primeiro campo da célula matricial as letras (P), (M) ou (G) para informar se a probabilidade de ocorrência do impacto analisado é pequena, média ou grande.

Como forma de melhorar a visualização da predominância do caráter dos impactos identificados no corpo da matriz, o método adota a prática de colorir as células matriciais de acordo com o caráter do impacto, ou seja: de verde as células matriciais correspondentes a impactos benéficos, de vermelho as correspondentes a impactos adversos e de amarelo as correspondentes aos impactos indefinidos. As

tonalidades forte, média e clara dessas cores, por sua vez, indicam a importância significativa, moderada ou não significativa do impacto identificado.

O método preconiza a avaliação do projeto considerando dois enfoques: o primeiro correspondente ao projeto original, ou seja, da forma como foi concebido e o segundo considerando a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas. Permite, ainda, a realização de análises setoriais para os meios abiótico, biótico e antrópico das áreas de influência direta e indireta do empreendimento e de uma análise global considerando o conjunto da área de abrangência do projeto como um todo (área de influência direta + área de influência indireta).

Para definição da viabilidade ambiental do empreendimento o método adota o uso do Índice de Avaliação Ponderal (IAP), em cujo cálculo é utilizada a fórmula abaixo discriminada:

$$IAP = \frac{IB}{|IA| + |II|}, \text{ onde}$$

IB = Índice de Benefícios em valores percentuais;

IA = Índice de Adversidades em valores percentuais;

II = Índice de Indefinições em valores percentuais.

De acordo com os valores obtidos para o IAP os projetos podem ser classificados como:

IAP < 1 – Empreendimentos adversos e/ou mal definidos sob o ponto de vista ambiental;

IAP ≥ 1 – Empreendimentos benéficos e bem definidos sob o ponto de vista ambiental.

Quanto maior for o valor obtido pelo IAP, a partir da unidade, tanto mais benéfico e melhor definido será o empreendimento analisado.

#### 4.2 – AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

Os impactos ambientais decorrentes da implantação e operação da Barragem Melancia são apresentados na matriz de avaliação (**Desenho 09/09 nos Anexos**), distribuídos segundo as áreas de influência do empreendimento. Foi considerada, ainda, a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas, embora estas não constem no projeto original, tendo sido inseridas na matriz para fins de análise.

Os resultados obtidos nas avaliações setoriais do projeto original são apresentados no **Quadro 4.1**, enquanto que os resultados para a versão do projeto considerando a incorporação das medidas de proteção ambiental (MPA's) recomendadas pode ser visualizado no **Quadro 4.2**.

Para a área de influência direta o Índice de Avaliação Ponderal (IAP) atingiu apenas 0,5392, demonstrando ser o projeto desfavorável para esta área. Esta situação, no entanto, pode ser revertida com a adoção das MPA's recomendadas, que conseguem elevar o valor deste índice para 1,1744.

Analisando os valores do IAP segundo os meios, verifica-se que a maior incidência de impactos adversos incidentes sobre a área de influência indireta recai sobre os meios abiótico e biótico, cujos valores dos seus IAP's estão posicionados bastante abaixo da unidade (Meio Abiótico – IAP = 0,3355 e Meio Biótico – IAP = 0,3559). O meio antrópico, por sua vez, apresenta resultados bastante próximos da unidade (IAP = 0,8727).

A incorporação das medidas de proteção ambiental ao projeto consegue elevar o valor do Índice de Avaliação Ponderal do meio antrópico para 1,1336. Os meios abióticos e biótico, também, conseguem reverter as adversidades passando o valor do IAP do meio abiótico para 1,1706, enquanto que o meio biótico tem o valor de seu IAP elevado para 1,2371.

Os resultados obtidos revelam que para a área de influência direta, o projeto original após a incorporação das medidas mitigadoras se torna favorável sob o ponto de vista ambiental, o que não é típico deste tipo de empreendimento. Com efeito, na construção de barragens o meio antrópico é geralmente muito penalizado dado à inundação de uma grande extensão de área e conseqüente o desalojamento de seu contingente populacional e paralisação das atividades econômicas aí desenvolvidas, o que torna relativamente baixo o valor do IAP da área como um todo.

No caso específico da Barragem Melancia tal prerrogativa não se aplica, já que a quase totalidade dos solos a serem submersos não é propícia ao uso agrícola, não resultando, portanto, na paralisação de atividades econômicas significativas. Além disso, será requerida apenas a relocação de 20 famílias e boa parte destas poderá ser relocada nas áreas remanescentes das propriedades.

No que se refere ao meio natural, com o enchimento do reservatório a região terá um aumento bastante significativo na disponibilidade de recursos hídricos, o que contribui para eliminação dos problemas causados pelas estiagens prolongadas. Será, também criado um amplo habitat para a fauna aquática.

Quadro 4.1 (1/1) – pagina 107

Quadro 4.2 (1/1) – pagina 108

Ressalta-se, ainda, que a maior parte dos impactos adversos que recaem sobre a área de influência direta apresentam importância pouco significativa e duração restrita a etapa de implantação das obras. Além disso, apresenta em termos espaciais uma maior concentração nas áreas de entorno da praça de obras e das jazidas de empréstimo.

Para a área de influência indireta o valor do IAP calculado para o projeto original encontra-se ligeiramente acima da unidade (IAP = 1,0606). A análise efetuada para os meios abiótico e biótico desta área revela que estes recebem uma carga significativa de impactos adversos (Meio Abiótico – IAP = 0,4592 e Meio Biótico – IAP = 0,2552). Em contrapartida, o seu meio antrópico é contemplado com uma elevada carga de benefícios (IAP = 2,2927), fazendo com que haja uma certa compensação entre as adversidades e benefícios aí incidentes, o que explica o valor do IAP obtido para a análise da área como um todo.

Assim sendo, para a área de influência indireta o projeto original já se apresenta favorável sem a adoção das medidas mitigadoras recomendadas, com o valor do IAP desta área elevando-se para 2,3389, após a incorporação destas medidas, demonstrando ser a implantação do empreendimento viável para esta área. Tal resultado encontra-se associado a grande incidência de impactos benéficos sobre o meio antrópico (IAP = 4,1335). Os meios abiótico e biótico, também, serão beneficiados com a adoção das medidas mitigadoras, passando a apresentar valores do IAP iguais a 1,1186 e 1,5304, respectivamente.

Quanto à análise global do projeto da Barragem Melancia, que considera o conjunto formado pelas áreas de influência direta e indireta deste empreendimento, os resultados obtidos são apresentados no **Quadro 4.3**. Observa-se que o projeto original apresenta um valor do IAP um pouco abaixo da unidade (IAP = 0,7730), revelando que o projeto não contempla em seu escopo ações voltadas para a reparação dos impactos adversos decorrentes de sua implantação e operação. Com a incorporação das medidas de proteção ambiental preconizadas, o valor do IAP eleva-se para 1,7012, tornando o projeto viável embora este apresente um nível de indefinições ainda bastante alto (7,26%).

Simulações empreendidas considerando a conversão de 50,0% do peso de indefinições em acréscimos ao peso dos benefícios, apresentam resultados bastantes satisfatórios elevando o valor do IAP para 1,9948. Quando se considera uma conversão de 100,0% do peso de indefinições em peso de benefícios, o empreendimento passa então a apresentar um valor do IAP da ordem de 2,3602.

Quadro 4.3 (1/1) pagina 110

Em síntese, a implantação e operação do projeto da Barragem Melancia resulta numa grande geração de impactos adversos incidentes, principalmente, sobre o meio natural, já que o meio antrópico da área de influência direta é representado por um contingente populacional relativamente reduzido e que as atividades econômicas aí desenvolvidas são pouco significativas, os quais podem ser mitigados ou até absorvidos com a incorporação das medidas recomendadas.

#### 4.3 – DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

##### **4.3.1 – Impactos sobre o Meio Abiótico**

Durante a implantação das obras de engenharia os impactos negativos incidentes sobre o meio abiótico da área de influência direta estão em geral associados aos desmatamentos localizados e as terraplenagens requeridos. Haverá geração de poeiras e ruídos, em larga escala, decorrentes do intenso tráfego de máquinas e veículos pesados e do uso de explosivos nas escavações da fundação da barragem e do seu vertedouro. Serão, também, desencadeados processos erosivos com conseqüente carreamento de sedimentos para o riacho Melancia durante o período chuvoso, causando assoreamento e turbidez.

A exploração das jazidas de empréstimos, por sua vez, resultará na erradicação da cobertura vegetal de suas áreas, o que aliado ao seu decapeamento contribuirá para o desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente assoreamento e turbidez dos cursos d'água periféricos por ocasião do período chuvoso. Provocará, ainda, uma diminuição das taxas de recarga dos aquíferos e haverá riscos de solapamento dos taludes das cavas de jazidas de material terroso e dos areais. Haverá, ainda, produção de poeiras e ruídos numa escala relativamente elevada decorrentes do uso de explosivos na pedreira e dos grandes movimentos de terra nas jazidas de material terroso e nos areais. A operação da central de britagem, também, provocará poeira e ruídos numa escala considerável.

A erradicação da cobertura vegetal da área da bacia hidráulica do reservatório deixará o solo desnudo contribuindo para o desencadeamento de processos erosivos e conseqüente assoreamento e turbidez dos cursos d'água periféricos durante o período chuvoso. Estes impactos, no entanto, podem ser considerados pouco relevantes, visto que com o enchimento do reservatório esta área será submersa. Haverá uma redução das taxas de infiltrações das águas pluviais, com conseqüente queda na recarga dos aquíferos. Serão, também, produzidas poeiras e ruídos, em larga escala, já que a área da bacia hidráulica do reservatório apresenta cerca de 77,0% da sua cobertura vegetal preservada.

Em contrapartida, o desmatamento da bacia hidráulica do reservatório evitará a eutrofização da água represada decorrente do apodrecimento da vegetação, caso esta fosse submersa, garantindo assim a sua qualidade.

Quanto a possível presença de sítios paleontológicos na área de influência direta do reservatório, não foram identificadas evidências da ocorrência deste tipo de patrimônio nos levantamentos de campo efetuados. Além disso, os municípios de São Luís do Curu, Pentecoste e São Gonçalo do Amarante não contam com registros de sítios paleontológicos efetuados pelos órgãos competentes em seus territórios.

Ressalta-se, no entanto, que a experiência indica que a ocorrência de fósseis é mais comum nas várzeas dos cursos d'água. Assim sendo, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos mais detalhados antes do início das obras, de modo a evitar a destruição de evidências caso elas ocorram na área de interesse do estudo.

Quanto à perda de solos agricultáveis, com a formação do reservatório serão submersos 492,0 ha de solos, sendo que boa parte destes são pouco propícios a exploração agrícola, apresentando limitações como presença de cascalho e plinthite na massa do solo e drenagem imperfeita no caso dos Argissolos e Plintossolos. Estes últimos apresentando, ainda, baixa fertilidade natural e excessiva acidez. Os Planossolos, por sua vez, apresentam elevados teores de sais nos horizontes subsuperficiais e problemas de encharcamento/fendilhamento, enquanto que os Neossolos Flúvicos apresentam riscos de inundações durante o período chuvoso.

Ressalta-se, ainda, que como a Barragem Melancia conta com a presença de solos salinos na sua bacia de contribuição (Planossolos Nátricos Sálícos) como terceiro elemento da associação de solos aí presente, haverá riscos médios de salinização da água represada. Assim sendo, o manejo do reservatório deve ser efetuado levando em conta as vazões afluentes e a necessidade de redução do tempo de residência da água na represa para evitar a salinização.

O meio abiótico será afetado, ainda, com a redução temporária das vazões escoadas no riacho Melancia durante a estação chuvosa por ocasião da implantação das obras de engenharia. Com o enchimento do reservatório haverá riscos de elevação do lençol freático e de formação de charcos na área de entorno, não sendo esperado, contudo, elevações excessivas uma vez que o reservatório encontrar-se predominantemente assente sobre o embasamento cristalino. Haverá, ainda, diminuição do aporte anual de sedimentos nas planícies de inundação das áreas ribeirinhas de jusante, que passarão a não ter os nutrientes dos solos renovados naturalmente.

Haverá, também, riscos de desencadeamento de processos erosivos nas áreas de várzeas a jusante do reservatório, já que a retenção de sedimentos pelo eixo do barramento fornecerá para jusante uma água limpa e de elevado potencial erosivo. Poderá vir a ocorrer aporte de sedimentos as bombas que irão captar águas no trecho de jusante, provocando entupimentos.

Com a formação do reservatório haverá aumento na disponibilidade de recursos hídricos superficiais na Bacia do Curu decorrente da presença física do reservatório e da perenização do riacho Melancia, possibilitando o reforço no suprimento hídrico a do distrito de Croatá e o abastecimento da população ribeirinha de jusante.

Haverá, ainda, o desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada nas áreas ribeirinhas de jusante, da piscicultura extensiva e da pesca no reservatório, além da dessedentação animal. O fornecimento de vazão regularizada para o atendimento dos diferentes usos múltiplos do reservatório permitirá a renovação periódica da água represada, garantindo a manutenção da sua qualidade.

Deve-se atentar, ainda, que o desenvolvimento da irrigação difusa certamente provocará um aumento no consumo de agrotóxicos, com riscos de poluição dos recursos hídricos nas áreas ribeirinhas de jusante. Como forma de se contornar este impacto, deverá ser difundido junto aos produtores técnicas sobre o uso e manejo correto de agrotóxicos, bem como de métodos alternativos de controle de pragas.

Já o reforço no abastecimento d'água do distrito de Croatá, poderá vir a resultar em aumento na poluição dos recursos hídricos decorrente do aumento do lançamento de efluentes sanitários a céu aberto ou a sua canalização para os cursos d'água, caso não seja implantado um sistema de esgotamento sanitário neste núcleo urbano. Quanto aos riscos de poluição das águas da Barragem Melancia pelo aporte de efluentes sanitários e industriais, estes podem ser considerados nulos já que este reservatório não conta com núcleos urbanos posicionados na sua bacia de contribuição.

Com relação à possibilidade de poluição das águas da Barragem Melancia pelo aporte de resíduos de agrotóxicos, estes são atualmente praticamente inexistentes, já que não foi contata a presença de áreas irrigadas na bacia de contribuição deste reservatório.

Quanto aos riscos de ocorrência de interferência hidrológica com outros reservatórios, estes não existem visto já que a Barragem Melancia não conta com grandes reservatórios posicionados a montante ou a jusante da sua bacia hidráulica. Em outras palavras, a Barragem Melancia não recebe afluições significativas de

vertimentos de reservatórios posicionados a montante e os seus próprios vertimentos não podem ser armazenados a jusante.

Quanto aos riscos de sismicidade induzida, apesar da Barragem Melancia contar com áreas com registros de sismos posicionadas a menos de 100,0 km do eixo do barramento (São Luís do Curu - 5,0 km, Caucaia/BR-020 - 47,5 km, Irauçuba - 60,0 km, Maranguape - 62,5 km, Palmácia - 67,5 km, Canindé e Guaiúba/Itacima (75,0 km cada) e Baturité (85,0 km)), acredita-se que os riscos de sismicidade induzida podem ser considerados pouco significativos. Com efeito, além da referida barragem se constituir num reservatório de médio porte, com baixa coluna d'água e encontrar-se posicionada sobre o embasamento cristalino, no seu projeto foram adotados os coeficientes de segurança recomendados na análise de estabilidade, que considera no seu cálculo a simulação de um abalo sísmico.

#### **4.3.2 – Impactos sobre o Meio Biótico**

Durante a implantação do empreendimento, o impacto mais agressivo que atinge o meio biótico encontra-se relacionado ao desmatamento da bacia hidráulica do reservatório. Com efeito, a erradicação da vegetação resultará em perdas no patrimônio florístico e genético da flora e em degradação do habitat da fauna, com o que pode resultar extinção de algumas espécies nativas, alterando a composição da fauna local.

Ressalta-se que a cobertura vegetal da área da bacia hidráulica da Barragem Melancia apresenta-se relativamente degradada pela ação antrópica, sendo esta ação mais intensa ao longo das várzeas do riacho Melancia, onde os solos são intensivamente cultivados com culturas de subsistência e capineiras. Nas terras altas os desmatamentos apresentam-se esparsos, estando associados a formação de pastos, ao extrativismo da lenha e a pequenos cultivos agrícolas. Observa-se a ocorrência relativamente significativa de capoeiras de caatinga de porte arbustivo e de campos de macegas, revelando o abandono de áreas agrícolas após a exaustão do solo, prática bastante comum na região.

No que se refere à fauna, esta se apresenta composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis, os quais apresentam-se pouco diversificados. Não foram constatados endemismos na composição da flora ou da fauna, e o empreendimento não irá interferir em áreas de unidades de conservação.

A fauna expulsa da área da bacia hidráulica do reservatório pela operação de desmatamento migrará para a região circunvizinha onde irá competir com a fauna aí existente por alimento. Haverá, também, migração de animais peçonhentos e o

afastamento de algumas espécies de pássaros contribuirá para o aumento da população de insetos, alguns dos quais são vetores de doenças ou pragas agrícolas. Já o carreamento de sedimentos para os cursos d'água causando assoreamento e turbidez, contribuirá para perturbar os hábitos da fauna aquática.

Durante a implantação das obras os desmatamentos e movimentos de terra requeridos aliado à exploração de jazidas de empréstimos provocarão danos à cobertura vegetal, com conseqüente destruição do habitat da fauna. O bioma aquático será prejudicado pelo aumento da turbidez, bem como pela interrupção temporária do escoamento natural do riacho Melancia durante a implantação das obras.

Por outro lado, após a conclusão das obras o eixo do barramento passará a se constituir numa barreira física a migração dos peixes para as cabeceiras do riacho Melancia no período de desova, com prejuízos a reprodução de algumas espécies.

As estradas de serviços construídas interceptarão os caminhos preferenciais da fauna expondo-a a caça predatória e aos riscos de atropelamentos. Além disso, o intenso tráfego de máquinas e veículos pesados e o uso de explosivos na exploração da pedreira e nas escavações da fundação da barragem perturbará os hábitos da fauna.

A relocação de habitações para as áreas remanescentes das propriedades para reassentamento das famílias atingidas resultará em desmatamentos pontuais em áreas esparsas.

Por fim, com o enchimento do reservatório será formado um amplo habitat para o bioma aquático. Ressalta-se, no entanto, que algumas espécies não irão se adaptar a alteração do regime hídrico de lótico (água corrente) para lântico (água parada), podendo ocorrer uma redução da ictiofauna, razão pela qual é importante que seja efetivado o peixamento do reservatório. Além disso, o reforço do suprimento hídrico do distrito de Croatá permitirá a renovação periódica da água represada, preservando a sua qualidade, o que terá reflexos positivos sobre o bioma aquático.

#### **4.3.3 – Impactos sobre o Meio Antrópico**

Durante a execução da pesquisa de campo, a divulgação de que seria construída uma barragem na região foi bem aceita por 92,4% dos entrevistados, que alegam que o aumento da disponibilidade de recursos hídricos na região irá favorecer o desenvolvimento das atividades agropecuárias. Além disso, alegam que será garantido o suprimento hídrico para o gado durante os períodos de estiagens mais prolongadas. Outros alegaram que, desde que o açude foi inventariado pelo DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas os proprietários deixaram de investir nas

propriedades rurais e a economia da área ficou estagnada. Desta forma, segundo eles é melhor para todos, que o açude seja construído o mais rápido possível.

O número de entrevistados contrários à implantação do reservatório perfaz apenas 7,6%, estando estes representados por proprietários que temem que os valores das indenizações não sejam condizentes com o valor dos bens desapropriados e os moradores que temem perder seus empregos e conseqüentemente as casas de moradia.

Quanto à desapropriação de terras, esta resultará na desapropriação total ou parcial do território de 52 propriedades rurais, e na conseqüente mobilização de um contingente populacional formado por 20 famílias que residem na área da bacia hidráulica do futuro reservatório, das quais seis são famílias de proprietários residentes nos lotes, cinco são famílias de moradores com benfeitorias e nove são famílias de moradores sem benfeitorias.

Quanto à medida que será adotada pela SRH para o reassentamento da população desalojada, das seis famílias de proprietários residentes na área desapropriada, quatro conta com valores elevados das indenizações por terras e benfeitorias, devendo efetuar o seu próprio reassentamento e apenas duas famílias de proprietários receberão ajuda de custo para efetuar o autoreassentamento. Das 14 famílias de moradores que devem ser contempladas pelo Projeto de Reassentamento, 12 optaram por receber ajuda de custo para efetuarem o autoreassentamento e as outras duas contam com valores das indenizações por benfeitorias elevados, o que permite que estes efetuem o autoreassentamento.

Para os autoreassentamentos efetuados nas áreas remanescentes das propriedades a política de reassentamento posta em prática pela SRH preconiza que devem ser examinados o tamanho da área remanescente, os tipos de solo, a declividade do terreno e outros fatores que influenciam na produtividade, de modo a assegurar que cada família consiga um nível de produção.

Poderá vir a ocorrer abalos ou até mesmo ruptura de relações familiares e sociais, sendo gerada uma certa tensão social face às incertezas criadas pelo processo desapropriatório, já que diversos proprietários temem que os valores a serem pagos pelas indenizações não sejam compatíveis com os valores dos bens perdidos.

Além disso, o reassentamento da população envolve questões emocionais e de ordem cultural, de modo que mesmo um projeto de reassentamento elaborado considerando as normas técnicas pode ser rejeitado pela população. Visando reduzir estes riscos a Política de Reassentamento posta em prática pela SRH já considera em

seu bojo a participação ativa da população desalojada na elaboração do projeto de reassentamento.

Quanto às atividades econômicas paralisadas, a economia da área está centrada na agricultura com destaque para a exploração da castanha do caju, cultura que responde por 70,7% da renda agrícola da região. Entretanto pode-se afirmar que o impacto causado pela paralisação desta atividade não será muito significativo já que apenas 34,6% (18 propriedades) das 52 propriedades rurais desapropriadas terão parte de seus cajueirais submersos. No restante da área a ser submersa predomina a exploração pecuária, a agricultura de subsistência e o extrativismo da carnaúba. Pode-se afirmar, portanto, que não haverá queda significativa na arrecadação tributária.

A infra-estrutura privada que será desativada, também, atinge pouca monta, estando restrita a habitações, cercas, currais, depósitos, pocilgas, etc. Não haverá desemprego significativo da mão-de-obra, uma vez que a atividade pecuária poderá continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades. Quanto à infraestrutura de uso público atingida, esta se encontra restrita a uma escola municipal, trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e trechos de rede elétrica de baixa tensão.

Durante a implantação das obras, as cidades de São Luís do Curu e Pentecoste, localizadas nas proximidades da área do projeto, terão suas funções econômicas e sociais afetadas principalmente pela chegada do contingente obreiro com seus costumes e com um maior poder aquisitivo do que a população nativa. Dentre os impactos que poderão vir a ocorrer cita-se:

- Haverá geração de mini-inflação devido ao aumento da demanda por bens e serviços na região, prejudicando a população local;
- Crescimento do comércio informal no entorno do canteiro de obras, principalmente, nos dias próximos ao pagamento dos salários;
- Ocorrência de choques culturais entre os costumes da população local e os novos costumes trazidos pelo contingente obreiro;
- Interferência no mercado de trabalho com evasão da mão-de-obra de outros setores da economia, decorrentes da oferta de empregos para mão-de-obra não qualificada com salários superiores aos vigentes na região. Merece ressalva, o fato deste impacto não ser muito significativo visto que a região apresenta um elevado contingente de mão-de-obra desempregada;

- Reativação da economia regional devido aos pagamentos de salários; a compra de material de construção; de explosivos; de gêneros alimentícios para a alimentação do contingente obreiro, etc.

Quanto aos problemas de saúde relacionados à implantação do projeto, estes estão associados aos riscos de acidentes envolvendo o contingente obreiro decorrentes do intenso tráfego de caminhões e máquinas pesadas; de solapamento de taludes de valas durante as explorações das jazidas de material terroso e do areal e do uso de explosivos durante a exploração da pedreira e as escavações da fundação. Haverá, ainda, riscos de acidentes envolvendo animais peçonhentos, tanto para os trabalhadores engajados nas operações de desmatamento e manejo da fauna, como para a população residente nas áreas periféricas. Tudo isso poderá gerar sobrecarga sobre a infra-estrutura do setor saúde da região.

Com a implementação das operações de desmatamento da área da bacia hidráulica e de manejo da fauna serão gerados diversos empregos para mão-de-obra não qualificada. Haverá, ainda, a geração de empregos indiretos vinculados ao aproveitamento dos subprodutos dos desmatamentos (mel, lenha, mourões, carvão vegetal, etc.), com reflexos positivos sobre o comércio.

Com relação aos riscos de dilapidação do patrimônio arqueológico, os municípios de São Luís do Curu, Pentecoste e São Gonçalo do Amarante não contem, segundo informações do IPHAN e da SECULT, com o registro deste tipo de patrimônio nos seus territórios. Apesar disto, como a ocorrência de sítios arqueológicos encontra-se em geral associados a várzeas de cursos d'água deverá ser implementada a realização de estudos mais detalhados antes do início das obras.

Com a conclusão das obras haverá desemprego da mão-de-obra engajada no empreendimento, além de desaquecimento da economia local, com reflexos negativos sobre o nível de renda. Assim sendo, recomenda-se que o contingente obreiro e a população local sejam alertados desde o início da construção do empreendimento sobre o caráter temporário dos empregos ofertados e das atividades desenvolvidas.

A operação do reservatório contribuirá para a dinamização do setor primário da região através do desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada nas áreas ribeirinhas de jusante, o que além de proporcionar mais de uma safra por ano, permitirá o cultivo de culturas mais rentáveis no mercado (fruticultura). Haverá, ainda, a dessedentação animal e o desenvolvimento da piscicultura extensiva e da pesca no reservatório, o que requer o seu peixamento pela SRH e a conseqüente formação de colônias de pescadores.

A Barragem Melancia garantirá, ainda, o reforço no suprimento hídrico do distrito de Croatá, além do abastecimento d'água da população ribeirinha de jusante, o que terá reflexos sobre os padrões de saneamento básico vigentes, reduzindo a incidência de doenças de veiculação hídrica, bem como as taxas de mortalidade infantil.

Quanto à ocupação da mão-de-obra, haverá um incremento na oferta de empregos para trabalhadores rurais associados ao desenvolvimento da irrigação difusa, decorrentes do aumento da área cultivada e do plantio de mais de uma safra por ano, o que terá reflexos positivos sobre os níveis de renda, permitindo uma maior fixação do homem no campo. Haverá, ainda, geração de empregos associados às atividades de operação e manutenção do reservatório, nos quais deve-se sempre que possível engajar a própria comunidade local.

A descrição detalhada dos impactos ambientais passíveis de ocorrerem durante a implantação e operação do projeto da Barragem Melancia é apresentada no **Quadro 4.4** a seguir.

Quadro 4.4 (48 páginas – 120 até 168



## **5 – PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS**

### **5.1 – GENERALIDADES**

Com base nos impactos ambientais identificados foram definidas as medidas mitigadoras a serem implementadas, as quais tiveram suas diretrizes gerais aqui delineadas sob a forma de planos, devendo estas, posteriormente, ser detalhadas ao nível de projeto.

Os planos aqui apresentados são constituídos apenas por diretrizes gerais, devendo ser posteriormente convertidos em projetos específicos, adequados a realidade local. O **Quadro 5.1** apresenta a classificação das medidas mitigadoras sugeridas, bem como dos programas de monitoramento a serem implementados, sendo as diretrizes destes últimos apresentadas em capítulo específico do presente relatório.

Ficará sob a responsabilidade da SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos a elaboração e implementação das medidas mitigadoras e programas de monitoramentos recomendados. A supervisão da implantação dos projetos elaborados ficará a cargo da SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente, que poderá também contribuir através do fornecimento de orientação no desenvolvimento dos trabalhos a serem executados.

Antes da implementação de cada medida, é recomendável que a população residente na área de influência direta do reservatório seja informada sobre seus objetivos, bem como sobre as ações a serem desenvolvidas e qual será a sua repercussão sobre a qualidade de vida da região. Deve-se, também aproveitar o ensejo para estimular a população a exercer uma fiscalização ambiental de forma informal.

### **5.2 – ADOÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO**

#### **5.2.1 – Objetivos**

Durante a implantação de obras de engenharia são relativamente altos os riscos de acidentes com o contingente obreiro, requerendo o estabelecimento de regras rigorosas de segurança no trabalho.

Assim sendo, o programa ora proposto visa preservar a saúde e a integridade física dos operários engajados nas obras, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle dos riscos de acidentes existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, que possam causar danos ao contingente obreiro, a

Quadro 5.1 (1/1) – pagina 171

população periférica e/ou ao meio ambiente. Tem como público-alvo os trabalhadores engajados na implantação das obras pertinentes ao empreendimento.

## **5.2.2 – Estratégia de Ação**

### **5.2.2.1 – Regras Gerais**

Todo o pessoal que irá trabalhar na implantação das obras de engenharia deverá receber informações sobre as regras e procedimentos de segurança e um livreto sobre segurança. O pessoal recém-contratado deverá, também, ser submetido a testes de conhecimentos. A compreensão dos regulamentos de segurança deverá ser registrada com assinatura.

Será de responsabilidade dos coordenadores de turno supervisionar os funcionários para assegurar que os procedimentos corretos de trabalho estão sendo observados; assegurar que os equipamentos e máquinas estão em perfeito funcionamento; garantir a ordem e limpeza de seu setor de trabalho; comunicar informações sobre os riscos de acidentes e procedimentos de controle; consultar os operários sobre questões de segurança e saúde, e orientá-los quando necessário; e manter seu superior informado das questões de segurança e saúde. Deverão ser conduzidas regularmente inspeções de segurança local.

Deverão ser feitas advertências aos trabalhadores encontrados violando as regras de segurança, as quais serão anotadas e notificadas a seus superiores. Em caso de reincidência o trabalhador deverá ser removido da sua função. O superior (pessoa que deu instrução para levar a cabo um trabalho) sempre dividirá a responsabilidade de acordo com os regulamentos de segurança.

A responsabilidade dos demais funcionários consiste em relatar fatores ou situações que considerar de risco, bem como acidentes ocorridos a seu superior hierárquico direto; seguir todas as regras e procedimentos de sua tarefa, conforme treinamento ou orientações recebidos e utilizar equipamentos de proteção individual sempre que se fizer necessário.

Todo o pessoal que trabalha na área das obras deverá usar uma identificação emitida pela Empreiteira. Este distintivo deverá conter a fotografia do empregado, número de inscrição, nomes do empregador e do empregado e a categoria do trabalhador.

Os funcionários deverão receber treinamentos de forma a assegurar que todos estejam informados sobre os materiais e equipamentos com os quais estão trabalhando. O treinamento deverá ser ministrado pelo responsável do setor onde

atuará ou por pessoa designada para esta função. Os treinamentos deverão versar sobre procedimentos de trabalho seguro, que protejam os funcionários contra exposições aos riscos de acidentes; uso de equipamentos de proteção individual e como mantê-los em boas condições; primeiros socorros e procedimentos em casos de acidentes de trabalho. Deverá ser ministrado, no mínimo, treinamento para os novos empregados; por ocasião de atribuições de novas tarefas; quando novos procedimentos ou equipamentos forem introduzidos no local de trabalho e quando um novo equipamento de proteção individual for utilizado.

A Empreiteira deverá dotar o canteiro de obras com instalações de primeiros socorros, as quais deverão ser localizadas próximas a entrada principal, sendo dotada com uma sala de tratamento, um armário para materiais médicos, lavatório e instalações sanitárias, provisão apropriada de instrumentos médicos e medicamentos.

A Empreiteira deverá cumprir fielmente o estabelecido na legislação nacional no que concerne à segurança (inclusive nesta cláusula a higiene do trabalho), bem como obedecer a todas as normas apropriadas e específicas para a segurança de cada tipo de serviço.

A empreiteira deverá efetuar ainda um levantamento prévio das condições da infra-estrutura local do setor saúde, de modo a agilizar o atendimento médico dos operários, no caso de ocorrerem acidentes. Em caso de acidentes de trabalho a Empreiteira deverá prestar todo e qualquer socorro imediato às vítimas; paralisar imediatamente as obras ou atividades na sua circunvizinhança, a fim de evitar a possibilidade de mudanças das circunstâncias relacionadas com o acidente; solicitar imediatamente o comparecimento da autoridade competente ao local da ocorrência, relatando o fato.

#### 5.2.2.2 – Fase de Implantação das Obras

A Empreiteira deverá educar e orientar os trabalhadores a seguirem regras de segurança do trabalho, conscientizando sobre os riscos inerentes a determinados tipos de serviços, além de estimular o interesse dos trabalhadores pelas questões vinculadas a prevenção de acidentes. Para tanto deverá ministrar palestras ilustrativas, objetivando assim evitar prejuízos econômicos e a perda de vidas humanas. Dentre as normas a serem adotadas com relação à segurança figuram:

- Dotar os operários com ferramentas e equipamentos apropriados para cada tipo de serviço, os quais devem estar em perfeitas condições de uso;

- Dotar os operários de equipamentos de proteção individual apropriado para cada tipo de serviço: capacetes, óculos, luvas, botas, capas, abafadores de ruídos, cintos de segurança, etc., e tornar obrigatório o seu uso;
- Instruir os trabalhadores a não deixarem ferramentas em lugares ou posições inadequados, advertindo-os para que pás, picaretas, e outras ferramentas não permaneçam abandonadas sobre montes de terras, nas bordas de valas, sobre escoramentos, ou qualquer outro local que não seja o almoxarifado, nem mesmo durante a hora do almoço;
- Evitar o mau hábito de deixar tábuas abandonadas sem lhes tirar os pregos. São comuns os registros de problemas de saúde devido à infecção por tétano, causados por acidentes envolvendo pregos oxidados;
- Zelar pela correta maneira de transportar materiais e ferramentas;
- Evitar o uso de viaturas com freios em más condições, ou com pneus gastos além do limite de segurança, pois podem advir perdas de vidas por atropelamentos ou batidas;
- Alertar sobre o risco de solapamento de taludes das cavas de jazidas, podendo ocorrer soterramento, com perdas de vidas humanas;
- Seguir rigorosamente as normas definidas pelo Exército para o armazenamento, transporte e manuseio de explosivos;
- Estabelecimento de sinalização de trânsito nas vias de serviços, na estrada de acesso à área do empreendimento e nos pontos de intersecção com outras vias, de modo a evitar acidentes com veículos;
- Efetuar a estocagem de material e de ferramentas nos depósitos de tal maneira que permita a perfeita circulação no almoxarifado, sem se contundir. Deve-se evitar ferramentas sobrando das prateleiras e quando isso for impossível, deve-se adotar uma precaução mínima de segurança através de placas, bandeiras ou qualquer outro sinal indicativo.

A empreiteira deve manter os operários sempre vacinados contra doenças infecciosas, tais como tétano e febre tifóide. E alertá-los a efetuarem, após o serviço, a higiene pessoal com água e sabão em abundância, como forma de combater as dermatoses.

Quanto às regras de tráfego, todos os veículos deverão estacionar em áreas próprias, fora do local das obras, exceto os veículos utilizados nos trabalhos de construção. Para acesso ao local das obras todas as pessoas deverão usar exclusivamente as entradas designadas. Todos os motoristas deverão obedecer o limite de velocidade indicado, que será de, no máximo, 20 km/h, nos acessos as áreas da obra e das jazidas de empréstimo. Deverão ser instalados sinais com os limites de velocidade ao longo de todas as vias de acesso à construção. Todos os veículos e equipamentos motorizados só deverão ser operados por pessoas qualificadas, os quais serão testados e receberão certificados para operar os equipamentos para os quais forem designados.

A Empreiteira deverá manter livre o acesso aos equipamentos contra incêndio e aos registros situados no canteiro de obras, a fim de poder combater eficientemente o fogo na eventualidade de incêndio, ficando expressamente proibida a queima de qualquer espécie de material no local das obras.

No canteiro de obras a Empreiteira deverá manter diariamente, durante 24 horas, um sistema eficiente de vigilância, efetuado por um número apropriado de homens idôneos, devidamente habilitados e uniformizados, munidos de apitos e eventualmente de armas, com o respectivo porte, concedido pelas autoridades competentes. Deverá ser proibida a entrada no canteiro de obras de pessoas estranhas ao serviço, a não ser que estejam autorizadas pela SRH ou pela Empreiteira.

#### 5.2.2.3 – Custos e Cronograma de Implantação

A implementação desta medida ficará a cargo da Empreiteira. Tendo em vista que se trata de uma exigência da legislação trabalhista, a implementação desta medida não incorrerá em ônus para o empreendimento ora em pauta. Esta medida deverá ter sua implementação iniciada um mês antes do início das obras e perdurarem durante todo o tempo de execução das obras.

### 5.3 – PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS E PALEONTOLÓGICOS

#### 5.3.1 – Generalidades

O Estado do Ceará conta com diversas ocorrências de sítios arqueológicos distribuídos pelo seu território, não sendo estes, ainda, muito estudados. Em contrapartida, o patrimônio paleontológico do Estado é relativamente bem estudado, tanto por equipes locais, como de outros estados e até mesmo do exterior.

O patrimônio arqueológico representado por vestígios de pinturas e gravuras rupestres, esqueletos humanos, carvão, cerâmicas, ferramentas líticas e sambaquis constitui um referendo a passagem do homem pré-histórico pelo território cearense. Têm sua localização, em geral, associada a cavernas, abrigos sob rochas, dunas, terraços fluviais, leitos de rios e tanques naturais.

O patrimônio paleontológico, por sua vez, representados por fósseis de animais, tem ocorrência associada a cavernas, tanques naturais, lagoas e depósitos fluviais, ocorrendo principalmente nas áreas das bacias sedimentares. Constituem exceção os jazigos fossilíferos de idade quaternária.

Na região onde será implantada a Barragem Melancia não há registro, pelo IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional ou pelo DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, da presença de sítios arqueológicos e paleontológicos. Entretanto, toda e qualquer área escolhida para a implantação de obras hidráulicas pode ser considerada como de alto potencial arqueológico e paleontológico. Com efeito, a experiência indica que as áreas periféricas aos cursos d'água, numa faixa de 500 m de cada margem, apresentam elevados níveis de ocorrência de artefatos pré-históricos por se constituírem em áreas preferenciais para assentamentos humanos, dado a oferta de água e de alimentos, bem como de material para a fabricação de instrumentos líticos. O patrimônio paleontológico, por sua vez, é mais encontrado nas várzeas e nas calhas dos cursos d'água.

Diante do exposto, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos científicos voltados para a identificação e resgate de patrimônios arqueológico e paleontológico nas áreas de implantação das obras, da bacia hidráulica do reservatório e das jazidas de empréstimos.

### **5.3.2 – Identificação de Vestígios Históricos, Arqueológicos e Paleontológicos**

O procedimento de campo constitui em percorrer extensivamente a área de influência direta do empreendimento, procurando realizar uma primeira investigação de seu ambiente físico e dos vestígios históricos, arqueológicos e paleontológicos presentes. O objetivo não é esgotar as possibilidades de pesquisas na área, mas antes detectar a natureza e variedade de seus sítios, sua distribuição, e ainda, uma estimativa da intensidade de sua ocupação.

Procurando maximizar o tempo disponível, os sítios deverão ser inicialmente reconhecidos através da presença de material em superfície, sem escavações ou outras abordagens de maior detalhe. Para cada sítio identificado deverá proceder-se o preenchimento de uma ficha de cadastro, contendo dados de localização, proprietário

do terreno, tamanho do sítio, tipologia da vegetação, materiais arqueológicos associados, estado de conservação, possibilidades de destruição, pesquisa realizada, data do registro e equipe.

Deverá ser procedida a coleta total do material de superfície detectado, sendo este separado conforme seu tipo (cerâmico, lítico, ósseo, etc.) e acondicionado em embalagens apropriadas, devidamente etiquetadas. Concluído os trabalhos de campo, serão desenvolvidas diferentes atividades de laboratório, envolvendo o processamento e análise dos materiais e informações coletadas.

O processamento do material deverá envolver a lavagem das peças, que passarão a serem individualmente numeradas. Dá-se, então, início à análise do material coletado propriamente dita, quando as coleções de cada sítio serão manuseadas, obtendo-se dados sobre seus principais atributos, de modo a permitir uma caracterização dos mesmos.

### **5.3.3 – Salvamento do Patrimônio Histórico, Arqueológico e Paleontológico**

O programa ora proposto tem como objetivo o delineamento das ações de salvamento que necessitam serem desenvolvidas nos sítios eventualmente identificados nos estudos preliminares. Estes sítios podem apresentar diferentes níveis de conservação e complexidade, devendo receber, conseqüentemente, diferentes níveis de tratamento.

Com base nos estudos preliminares efetuados deverão ser executadas prospecções nas áreas dos sítios identificados através da realização de escavações para aqueles que apresentam elevado potencial informativo acerca de características funcionais e de uso do espaço. Os demais sítios deverão receber diferentes níveis de complementação dos trabalhos anteriormente efetuados (abertura de poços-teste e/ou trincheiras para verificar estratigrafia e densidade, delimitação da área de assentamento, etc.).

Deverão ser engajados nesta atividade profissionais das áreas de arqueologia e paleontologia, devidamente habilitados, os quais deverão contar com a autorização do IPHAN e do DNPM, respectivamente.

Em paralelo às ações de salvamento deverá ser dada continuidade aos trabalhos de prospecção, na forma de varreduras sistemáticas baseadas em testes de sub-superfície. Novos sítios que venham a serem identificados deverão ser avaliados e resgatados da maneira mais adequada e conveniente.

Ressalta-se que, mesmo com a efetuação de prospecções na área de influência direta das obras, sempre é possível a descoberta ao acaso de uma nova ocorrência, principalmente nas atividades que envolvem movimentação de terra, como escavações e terraplenagem. Nesse caso, o procedimento necessário consiste na paralisação parcial das atividades naquele local até a chegada dos profissionais especializados para o resgate do material, dentro de critérios científicos.

Levantamentos arqueológicos devem ser desenvolvidos também na área de influência indireta do empreendimento. Neste caso, entretanto, deverão ser feitas apenas prospecções extensivas, com cadastro dos sítios que foram identificados. Não deverão merecer, entretanto, maiores estudos em profundidade, como abertura de trincheiras, escavações, etc., já que não serão diretamente impactados pelo empreendimento.

Por fim, uma outra forma de minimizar os impactos é através da divulgação dos resultados da pesquisa, de forma a valorizar o patrimônio. Isto se daria através da publicação do relatório final dos trabalhos, na forma de um documento de acesso ao grande público e à comunidade técnico-científica.

Após encerramento dos trabalhos de campo, deverá, então, ser solicitado o documento de liberação de área junto ao IPHAN. A definição do cronograma de salvamento deverá considerar o próprio cronograma de execução das obras, organizando antecipadamente as atividades de modo a evitar, de um lado, atrasos no cronograma do empreendedor e, de outro, a destruição das evidências arqueológicas.

#### **5.3.4 – Guarda do Material Coletado**

O material resgatado nos levantamentos de campo deverá ser encaminhado para instituições científicas apropriadas, visando seu armazenamento e disponibilidade para pesquisa. No caso do material paleontológico, a instituição mais capacitada no Estado do Ceará para o resgate e guarda de coleções de mamíferos fósseis ou outro achado, é o ICCN - Instituto Cearense de Ciências Naturais.

Já no caso do material arqueológico, além do próprio ICCN, há também a UECE – Universidade Estadual do Ceará através do Núcleo de Estudos Etnológicos e Arqueológicos. Nessas instituições deverá, se possível, ser implantado um Ecomuseu para guarda, proteção e exposição da coleção resgatada. Outra instituição que pode apoiar tecnicamente, tanto o inventário e salvamento, quanto à guarda do material é a UFC - Universidade Federal do Ceará.

A responsabilidade pelo desenvolvimento das atividades concernentes ao salvamento do patrimônio histórico, arqueológico e paleontológico deverá ser da SRH,

ficando a regulamentação e fiscalização a cargo do IPHAN, no caso dos achados históricos e arqueológicos, e do DNPM, no caso dos achados paleontológicos. Os custos a serem incorridos com esta medida foram orçados em R\$ 50.000,00, a preços de julho de 2004.

## 5.4 – PLANO DE RECONSTITUIÇÃO PAISAGÍSTICA DAS ÁREAS DO CANTEIRO DE OBRAS E DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO

### 5.4.1 – Generalidades

As áreas do canteiro de obras e das jazidas de empréstimos sofrerão alterações da paisagem natural com comprometimento da cobertura vegetal, da fertilidade dos solos e da topografia original. Além disso, haverá desencadeamento de processos erosivos com conseqüente assoreamento dos cursos d'água e geração de poeiras e ruídos provocados pelas máquinas e pelo uso de explosivos.

Assim sendo, faz-se necessário à implementação de projetos de recomposição paisagística destas áreas, devendo estas ações protecionistas ser adotadas desde o início da implantação do empreendimento, através da incorporando no processo construtivo de medidas como: redução dos desmatamentos operacionais ao mínimo necessário, disposição adequada dos resíduos sólidos do canteiro de obras, dotação de infra-estrutura de esgotamento sanitário no canteiro de obras e campanhas de esclarecimentos junto aos trabalhadores sobre a prevenção de doenças de veiculação hídrica, entre outras.

São apresentadas a seguir as diretrizes necessárias à concepção e efetivação das medidas de controle das explorações minerárias, e reabilitação das áreas exploradas, das áreas de expurgo e do canteiro de obras.

### 5.4.2 – Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos

#### 5.4.2.1 – Localização e Caracterização Geológica/Geotécnica das Jazidas de Empréstimo

Os recursos minerais a serem explorados para utilização nas obras da Barragem Melancia são enquadrados na Classe II do Código de Mineração, sendo compostos basicamente por materiais terrosos, granulares e rochosos. Foram locadas quatro jazidas de material terroso (J-01 a J-04), dois areais (A-01 e A-02) e duas pedreiras (P-01 e P-02).

Apenas as áreas das jazidas J-01 e J-04, situadas respectivamente a 2,1 km e 100,0 m a montante do eixo do barramento, e do areal A-02, localizado a cerca de 300,0 m a montante do eixo, serão submersas com a formação do lago.

A jazida J-02 encontra-se posicionada a 1,7km a jusante do eixo do barramento, estando, portanto, fora da área da bacia hidráulica do reservatório. A jazida J-03 situa-se imediatamente a jusante do eixo, a cerca de 70,0m, estando fora da área a ser submersa. O Areal A-01 situa-se no leito do riacho Melancia a 800,0m do eixo do barramento.

O material pétreo será proveniente das duas pedreiras. A pedreira P-01 localiza-se fora da área da bacia hidráulica do futuro reservatório, a cerca de 895,0m a jusante do eixo barrável. A pedreira P-02 encontra posicionada a 990,0m a jusante da ombreira direita do barramento, fora da área a ser submersa, estando posicionada praticamente paralela a área da pedreira P-01.

#### 5.4.2.2 – Controle Ambiental na Atividade Mineral

##### Medidas a Serem Adotadas na Fase de Implantação

As atividades desenvolvidas na fase de implantação da lavra, tais como, abertura de vias de acesso, seleção de áreas para deposição de expurgos e decapeamento (remoção da camada de solo vegetal), devem obedecer determinadas normas sob pena de degradar o meio ambiente.

Deste modo, recomenda-se o aproveitamento das estradas vicinais existentes, sendo construídas apenas as vias de serviços imprescindíveis; a redução dos desmatamentos ao mínimo necessário; a umidificação das vias e a estocagem do solo vegetal retirado. Além disso, o percurso traçado para as vias de serviços deve evitar, ao máximo, atravessar áreas de reservas ecológicas.

Na operação de decapeamento, a camada de solo fértil deve, logo após o desmatamento, ser empilhada por trator de esteira e carregada em caminhões para as áreas de bota-foras, onde não haja incidência de luz solar direta, visando assim evitar a germinação das sementes que se encontram em estado de “dormência”. Recomenda-se, ainda, que a cobertura vegetal da capa de estéril só seja removida quando a máquina que efetua a remoção do capeamento estiver a 5 metros desta. Deve-se, também, evitar que o material da capa estéril caia nas estradas e áreas de serviços.

## Medidas a Serem Adotadas na Fase de Lavra

Na operação da lavra devem ser obedecidas algumas regras relativas ao uso de explosivos, transporte, sinalização, estocagem e tratamento das áreas mineradas. Durante a exploração das pedreiras, dado a sua proximidade a áreas habitadas, devem ser atendidas as seguintes exigências:

- Detonações limitadas a horários pré-determinados, os quais devem ser notificados à população, e estabelecimento prévio de um perímetro de segurança;
- A emissão de vibrações no solo e no ar provocada pelas detonações deve ficar dentro dos valores toleráveis, a serem estabelecidos pelos órgãos competentes;
- Reduzir ao máximo o ruído, a fumaça e a poeira geradas pelas detonações, através do uso de tecnologias avançadas;
- Evitar o ultralancamento de fragmentos fora do perímetro de segurança da pedreira, adotando-se medidas de segurança na execução das detonações, no planejamento das frentes de lavra e na escolha dos locais para o fogacho, entre outras.

No carregamento e transporte dos materiais de empréstimos e rejeitos, deve-se fazer uma otimização dos caminhos, de modo a reduzir a poluição da região circunvizinha por detritos e poeiras, e adotar o uso de sinalização de trânsito adequada para diminuir os riscos de acidentes.

Na exploração das jazidas devem-se considerar, também, as condições geológicas, topográficas e hidrológicas das áreas de lavra, diminuindo assim os riscos de inundações e de deslizamentos de encostas.

Visando reduzir ao mínimo o aporte de sedimentos às áreas circunvizinhas às jazidas, deverão ser implantados sistemas de drenagem antes do início da lavra. Desta forma, todos os sistemas de encostas (taludes das frentes de lavra, das encostas marginais, dos bota-foras e dos cortes de estradas) deverão ser protegidos através do desvio das águas pluviais por meio de canaletas. Toda a área minerada, também, deverá ser circundada por canaletas, evitando que as águas pluviais provenientes das áreas periféricas venham a atingir as jazidas.

O avanço das frentes de lavra poderá provocar, em alguns setores das jazidas de materiais terrosos e granulares, instabilidades das encostas marginais com riscos

de desmoronamento e desencadeamento de processos erosivos. Diante disso, é recomendável a reconstituição topográfica dos taludes mais íngremes e o estabelecimento de programas de reflorestamento com espécies vegetais adaptadas à região. O reflorestamento deverá ser executado na medida em que as frentes de lavras forem avançando, para que na época do abandono das jazidas, as áreas já apresentem suas paisagens praticamente recompostas.

Quanto à estocagem de materiais de empréstimos, deve-se evitar ao máximo a adoção deste procedimento, coordenando a sua utilização nas obras, concomitantemente com a sua exploração.

### Controle de Deposição de Rejeitos (bota-foras)

Durante a exploração das jazidas são produzidas grandes quantidades de rejeitos sólidos, os quais são dispostos em pilhas desordenadas, geralmente com condições precárias de estabilidade e expostos a processos erosivos, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água.

Visando reduzir a degradação imposta ao meio ambiente por esta atividade, deverá ser posto em prática um controle na deposição de rejeitos, levando em conta dois fatores básicos, a sua localização e a formação das pilhas.

Com relação à localização, o rejeito deverá ser depositado próximo à área de lavra, em cotas inferiores à da mineração, reduzindo assim os custos com transportes. Nunca devem ser colocadas pilhas próximas ao limite do "pit", pois haverá uma sobrecarga nos taludes finais da cava, podendo ocorrer desmoronamentos e o material rompido atingir a área da lavra. Além disso, há sempre a possibilidade destes materiais serem depositados sobre áreas mineralizadas que futuramente venham a serem lavradas.

Para a formação adequada de depósitos de rejeito deve-se levar em conta o material constituinte do estéril, o terreno de fundação e os métodos construtivos. Na determinação da capacidade, das dimensões e do método construtivo deve-se atentar para os riscos de erosão pela água ou eólica, de deslizamento do material estocado, bem como acessos e possível retomada para um eventual aproveitamento.

As pilhas de rejeitos constituídos por materiais não-coesivos (blocos de rocha, cascalhos e material com granulometria de areia) devem ser formadas por basculamento direto do terreno, sem compactação, e devem apresentar um ângulo de face de 37°, que é o próprio ângulo de repouso do material.

Quanto aos materiais coesivos, a inclinação dos taludes e as alturas permitidas são determinadas por testes de estabilidade. O material deve ser depositado em camadas com compactação pelos próprios equipamentos de transporte, ou então convencionais de compactação. Antes desta operação deve ser colocada uma camada de material drenante entre o terreno da fundação e a pilha. Deve ser implementada, também, a drenagem superficial das bermas e plataformas, bem como a abertura de canais periféricos para evitar que as águas de superfície drenem para o depósito. Com relação aos terrenos de fundação, estes devem apresentar resistência superior à da pilha de rejeito e inclinação inferior a 10°.

Para a estabilização dos bota-foras no caso específico da Barragem Melancia, sugere-se a adoção do reflorestamento, já que a região conta com material para cobertura de solo. Para que o haja um pronto restabelecimento da cobertura vegetal nas bermas de rejeitos, devem ser usadas técnicas que aumentem a fertilidade dos solos associadas ao uso de sementes selecionadas.

#### Recuperação de Áreas Mineradas

Após o abandono das áreas de lavra, deverão ser iniciados os trabalhos de reconstituição paisagística através da regularização da superfície topográfica, espalhamento do solo vegetal e posterior reflorestamento com vegetação nativa.

No caso específico da Barragem Melancia será necessário a recuperação paisagística das áreas das jazidas de material terroso J-02 e J-03, perfazendo, uma área total de 42,45 ha a ser alvo de regularização do terreno e reflorestamento. O areal A-01 por estar localizado na calha do riacho Melancia deverá ser alvo apenas de regularização topográfica. Quanto às pedreiras, devem-se cercar as áreas a serem utilizadas, especialmente eventuais buracos surgidos durante a lavra, a fim de evitar acidentes envolvendo animais ou pessoas.

As cavas nas jazidas de materiais terrosos devem ter seus taludes suavizados, sendo, quando necessário, utilizados materiais dos bota-foras para a reconstituição das superfícies topográficas, desde que não contenham material poluente.

O solo vegetal deve ser depositado em camadas finas, de modo a evitar a necessidade de futuras importações de solos de outras regiões, utilizando tratores de esteira, caminhões basculantes e pás carregadeiras. Em seguida devem ser efetuadas adubações e correções do solo, de acordo com os resultados de análises químicas. O reflorestamento deve ser efetuado, logo após a recomposição do solo, sendo o plantio executado preferencialmente pelo plantio de mudas.

### **5.4.3 – Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição da Área do Canteiro de Obras**

As degradações impostas ao meio ambiente pela implantação e operação do canteiro de obras envolvem danos à flora, deterioração pontual dos solos, desencadeamento de processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água e redução na recarga dos aquíferos. Além disso, ocorre geração de poeira e ruídos provocados pelos desmatamentos e terraplenagens, e pela operação da usina de concreto e da central de britagem. Deste modo, faz-se necessário à adoção das seguintes medidas:

- Reduzir os desmatamentos ao mínimo necessário;
- Na instalação da usina de concreto e da central de britagem, levar em conta a direção dos ventos dominantes, no caso do canteiro de obras se situar próximo a núcleos habitacionais;
- Adotar o uso de fossas sépticas como infra-estrutura de esgotamento sanitário, procurando localizá-las distante dos cursos d'água;
- Resíduos de concretos e outros materiais devem ser depositados em locais apropriados, sendo submetidos a tratamento adequado;
- Umidificar o trajeto de máquinas e veículos;
- Construir os paióis de armazenamento de explosivos em terrenos firmes, secos, livres de inundações, de mudanças freqüentes de temperatura e ventos fortes. Deve ser mantida uma faixa de terreno limpo com largura de 20 metros em torno dos paióis;
- Armazenagem de pólvora, dinamites e estopins em depósitos separados e desprovidos de instalações elétricas.

Após a conclusão das obras, caso as instalações do canteiro de obras não sejam aproveitadas para o monitoramento do reservatório, a área por este ocupada deve ser alvo de reconstituição paisagística, através do reflorestamento com espécies vegetais nativas. Já o tratamento a ser dado às áreas dos caminhos de serviços, consiste em espalhar o solo fértil estocado por ocasião de suas construções, regularizar o terreno e reflorestar com espécies nativas.

#### **5.4.4 – Cronograma de Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas de Jazidas e do Canteiro de Obras**

A Empreiteira deverá implantar as instalações do canteiro de obras e efetuar a construção dos caminhos de serviços e o desmatamento/decapeamento de todas as áreas de empréstimo, bem como iniciar suas explorações, até o final do segundo mês.

Entre as medidas que devem ser executadas diariamente estão o controle do uso e manuseio de explosivos, a deposição adequada de rejeitos, o controle de deslizamentos de encostas e a umidificação das estradas de serviços e das áreas das jazidas de materiais terrosos e granulares. A implantação do sistema de drenagem deve se dar à medida que as frentes de lavra forem avançando. A recuperação das áreas degradadas pela atividade mineral, estimadas em 42,45ha, deverá ser posta em prática logo após o abandono da lavra.

Os custos a serem incorridos na recuperação das áreas degradadas foram estimados em R\$ 42.450,00 (valor expresso em reais de julho de 2004). Estas atividades são de competência direta da Empreiteira, devendo a mesma ser fiscalizada pela SRH e pela SEMACE.

#### **5.5 – PLANO DE REMOÇÃO / RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DA ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA**

##### **5.5.1 – Generalidades**

A implantação da Barragem Melancia tem como objetivo o atendimento de usos múltiplos, dentre os quais se destacam o reforço no suprimento hídrico do distrito de Croatá e o abastecimento da população ribeirinha de jusante, o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado e da irrigação difusa nas várzeas do trecho perenizado do riacho Melancia. Desta forma, a preservação da qualidade da água represada assume primordial importância, sendo para tanto, necessário a eliminação de fatores potencialmente poluentes existentes na área a ser submersa.

As edificações quando submersas constituem graves obstáculos à pesca, às atividades balneárias e à navegação, além de prejudicarem o processo de autodepuração do reservatório, visto que:

- Desfavorecem a reaeração das águas represadas, pois constituem obstáculos à migração das correntes d'água, além de diminuir a temperatura e a turbulência das camadas ao longo da coluna d'água;

- A redução do oxigênio dissolvido nas águas prejudicará a reoxigenação por fotossíntese, pois as algas multicelulares e unicelulares responsáveis por este fenômeno não se proliferam;
- A decomposição aeróbia responsável pela produção de CO<sub>2</sub> e de sais minerais necessários ao fitoplâncton e a depuração biológica que controla a população bacteriana e dos outros seres patogênicos, também serão prejudicadas com a redução do oxigênio dissolvido.

Associada a estes fatores, a submersão de fossas, esgotos domésticos, esterqueiras, pocilgas e currais sem prévia limpeza ou tratamento, também representam potenciais focos de poluição, pois, dependendo da capacidade autodepurativa do reservatório, poderá ocorrer à propagação de agentes infecciosos, além da eutrofização do lago.

Por outro lado, as cercas de arame causam degradação de valores estéticos e paisagísticos quando semi-submersas e constituem riscos à recreação e à pesca, quando totalmente submersas. Danos a artefatos pesqueiros e problemas de saúde (tétano) causados por acidentes com arames oxidados são ocorrências comuns.

Assim sendo, faz-se necessário à adoção de normas para a limpeza da área englobada pela bacia hidráulica do futuro reservatório, evitando que o processo de preservação da qualidade dos recursos hídricos represados seja dispendioso.

### **5.5.2 – Remoção da Infra-estrutura Existente**

Os componentes da infra-estrutura privada a serem removidos e/ou receberem tratamento adequado deverão ser quantificados a partir dos dados levantados pelo cadastro. Com base nos dados do cadastro e da pesquisa de campo, há necessidade de adoção das seguintes medidas:

- Demolição de todas as edificações (habitações, cercas, currais, pocilgas, depósitos, etc.) e remoção do entulho para fora da área a ser inundada. O material reutilizável deve ser separado e os materiais restantes, não combustíveis, devem ser enterrados a uma profundidade mínima de um metro;
- As fossas devem ser esgotadas, sendo os líquidos transportados para outros locais. Tendo em vista a quase inexistência de fossas na área a ser inundada, o tratamento destes efluentes pode ser feito com a simples adição de cal hidratada e posterior aterramento com material argiloso;

- Os detritos de esterqueiras, pocilgas, currais, etc., devem ser removidos para cavas abertas, contendo cal hidratada e em seguida recobertos com material argiloso;
- O lixo doméstico, quando combustível, deverá ser recolhido e incinerado, sendo o material resultante da queima, posteriormente enterrado em solo argiloso, de modo que o local fique impermeabilizado.

A remoção da infra-estrutura deverá ser executada à medida que os trabalhos de desmatamento forem avançando, fazendo uso sempre que possível, da mão-de-obra local. Compete à Empreiteira o trabalho de remoção da infra-estrutura existente na bacia hidráulica, devendo a SRH fiscalizar o andamento do serviço e arcar com os custos de indenização.

### **5.5.3 – Relocação da Infra-estrutura de Uso Público**

A quase totalidade da infra-estrutura a ser removida da área da bacia hidráulica do reservatório pertence a particulares, devendo ser alvo de indenizações. A infra-estrutura de uso público existente, que necessita ser relocada apresenta-se pouco significativa, estando representada por trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais; trechos de rede elétrica de baixa tensão e uma escola localizada na propriedade do Espólio de Antero de Castro Moura (BM-03A), que tem como benfeitor a Prefeitura Municipal de São Luís do Curu.

Por ocasião da remoção e posterior relocação da infra-estrutura de uso público da área da bacia hidráulica do reservatório, recomenda-se sejam firmados convênios com a Prefeitura Municipal de São Luís do Curu no caso da escola; com as prefeituras de São Luís do Curu, Pentecoste e São Gonçalo do Amarante no caso das estradas vicinais e com a COELCE, no caso da rede de energia elétrica.

Os custos a serem incorridos no processo de remoção da infra-estrutura da área da bacia hidráulica do reservatório foram orçados em R\$ 24.600,00, a preços de julho de 2.004. Quanto à infra-estrutura a ser relocada foi previsto um custo de R\$ 30.000,00 para relocação da escola. Os custos a serem incorridos com a construção de uma estrada vicinal contornando a área do reservatório e com a relocação da rede elétrica de baixa tensão para as áreas remanescentes são apresentados no âmbito do projeto de reassentamento da população desalojada.

## 5.6 – DELIMITAÇÃO, REFLORESTAMENTO E MONITORAMENTO DA FAIXA DE PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO

### 5.6.1 – Delimitação e Fiscalização da Faixa de Proteção do Reservatório

Em atendimento ao Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pelas Leis nº 7.803, de 18/07/89 e nº 7.893/96 e pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24/08/2000) e a Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985, deverá ser estabelecida uma faixa de vegetação com largura de 100,0m, ao redor do reservatório, medida a partir do nível d'água máximo. A referida faixa será considerada como área de preservação permanente.

O estabelecimento de uma faixa de proteção periférica ao reservatório tem como objetivo a preservação da vegetação aí existente, uma vez que a sua presença impede a prática de atividades prejudiciais ao reservatório em suas margens, além de funcionar como uma barreira ao aporte de sedimentos e poluentes ao reservatório.

A cobertura vegetal da faixa de proteção da Barragem Melancia encontra-se degradada em diversos trechos pela ação antrópica, o que reduz a sua eficiência, razão pela qual deverá ser implementado o seu reflorestamento com espécies nativas. Para tanto, foi elaborado um plano de reflorestamento cujas diretrizes serão apresentadas posteriormente em item específico.

A proteção da área de preservação permanente estabelecida requererá a execução de uma fiscalização para o controle de atividades antrópicas que possam vir a degradá-la. Para tanto deverá ser constituída uma polícia florestal, que terá a seu cargo além da atividade de fiscalização, uma considerável tarefa educativa, através da difusão de normas protecionistas e da conscientização da população usuária do reservatório sobre a importância da faixa para manutenção da qualidade da água represada e da capacidade de acumulação do reservatório. Recomenda-se o estabelecimento de um convênio entre o IBAMA e a SEMACE, com vistas a estabelecer regras a serem seguidas pela população, devendo ser engajada no policiamento florestal membros da população local.

A faixa de proteção deverá ser toda cercada, deixando-se apenas os corredores necessários para os acessos aos locais em que se desenvolvam as atividades de pesca, banho e captação d'água para dessedentação animal, entre outras. No caso específico de pontos de bebida para o gado, recomenda-se a construção de valas que conduzam a água para fora da faixa, mesmo que seja preciso bombeamento.

Não deverá ser permitido o desenvolvimento de atividades agrícolas ou pecuárias dentro do território da faixa de proteção, dado o carreamento de e

sedimentos e poluentes (agrotóxicos e fezes de animais, etc) para o reservatório. Outra atividade que pode vir a causar danos a qualidade da água represada é a pesca, já que a salga do pescado as margens do reservatório pode contribuir para a salinização da água aí acumulada.

Deverão ser proibidos o uso de lanchas ou outros equipamentos náuticos motorizados, com vistas a evitar a poluição do reservatório por óleos e resíduos de graxas. Além disso, as hélices dos motores contribuem para desestruturar a constituição física dos componentes planctônicos (fito e zooplâncton), ocasionando desequilíbrio na cadeia alimentar do ecossistema aquático.

Os custos anuais incorridos com esta atividade foram orçados em R\$ 4.500,00 considerando a contratação de 1 (um) fiscal, recrutado junto à população residente nas áreas periféricas ao reservatório (valores expressos em reais de julho de 2004). A responsabilidade da implementação do presente plano é da SRH e da COGERH, devendo estes órgãos receber o apoio da SEMACE.

## **5.6.2 – Reflorestamento da Área de Preservação Permanente**

### **5.6.2.1 – Objetivos**

O estabelecimento de uma faixa de vegetal periférica ao reservatório visa atender a legislação ambiental vigente, bem como contribuir para a preservação da qualidade da água represada e da capacidade de acumulação do reservatório.. Além disso, a vegetação marginal proporciona alimentação para a ictiofauna. Ressalta-se, no entanto, que a referida faixa apresenta sua cobertura vegetal degradada em alguns, razão pela qual se propõe a execução do seu reflorestamento.

Tal iniciativa tende a trazer ganhos intangíveis ao ambiente, não só pelos motivos anteriormente aludidos, como pelo incentivo à prática do reflorestamento na região favorecendo o replantio de espécies nativas ameaçadas de extinção, bem como a introdução de espécies exóticas, proporcionando uma ampliação na biodiversidade local, além de favorecer o aumento do habitat da fauna, com destaque para a ornitofauna.

### **5.6.2.2 – Área a ser Reflorestada**

A faixa de proteção da Barragem Melancia ocupa uma área total de cerca de 299,0 ha. Para estimativa das áreas dos trechos a serem alvo do projeto de reflorestamento ora proposto foram utilizadas as fotografias aéreas na escala 1: 15.000 efetuadas pela TOPOCART, em meados de 2004. Verificou-se que, cerca de 23,0% da

cobertura vegetal da faixa de proteção do reservatório apresenta-se degradada pela ação antrópica, requerendo assim o reflorestamento de cerca de 70,0 ha.

### 5.6.2.3 – Técnicas de Reflorestamento

Um programa de recomposição florestal requer a adoção de técnicas de reflorestamento que sejam adequadas à realidade da região onde será implantado, considerando, além da eficiência o fator custo. Atualmente, são utilizadas três técnicas para reflorestamento de uma área.

A mais sofisticada destas técnicas prevê um cronograma de plantio que tenta reproduzir a seqüência de sucessão vegetal observada nas florestas naturais. As espécies pioneiras, de crescimento rápido, mas de vida curta são plantadas em primeiro lugar, proporcionando sombra juntamente com árvores secundárias e as secundárias tardias. Sob essa proteção verde irão se desenvolver as árvores clímax, que necessitam de sombra nos primeiros anos de vida, sendo classificadas como umbrófilas. Estas espécies pertencem à última escalada da sucessão vegetal, sobrepondo-se sobre as demais.

Uma outra metodologia refere-se ao plantio “solteiro” das árvores clímax e secundárias tardias no campo. Para isso, as mudas têm que ser plantadas com mais de um ano, quando já atingem um metro de altura, estando, portanto aptas à vida a pleno sol.

A terceira técnica, que vem sendo mais amplamente adotada para reflorestamento de mata ciliar, trata-se do plantio “salteado”, onde se misturam espécies sem critérios biológicos nem cronológicos. O índice de perda nesse caso é altíssimo, registrando-se entre 40 a 50,0% de mortalidade das mudas. Além disso, os custos de manutenção nos primeiros anos são muito elevados, exigindo inúmeras capinas até as mudas adquirirem altura suficiente para sobreviver à concorrência do mato. Outro agravante é que a floresta leva o dobro do tempo para fechar, podendo, até mesmo, jamais atingir o clímax.

Para o reflorestamento da área da faixa de proteção do reservatório deverá ser adotada a técnica de sucessão vegetal, a qual será detalhada ao longo dos itens que seguem. Também devem ser considerados na implantação florestal, estudos de reconhecimento da área, levantamentos topográficos, mapeamento dos solos e inventários da flora e da fauna local, estudos estes imprescindíveis para um bom andamento e seqüência dos trabalhos.

#### 5.6.2.4 – Seleção das Espécies Florísticas

A escolha das espécies a serem utilizadas para o reflorestamento foi feita com base em levantamentos florísticos de matas nos domínios geomorfológicos identificado na região. Além das espécies comumente observadas na região, constituintes do ecossistema de caatinga hiperxerófila, foram indicadas espécies exóticas adaptadas às condições edafoclimáticas da área, visando o enriquecimento da biodiversidade, e espécies frutíferas nativas, a fim de incentivar a recuperação da avifauna.

Na escolha das espécies florísticas nativas a serem utilizadas para reflorestamento da faixa de proteção do reservatório foi considerado, ainda, a aptidão e resistência das espécies silvestres a inundações temporárias e prolongadas, sempre tentando copiar a natureza. Assim sendo, foi sugerido o plantio das espécies abaixo discriminadas, sendo considerado a delimitação das faixas inundáveis e de terra firme no entorno do reservatório:

##### a) Espécies para Plantio Próximo a Margem

Entre as espécies florísticas nativas passíveis de serem cultivadas nas áreas sujeitas a inundações periódicas destacamos:

- Gurindiba, Crediúva ou Pau-pólvora (*Trema Micrantha*): árvore pequena da família das ulmáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento rápido, originária do Brasil. Fornece madeira mole para esculturas e peças que exijam elasticidade. Folhas e frutos forraginosos. Cascas adstringentes e de líber fibroso. Frutos atraem a avifauna. Melífera;
- Jenipapo (*Genipa americana*): árvore de médio porte da família das rubiáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento rápido, originária do Brasil. Fornece madeira empregada na construção naval e civil, carroçaria, tanoaria, móveis, obras de torno e cabos de ferramentas agrícolas. Cascas ricas em tanino, próprias para curtume. Folhas forrageiras. Frutos comestíveis dão excelente suco e licor, além de serem desobstruentes e tônicos;
- Ingá (*Inga spp*): árvore de médio porte da família das leguminosas mimosóideas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento rápido, originária do Brasil. Fornece madeira para lenha, caixotaria e cangalhas. Oferece bom sombreamento. Frutos comestíveis, bons para suco. Reflorestamento espontâneo pelas sementes levadas por enchentes;

- Grumixama (*Eugenia brasiliensis*): árvore de médio porte da família das mirtáceas, cuja propagação é feita por sementes e estaquia. Espécie secundária inicial de crescimento moderado, originária do Brasil. Fornece frutos comestíveis, bons para doces e conservas. A casca e as folhas são aromáticas, diuréticas e anti-reumáticas;
- Oiticica (*Licania rígida*): árvore de grande porte da família das rosáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie clímax de crescimento lento, originária do Brasil. Fornece sementes ricas em óleo (60%) próprio para tintas e vernizes de alto poder secativo;
- Carnaúba (*Copernicia prunifera*): palmeira de grande porte da família das palmáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie clímax de crescimento lento, originária do Brasil. Fornece madeira para construção civil e marcenaria. Frutos comestíveis, adocicados que atraem aves e morcegos. Planta extrativa, tendo como principais produtos a cera e a palha. O palmito da carnaúba (cuandu) é utilizado na alimentação humana e animal no período de seca;
- Marizeira ou Umari (*Geoffraea spinosa*): árvore de grande porte da família das leguminosas papilionóideas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie secundária inicial de crescimento rápido, originária do Brasil. Fornece frutos comestíveis e utilizados como expectorante e vermífugo. Folhas fornecem ração para o gado, sendo o chá destas e dos brotos usados como emenagogo e antidiarréico;
- Azeitona ou Jambolão (*Syzygium Jambolana*): árvore de grande porte da família das mirtáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento rápido, originária da Ásia Tropical Oriental. Já difundida no Brasil e na Região Nordeste, inclusive no Ceará. Fornece frutos comestíveis e folhas forrageiras. O pó das sementes é empregado no controle da diabete. A raiz forma uma rede e evita o assoreamento dos cursos d'água;
- Pitanga (*Eugenia uniflora*): árvore de pequeno porte da família das mirtáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie secundária tardia de crescimento lento, originária do Brasil. Fornece frutos comestíveis, bons para sucos, sorvetes e licores. Folhas aromáticas e antireumáticas usadas contra a febre. Presta-se para o uso em cercas vivas. Atrai pássaros;
- Goiabeira (*Psidium guajava*): árvore de pequeno a médio porte da família das mirtáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie secundária inicial

de crescimento moderado, originária do Brasil. Fornece frutos usados para doces, compotas, geléias, sucos e sorvetes. As folhas e botões florais são usados contra diarreias e faringites. As cascas, pelo seu tanino, servem para curtume. Essa adstringência, também observada nas folhas, torna o cozimento de ambas recomendável no tratamento de úlceras e leucorréias. Atrai pássaros.

#### b) Espécies para o Plantio Afastado da Margem

Entre as espécies florísticas nativas a serem plantadas nos trechos de terra firme, em áreas não sujeitas a inundações ou com inundações muito rápidas, destacamos:

- Jatobá (*Hymenaea Courbaril*): árvore de grande porte da família das leguminosas cesalpinióideas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie secundária tardia de crescimento moderado, originária do Brasil. Fornece madeira dura, pesada, resistente, difícil de ser trabalhada, boa para mourões, linhas, esteios, portais, rodas de carro de boi. Resina serve para fabricação de verniz. A casca serve como tônico estomacal, bálsamo e vermífugo, além de ter ação hemostática. A polpa do fruto é usada em gemadas no combate as afecções pulmonares;
- Pau d'Arco Roxo (*Tabebuia Avellanedae*): árvore de grande porte da família das bignoniáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento rápido, originária do Brasil. Ornamental. Fornece madeira para construção civil e obras expostas, dormentes, esteios e vigamentos;
- Cedro Vermelho (*Cedrella fissilis*): árvore de grande porte da família das meliáceas, cuja propagação é feita por sementes e estaquia. Espécie secundária tardia de crescimento lento, originária do Brasil. Fornece madeira para marcenaria, tabuados, esquadrias e forros. Cascas e raspas do lenho são adstringentes. As raspas cozidas são usadas no tratamento de feridas e em forma de banho a vapor, no tratamento da orquite;
- Pau Branco (*Auxemma oncocalyx*): árvore de médio porte da família das borragináceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie clímax de crescimento moderado, originária do Ceará. Fornece madeira para carpintaria e marcenaria, tabuados, vigamentos, estacas e mourões. Cascas adstringentes usadas no tratamento de feridas e cortes. Fornece boa forragem para o rebanho bovino, caprinos e ovinos. É excelente melífera;

- Jucá (*Caesalpinia férrea*): árvore de pequeno porte da família das leguminosas cesalpinióideas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie secundária tardia de crescimento moderado, originária do Brasil. Entrecasca utilizada no combate a tosse crônica e a asma, bem como no tratamento de feridas. Fornece boa forragem para o rebanho bovino, caprinos e ovinos;
- Mofumbo (*Combretum leprosum*): arbusto da família das combretáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie clímax de crescimento moderado, originária do Brasil. Folhas e entrecasca são hermostáticas, sudoríficas e calmantes;
- Juazeiro (*Zizyphus joazeiro*): árvore de médio porte da família das ranáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento lento, originária do Brasil. Fornece boa forragem para o rebanho bovino, caprinos e ovinos. O fruto é rico em vitamina C. A infusão das folhas é estomacal. As raspas da entrecasca, rica em saponina, servem de sabão, dentífrico e tônico capilar.

Para o reflorestamento das áreas mais afastadas das margens, além das espécies anteriormente mencionadas podem ser utilizadas espécies arbóreas como: Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), Aroeira (*Schinus terenbinthifolius*), Frei Jorge (*Cordia alliodora*), Angico Vermelho (*Piptadenia macrocarpa*), Jurema Branca (*Pithecolobium dumosum*) e Favela (*Cnidocolus phyllacanthus*), espécies clímax com propagação por sementes e estaquia; Mororó (*Bauhinia forficata*), espécie secundária tardia com propagação por semente; Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), espécie clímax com propagação por sementes e Jurema Preta (*Mimosa acustistipula*), espécie pioneira com propagação por semente e estaquia.

Para estimular a visitação de pássaros recomenda-se o plantio de espécies florísticas que possam alimentá-los, tais como pitanga, goiabeira e carnaúba, anteriormente citadas.

#### 5.6.2.5 – Produção e Aquisição de Mudas

A produção de mudas para reflorestamento tem com vantagem a redução de custos, além de contornar a reduzida oferta de espécies nativas no mercado. Mudas de qualidades requerem cuidados que vão desde a escolha do local de implantação dos canteiros até a embalagem utilizada para o replantio. Os seguintes procedimentos são primordiais para a produção de mudas de boa qualidade:

- Formação da Sementeira: a coleta de sementes na região deve ser cuidadosa, sendo aconselhável obtê-las de matrizes distintas para garantir a

- variabilidade genética e a saúde das mudas. A durabilidade das sementes nativas é reduzida, muitas exigem plantio imediato como as do ingá e as do nim, por exemplo. Sementes carnosas têm que passar por um despulpamento e as rígidas devem ser quebradas ou ter sua dormência rompida com uma fervura;
- Instalações: a germinação das sementes requer um ambiente com umidade elevada e temperatura alta, que pode ser proporcionado por uma instalação simples, de teto baixo, coberta com sombrite 50,0%, tendo as laterais protegidas por plásticos ou ripado estreito. A disponibilidade d'água para regas periódicas é indispensável;
  - Canteiros: para que a semente germine é fundamental a presença de calor e umidade. O plantio deve ser feito em linha, em canteiros exclusivamente de areia, visto que no processo germinativo a semente consome reservas nutricionais próprias, não requerendo nutrientes externos. As regas devem ser diárias. Outra forma de plantio consiste na semeadura direta no recipiente (saco plástico), devendo-se nesse caso, utilizar cinco sementes por saco e efetuar um desbaste quando as plantas apresentarem quatro a seis folhas definitivas, deixando apenas uma planta por recipiente até chegar à época do plantio definitivo no campo;
  - *Repique e Transplante*: em média, quando atingem 8 a 10 cm de altura, exibindo quatro folhas definitivas, as mudas estão prontas para o replantio;
  - Recipientes: para que as mudas tenham uma sobrevivência maior nos viveiros, com vistas a diminuir os custos de manutenção no plantio definitivo, é imprescindível a escolha de recipientes apropriados. A melhor opção é o emprego de sacos plásticos de 20 x 35 cm, onde as raízes terão espaço suficiente para se acomodar por até um ano;
  - Substrato dos Recipientes: o substrato ideal para a produção de mudas é aquele que apresenta uniformidade na sua composição, a qual deve constar de uma parte e meia de terra de subsolo; meia parte de areia; uma parte de adubo orgânico e 100 g de calcário. Tanto o adubo quanto o material terroso e arenoso devem ser peneirados para evitar a infestação por sementes de ervas daninhas;
  - Abrigo das Mudanças: uma vez colocadas nos sacos plásticos, as mudas devem ser abrigadas sob um ripado com boa ventilação, devendo permanecer aí por quatro a cinco meses, com irrigação adequada e suplementação nitrogenada

(sulfato de amônia) para acelerar seu desenvolvimento. Após esse período podem ser dispostas ao sol até o momento do plantio no campo;

- Rustificação: para que seja considerada apta para ser levada ao campo, a muda deve ser sadia e ter um grau de resistência que lhe permita sobreviver às condições adversas do meio. A movimentação das mudas no viveiro e o corte gradual de irrigação no período que antecede o plantio são os procedimentos mais adotados para endurecimento das mudas no viveiro.

A aquisição de mudas prontas elimina todas as etapas anteriores, podendo ser uma opção bastante econômica caso o mercado ofereça as mudas das espécies preconizadas para o reflorestamento. Para aquisição das mudas pode ser estabelecido um convênio com o IBAMA, que conta com postos de revenda em Fortaleza ou com o Horto da Prefeitura Municipal de Fortaleza. Mudas de boa qualidade devem reunir as seguintes características, antes de serem plantadas no campo:

- Parte aérea bem formada, não apresentando bifurcação;
- Sistema radicular bem formado, com raiz principal reta e sem enovelamento;
- Bom aspecto fitossanitário;
- Altura da parte aérea suficiente para ser plantada de acordo com as exigências climáticas e edáficas;
- Rustificação (aclimatação), para que resistam às condições adversas do meio.

#### 5.6.2.6 – Preparo do Solo

O preparo do solo para plantio consiste, simplesmente, na abertura de covas de 40 x 40 x 40 cm, sendo esse sistema chamado cultivo mínimo, o qual difere do sistema convencional, que adota o revolvimento do solo por meio de aração e grades pesadas e leves. Quando a área apresentar problemas de camadas adensadas, convém utilizar subsoladores para rompê-las. As limpezas manuais consistem na eliminação da vegetação rente ao solo na área de entorno das mudas, visando evitar a concorrência com outras espécies.

Nessa fase de preparo do solo, recomenda-se o combate às formigas cortadeiras, que também deve ser estendido às etapas durante e após o plantio. O combate inicial deve ser feito após a limpeza da área, com repasse realizado 60 dias após o combate inicial, de preferência antes do plantio das mudas no campo. Faz-se a

ronda durante a operação de plantio e alguns dias após o mesmo. Devendo ser feito um acompanhamento efetivo durante o desenvolvimento das plantas para evitar possível infestação. No combate as formigas deve ser adotado o uso de iscas granuladas, por sua facilidade de manuseio, maior rendimento operacional e baixa toxicidade ao meio ambiente. Este tipo de iscas tem restrições ao seu uso apenas nos períodos chuvosos, podendo ser usados porta-iscas impermeáveis para contornar este problema.

#### 5.6.2.7 – Plantio e Replante das Mudanças

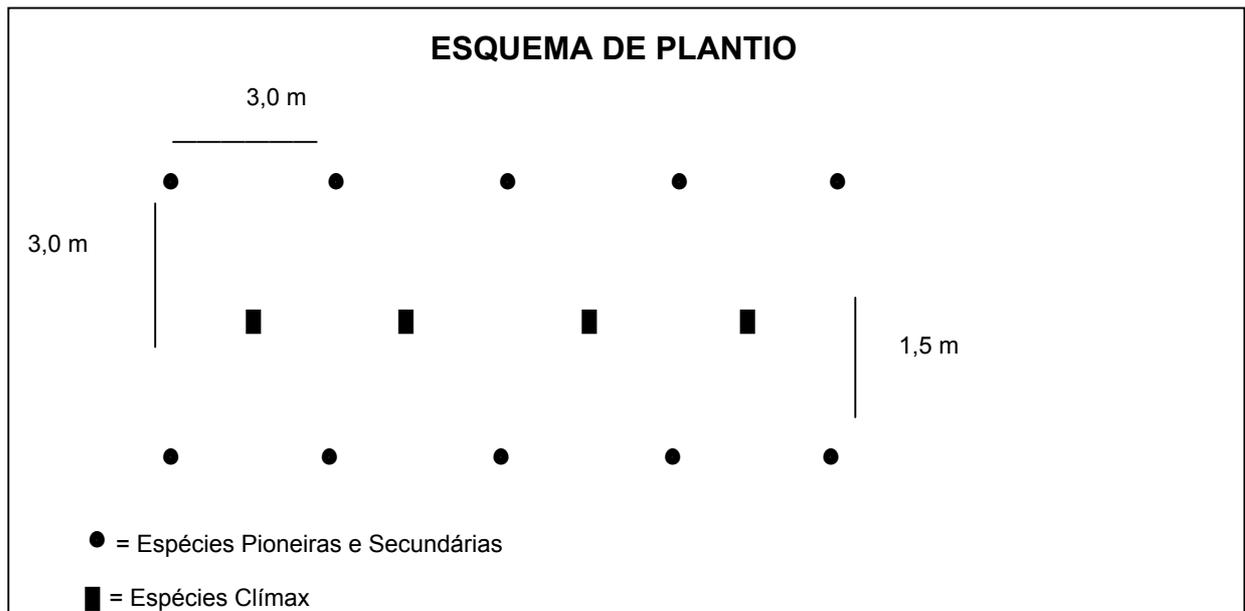
Tendo em vista a adoção da técnica de reflorestamento por sucessão vegetal, deverá ser empreendido um planejamento do plantio que minimize os custos de manutenção e maximize os resultados positivos no crescimento da população florística. O modelo mais tradicional estabelece três estágios de sucessão vegetal:

- No primeiro ano são plantadas as árvores pioneiras, que são espécies heliófilas, ou seja, requerem bastante sol e têm rápido desenvolvimento;
- Passados 12 a 18 meses são introduzidas as secundárias, cuja função é fechar e ocupar as clareiras;
- Sombreada a área, são plantadas as árvores clímax que, juntamente com as secundárias tardias, darão a estrutura definitiva da mata.

O espaçamento entre espécies pioneiras é de 3,0 x 3,0m, com uma espécie clímax no centro, distribuindo-se as pioneiras e secundárias nas laterais. O espaçamento final entre plantas será, portanto, de 3,0 x 1,5m (vide esquema), totalizando 2.222 plantas/ha assim distribuídas: 50,0% de espécies pioneiras; 30% de secundárias iniciais; 10,0% de secundárias tardias e 10,0% de clímax.

O plantio deve ser executado mediante a abertura de covas, colocando-se as mudas no interior das mesmas e preenchendo-se com terra e esterco de gado, este último na quantidade de 9 litros por cova. Nas áreas mais íngremes como nas encostas de chapadas, deve-se adotar o plantio em curvas de nível.

A retirada da muda da embalagem requer cuidados de modo a evitar o destorroamento que pode provocar danos ao sistema radicular. O colo da muda deve ficar ao nível do solo, coberto por uma camada fina de terra. O que sobrar de terra preparada deve ser disposto ao redor da muda, num raio de 20 cm, possibilitando uma boa armazenagem das águas da chuva. A época ideal para o plantio é o período chuvoso, podendo também ser realizado durante todo o ano usando-se neste caso a irrigação.



O replantio é uma operação feita manualmente, quando se verificam níveis de falha na pega das mudas. Deve ser realizado, no máximo, 30 dias após o plantio, utilizando-se mudas com o mesmo padrão de qualidade das plantadas inicialmente.

#### 5.6.2.8 – Tratos Culturais

Durante a fase de formação do povoamento florestal, são feitas tantas capinas quantas forem necessárias, sendo que a intensidade desses tratos culturais varia em função da espécie daninha, sua agressividade e nível de infestação. Uma escolha adequada das espécies a ser adotadas no reflorestamento, uma adubação acertada, a utilização de um sistema adequado de preparo do solo, a escolha do espaçamento, bem como a utilização de mudas de boa qualidade, fazem com que haja melhor desenvolvimento da floresta em formação e, conseqüentemente, reduzem o número de tratos culturais necessários.

Normalmente, fazem-se duas a três capinas no primeiro ano, uma capina e uma roçada no segundo ano e uma roçada no terceiro ano, dispensando-se estes tratos nos anos seguintes, quando as plantas já se encontram suficientemente desenvolvidas para competir com as ervas daninhas.

Nos dois anos seguintes ao plantio, convém fazer a adubação de cobertura com nitrogênio, dividindo-se a dosagem em quatro aplicações anuais, com intervalos de três meses. O adubo deve ser colocado sob a projeção da copa em um sulco ao redor da muda e coberto com terra. Recomenda-se realizar análises de solo visando identificar as deficiências em nutrientes dos solos a serem reflorestados.

Nesse período de três anos após o plantio são extremamente importantes as operações de manutenção descritas anteriormente, além do combate as pragas e doenças, desbastes e poda de plantas e estabelecimento de uma vigilância florestal. Essa última atividade consiste no estabelecimento de uma equipe específica para o monitoramento de toda a área plantada, que deve ser treinada para observar aspectos relacionados com a ocorrência de pragas, doenças, presença de invasores, áreas com risco de incêndios, furtos de madeira, entre outros.

#### 5.6.2.9 – Custos e Cronograma de Implantação

Tendo em vista a implantação de uma cobertura vegetal na área da faixa de proteção do reservatório e, levando em consideração os critérios agrônômicos descritos anteriormente procedeu-se a quantificação dos insumos e os custos necessários para a implantação e manutenção de um hectare do bosque, os quais são apresentados nas contas culturais constantes nos **Quadros 5.2 e 5.3**. O **Quadro 5.4** apresenta os valores a serem investidos e os custos operacionais do projeto de reflorestamento da área da faixa de proteção do reservatório.

**Quadro 5.2 – Conta Cultural**

Cultura: Essências Florestais

Área: 1 ha

Ano: 1

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)	
			Unitário	Total
<b>Aquisição de Mudas</b>	Un.	2.270	0,30	681,00
<b>Adubos</b>				
• Esterco de Gado	t	10	36,00	360,00
<b>Defensivos</b>				
• Formicida	Kg	2	10,26	20,52
<b>Mão-de-Obra</b>				
• Limpeza do Terreno	H/d	10	11,00	110,00
• Coveamento e Adubação	H/d	15	11,00	165,00
• Plantio e Replântio	H/d	10	11,00	110,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>1.446,52</b>

### Quadro 5.3 – Conta Cultural

Cultura: Essências Florestais

Área: 1 ha

Ano: 2 e 3

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)	
			Unitário	Total
<b>Adubos</b>				
• Uréia	Kg	300	1,00	300,00
<b>Defensivos</b>				
• Inseticida	l	1	28,22	28,22
<b>Mão-de-obra</b>				
• Capinas	h/d	30	11,00	330,00
• Coroamento e Aplicação de Defensivos	h/d	20	11,00	220,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>878,22</b>

### Quadro 5.4 - Custos do Projeto de Reflorestamento

Discriminação	Custo Anual (R\$) (1)				
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5 e +
• Implantação	51.328,20	51.328,20	-	-	-
• Manutenção	-	30.737,70	30.737,70	61.475,40	-
<b>Total</b>	<b>51.328,20</b>	<b>82.065,90</b>	<b>30.737,70</b>	<b>61.475,40</b>	<b>-</b>

(1) Valores expressos em reais de julho/2004.

Os investimentos referentes à implantação das florestas encontram-se concentrados nos anos 1 e 2, cujos montantes atingem, respectivamente R\$ 51.328,20 e R\$ 82.065,90, já estando incluso no Ano 2 os gastos com manutenção dos investimento efetuados no primeiro ano. Ressalta-se que os investimentos de implantação foram diluídos em dois anos tendo em vista o sistema de reflorestamento empregado, o qual preconiza a implantação de 50,0% de indivíduos pertencentes ao grupo ecológico das espécies pioneiras no primeiro ano e os outros 50,0 % referentes ao grupo das espécies secundárias tardias e clímax no segundo ano.

#### 5.7 – ZONEAMENTO DE USOS NO ENTORNO DO RESERVATÓRIO

A água represada na Barragem Melancia destina-se a usos múltiplos, com destaque para o reforço no suprimento hídrico do distrito de Croatá e abastecimento da população ribeirinha de jusante e para o desenvolvimento da irrigação difusa nas várzeas a jusante, razão pela qual é de suma importância a preservação da qualidade

da água armazenada. Muitos destes usos múltiplos podem vir a serem conflitantes entre si, ou resultarem na poluição das águas represadas.

Com efeito, com o enchimento do reservatório, algumas atividades econômicas poderão vir a desenvolvidas em suas margens ou no próprio espelho d'água (pesca artesanal, piscicultura superintensiva, balneários, etc.). Assim sendo, não faz sentido a pretensão de manter a faixa de proteção do reservatório intocada. Entretanto faz-se necessário o estabelecimento de regras rigorosas a serem cumpridas no desenvolvimento destas atividades.

Inicialmente, é de suma importância que seja efetuado um zoneamento de usos no entorno do reservatório, procurando posicionar afastados usos conflitantes entre si. Desta forma, não deve ser permitido num raio de, no mínimo 500 m, entorno de áreas destinadas à captação d'água para abastecimento humano, usos tais como banhos, lavagens de roupas, piscicultura superintensiva, etc., devendo tais áreas serem demarcadas com cabos suspensos por bóias. Da mesma forma nas áreas destinadas a pesca e ao desenvolvimento da piscicultura superintensiva não devem ser posicionadas próximo a balneários ou lavagens de roupa, etc.

As atividades da pesca, da piscicultura superintensiva e de lazer deverão ter as áreas de ancoradouros, entrepostos de pesca, balneários etc. confinadas por cercas e acompanhadas de um policiamento educativo, tendo em vista orientar para que haja uma correta disposição dos dejetos inerentes a essas atividades. Deverá ser proibido o desenvolvimento de atividades agropecuárias na área da faixa de proteção, sendo a captação d'água para dessedentação animal efetuada através de bombeamento.

As responsabilidades e custos da presente medida encontram-se inclusas no plano de delimitação e fiscalização da faixa de proteção do reservatório, anteriormente descrito.

## **5.8 – PROJETO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO DESALOJADA**

### **5.8.1 – Generalidades**

O Projeto de Reassentamento da população atingida pela implantação da Barragem Melancia foi elaborado pelo Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT. De acordo com dados do levantamento cadastral serão atingidas pelo empreendimento 52 propriedades rurais, sendo que destas nove são espólios. Na área a ser desapropriada residem seis famílias de proprietários rurais, cinco famílias de moradores com benfeitorias e nove famílias de moradores sem benfeitorias. No Quadro 3.28 do Capítulo 3 deste relatório, encontra-se apresentada à listagem dos proprietários, moradores e benfeitores das propriedades atingidas.

O projeto de reassentamento rural ora apresentado é pautado nas especificações técnicas do Banco Mundial e na estratégia de reassentamento rural desenvolvida pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), órgão responsável pela efetivação do mesmo.

É de suma importância, que o projeto de reassentamento da população desalojada contemple em seu bojo a elaboração de um plano econômico voltado para a reativação da economia local. No caso específico da Barragem Melancia, tal prerrogativa não se faz imprescindível já que 65,0% das famílias desalojadas continuarão residindo nas áreas remanescentes das propriedades. Ressalta-se, no entanto, que a economia da área impactada se encontra centrada na agricultura, com destaque para o cultivo da castanha do caju, que responde pela maior parte da renda agrícola gerada. Assim sendo, a inundação de áreas com cajueirais, embora não muito significativa, causará impacto adverso sobre o nível de renda da população. O aproveitamento hidroagrícola de terras a jusante (irrigação difusa) e o desenvolvimento da piscicultura no lago a ser formado constituem atenuantes desse problema.

No que se refere às moradias, qualquer que seja a alternativa de reassentamento escolhida pelas famílias desalojadas, o Projeto de Reassentamento proposto contempla a construção das novas moradias com padrão similar ou superior ao existente na região.

## **5.8.2 – Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento**

### **5.8.2.1 – Compilação e Análise dos Dados Existentes**

Antes da execução da pesquisa sócio-econômica propriamente dita, foram efetuados um levantamento e análise dos dados secundários existentes, visando o fornecimento de subsídios para a definição da estratégia de execução dos trabalhos de campo, bem como o delineamento preliminar da realidade a ser estudada. Tais informações versaram basicamente sobre os seguintes documentos técnicos:

- Política de Reassentamento do Estado do Ceará;
- Diretrizes de Reassentamento do World Bank (OD 4:30);
- Manual Operativo de Reassentamento da SRH, incluindo: metodologia para avaliação do valor das habitações e outras estruturas; tabela de preços da SRH; especificações da habitação padrão, infra-estrutura de água e saneamento, e outras obras necessárias; procedimentos legais e administrativos aplicáveis, inclusive nos processos de apelação; legislação e regulamentos pertinentes à expropriação, processos de reassentamento e as

instituições responsáveis pelo processo; procedimentos para titulação e distribuição de lotes;

- Dados relativos a mapa da bacia hidrográfica da Barragem Melancia; levantamentos topográfico e pedológico; volume e níveis do açude; projeto proposto para a barragem e respectiva infra-estrutura; mapas e localização das propriedades rurais do polígono de desapropriação; contratos legais padrões entre o Estado e os colonos; modelos de questionários (levantamento de ocupantes arrendatário / posseiro e proprietário); modelo de convênios para suprimento d'água e outros serviços; resultado do cadastro, inclusive planilha e cadastros individuais; estudo de impacto ambiental; dados relativos à infra-estrutura dos núcleos urbanos da região.

#### 5.8.2.2 – Execução da Pesquisa Sócio-Econômica

Tal estudo teve como objetivo traçar o perfil da população rural impactada pela formação do reservatório através da aplicação de pesquisa sócio-econômica censitária, tendo como instrumento o questionário padrão da SRH, bem como entrevistas abertas com as principais lideranças locais.

Além do dimensionamento e caracterização da população alvo, a pesquisa apropriou as expectativas da população face a construção do reservatório e suas pretensões quanto ao local de residência futura, entre outras. A pesquisa sócio-econômica com registro dos nomes das famílias afetadas foi realizada em meados de julho de 2004, logo após a conclusão do levantamento cadastral dos imóveis, a fim de evitar o influxo de populações não merecedoras de indenizações. Foram aplicados questionários para levantamento de ocupantes, conforme modelo fornecido pela SRH. Além da descrição das características domésticas usuais, a pesquisa sócio-econômica procurou centrar-se sobre:

- Magnitude do deslocamento;
- Informações completas sobre a base de recursos da população atingida, inclusive sobre rendimentos derivados do setor informal e de atividades não agrícolas e dos bens comunitários;
- Extensão das perdas totais ou parciais que sofrerão os grupos atingidos;
- Infra-estrutura pública e serviços sociais que serão afetados;

- Instituições formais e informais que poderão ajudar no planejamento e execução dos programas de reassentamento (tais como organizações comunitárias, grupos religiosos, etc.);
- Opiniões sobre as opções de reassentamento.

Foram considerados ocupantes todas as pessoas que usam atualmente a terra para agricultura, pastagens, atividades não agrícolas ou habitação, independente de sua condição legal ou não de proprietário. O Projeto de Reassentamento identificou a população atingida de acordo com o discriminado a seguir:

- Todos os ocupantes da área da barragem e do açude, inclusive da área de segurança de 100,0 m no entorno do açude a partir da cota única de sangria;
- Todos os ocupantes das áreas ocupadas pela infra-estrutura associada à barragem (estradas, sangradouro, linhas elétricas, casas, etc.);
- Todas as pessoas temporariamente deslocadas pelas obras civis.

Além da pesquisa, foram efetuadas visitas as localidades identificadas na área em questão com o objetivo de melhor perceber o seu padrão de ocupação (número de casas, tipologia, comércio, localização espacial, existência de escolas, igrejas, serviços de transporte, serviços utilitários como eletricidade, abastecimento d'água, etc. e associações comunitárias).

Como produto desta etapa inicial foi formulada uma agregação da população, segundo grupos homogêneos do ponto de vista da natureza do impacto sofrido e cujos integrantes deverão receber tratamento análogo para efeito de reassentamento, apresentando-se um perfil de cada grupo que evidenciará seus atributos quantitativos e qualitativos mais importantes. A priori pode ser constatada a existência dos seguintes grupos:

- Famílias que poderão permanecer nas áreas remanescentes das propriedades;
- Famílias com solução própria, englobando proprietários e moradores, que em função da indenização a receber terão condições de adquirir áreas de produção com dimensões suficiente para sua subsistência e ascensão social;
- Famílias sem solução própria, impactados apenas no tocante às suas moradias, simples moradores sem benfeitorias ou com indenização que não permite o autoreassentamento.

Tais informações foram imprescindíveis para a definição das alternativas de reassentamento a serem implementadas.

### 5.8.2.3 – Avaliação Sócio-Econômica

A avaliação sócio-econômica teve por objetivo avaliar os efeitos da construção da barragem e respectiva infra-estrutura sobre as pessoas da região; detectar as possibilidades do desenvolvimento social proporcionado pela barragem e identificar as necessidades e preferências da população afetada. Com base nessa avaliação, o Projeto de Reassentamento forneceu a base para uma combinação de medidas a serem tomadas pela SRH, considerando cada família afetada individualmente, cumprindo assim os objetivos da Política de Reassentamento do Estado. A avaliação sócioeconômica, também, permitiu estimar os efeitos da construção da barragem, incluindo:

- A perda da terra usada para agricultura, pastagens, atividades não agrícolas formais e informais, e habitação;
- Acesso à água e capacidade do solo nas porções de terras remanescentes, incluindo os usos da terra e classificando solos aluviais;
- A necessidade ou oportunidade de se introduzir novas culturas ou outras atividades geradoras de renda;
- Tempo necessário para que as atividades econômicas restauradas produzam benefícios como, por exemplo, o tempo necessário para a primeira colheita;
- Efeito do reservatório sobre o acesso aos serviços.

O estudo avaliou os recursos usados pela comunidade, localizados dentro e fora da área afetada, bem como reuniu informações sobre disponibilidade, capacidade e acessibilidade de:

- Infra-estrutura de transporte, inclusive trilhas e passagens molhadas;
- Serviços de transporte;
- Serviços utilitários, como eletricidade, abastecimento d'água;
- Outros serviços, inclusive postos de saúde, escolas, mercados, agências de correio;

- Infra-estrutura comunitária, como igrejas, associações de moradores, campos de futebol, etc.;
- Fontes de combustível, especialmente lenha.

A avaliação social identificou as características principais da vida social na comunidade, inclusive associações formais e informais, grupos religiosos e grupos afins.

#### 5.8.2.4 – Participação da Comunidade

A participação dos reassentados nas fases do planejamento de projetos de reassentamento assume primordial importância. Assim sendo, para obter-se cooperação, participação e "feedback", os reassentados foram sistematicamente informados e consultados sobre os seus direitos e sobre as opções possíveis durante a preparação do projeto de reassentamento. Estas medidas foram tomadas com a participação ativa das populações interessadas.

A importância da participação da população alvo, ou pelo menos, de suas lideranças legítimas, ao longo das fases de elaboração do projeto efetivo de reassentamento, deve-se ao princípio de que ninguém aprecia perder a capacidade de decidir sobre o próprio destino, pois se corre o risco de rejeição a quaisquer medidas a serem adotadas, por mais benéficas que sejam elas.

No caso específico do projeto de reassentamento da população a ser desalojada pela Barragem Melancia, dado o número relativamente reduzido de famílias afetadas foi necessária a execução de apenas duas reuniões, realizadas no grupo escolar da localidade de Melancia dos Costas, nos dias 14/07/2005 e 03/08/2005. As referidas reuniões tiveram como objetivo informar a população sobre os seguintes itens:

- Apresentar à população afetada, informações a cerca das obras da barragem e seus impactos;
- Processo de desapropriação adotado pela SRH (normas, tabela de preços, acesso aos laudos de terras e de benfeitorias, etc);
- Informar sobre os procedimentos que serão adotados para o seu reassentamento;
- Registrar, através de anotações, as necessidades e preferências da população afetada;

- Esclarecer soluções alternativas para as famílias afetadas;
- Obter da população afetada sugestões e reações às soluções propostas, assimilando as suas sugestões sempre que estas forem consideradas viáveis.

Dessa análise surgiu elementos para formulação das alternativas de reassentamento a serem implementadas, considerando as novas perspectivas que surgirão com a criação do reservatório. Os tópicos e conclusões das duas reuniões foram registrados em atas, que se encontram apresentadas nos Anexos.

#### 5.8.2.5 – Alternativas de Reassentamento

Com base na caracterização sócio-demográfica da população impactada foi procedida à definição das proposições de reassentamento para os diferentes casos existentes, tendo sempre como premissas:

- Ajustamento ao perfil sócio-económico dos diferentes grupos homogêneos identificados, principalmente do ponto de vista da experiência pregressa e da grande interferência sofrida;
- Contemplar as percepções e expectativas locais identificadas quanto ao encaminhamento de soluções de relocação;
- Incluir medidas paralelas de equacionamento de aspectos relativos à infraestrutura social, urbana e econômica, tais como saúde, educação, habitação, abastecimento d'água, acessos viários, identificação e apoio à produção;
- Viabilidade econômica, de modo a fornecer à população afetada uma probabilidade razoável de manter ou melhorar o seu padrão de vida.

Dentre as opções que podem ser adotadas em projetos de reassentamento e que foram discutidas nas reuniões com as famílias afetadas pode-se citar:

- Reassentamento nas áreas remanescentes: quando indicada a realocação nesse local, o plano examina os lotes caso a caso, levando em consideração a preferência do atingido, os solos, a declividade e outros fatores que influenciem a produtividade, para assegurar que cada família consiga o mesmo nível de produção que possuía anteriormente;
- Reassentamento em agrovila: para as famílias que escolherem esta opção, o Projeto de Reassentamento identificará os locais alternativos adequados com terras agrícolas e locais para habitação a uma distância razoável da

localização atual dos agricultores deslocados, verificando se esses locais estão disponíveis;

- Reassentamento urbano: para as famílias que escolherem esta opção, o plano identificará locais adequados nos centros urbanos vizinhos;
- Compensação monetária: a compensação monetária da terra e/ou benfeitoria terá valor suficiente para reposição dos bens perdidos e/ou restabelecimento do nível de produção.

No caso específico da Barragem Melancia, das 20 famílias atingidas apenas 14 famílias deverão ser alvo do projeto de reassentamento, sendo estas compostas por duas famílias de proprietários residentes nos lotes, três famílias de moradores com benfeitorias e nove famílias de moradores sem benfeitorias. Boa parte destas famílias optaram por ser relocadas nas áreas remanescentes das propriedades (64,3%), o que inviabiliza a construção de uma agrovila para o atendimento das outras famílias dado o seu pequeno número. Assim sendo, o reassentamento se restringirá a complementação financeira ou ajuda de custo até atingir o valor de R\$ 7.000,00 para cada uma das 12 famílias de moradores. As duas famílias de proprietários residentes, por sua vez, serão contempladas com complementação financeira até atingir R\$ 14.000,00/família.

Quanto as outras quatro famílias de proprietários residentes nos lotes e duas de moradores com benfeitorias, por receberem valores das indenizações superiores a R\$ 14.000,00 e R\$ 7.000,00, respectivamente, estas poderão efetuar o autoreassentamento, não sendo contempladas com complementação financeira ou ajuda de custo.

#### 5.8.2.6 – Arcabouço Legal

Para a montagem de um projeto viável de reassentamento torna-se necessária uma perfeita compreensão dos aspectos legais envolvidos. Assim sendo, foi determinado o arcabouço legal do reassentamento, o qual contemplou os seguintes pontos:

- A extensão e importância dos apossamentos existentes, a natureza das indenizações decorrentes, tanto em termos de metodologia das avaliações quanto dos prazos de desembolsos;
- Os procedimentos legais e administrativos aplicáveis, incluindo os processos de recursos e os prazos legais desses processos;

- Titulação das terras e procedimentos de registro;
- Leis e regulamentos pertinentes aos organismos responsáveis pela execução do reassentamento e àqueles relacionados com a desapropriação de terras e indenizações, com os reagrupamentos de terras, com os usos de terras, com o meio ambiente, com o emprego das águas e com o bem-estar social.

#### 5.8.2.7 – Estudos e Projetos Complementares

Além do Projeto de Reassentamento propriamente dito, foram elaborados estudos e projetos complementares para subsidiar as fases de planejamento e implantação do projeto. Entre eles, estão englobados o levantamento cadastral das propriedades aí existentes e a elaboração de planos visando sanar os impactos sobre a saúde e segurança da população durante a implantação das obras civis, bem como que estabeleçam medidas para impedir a invasão dos imóveis desapropriados por pessoas alheias à área.

#### 5.8.2.8 – Planejamento Operacional da Relocação e Assentamento

Foram definidos os aspectos referentes a relocação da população, principalmente no que se refere aos meios de transporte a serem utilizados, aos monitores a serem responsabilizados pelo controle do remanejamento e do conjunto de atividades que envolvem a recepção e encaminhamento da população e dos seus pertences às novas moradias.

Além do dimensionamento da equipe a ser engajada neste processo e dos equipamentos necessários foram estimados os custos a serem incorridos com o pagamento de diárias aos monitores e com o aluguel de caminhões para a mudança e de carros de apoio para a equipe, entre outros.

#### 5.8.2.9 – Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento

O programa de Implementação do Projeto de Reassentamento contemplou inicialmente a quantificação e estimativa dos custos relativos às diversas etapas do projeto, bem como a confecção de um plano de financiamento, elaborado juntamente com a SRH, apresentando as fontes de recursos para todos os custos e um cronograma de implantação das atividades a serem desenvolvidas.

Foi elaborada, juntamente com a SRH, uma matriz institucional indicando os órgãos públicos e/ou instituições privadas, que serão responsáveis pela implementação das atividades previstas, os quais são discriminados a seguir:

- Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), através das seguintes unidades: Unidade de Cadastro, Desapropriação e Reassentamento (UCDR); Unidade de Mobilização Social (UMS); Comitê de Apoio ao Reassentamento e a Preservação Ambiental dos Açudes (CARPA); Comitê Pró-Mudança (CPM); Comissão de Integração Social dos Açudes Públicos (COMISA) e Monitores de Campo (MC);
- Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA);
- Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH);
- Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDU);
- Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE);
- Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR);
- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER);
- Instituto de Desenvolvimento Agrário (IDACE);
- Secretaria do Trabalho e da Ação Social (SAS);
- Prefeituras Municipais de São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste;
- Secretaria de Educação (SEC);
- Companhia Energética do Ceará (COELCE).

#### 5.8.2.10 – Custos de Implantação do Reassentamento

Os custos a serem incorridos com a implementação do Projeto de Reassentamento englobam não só os gastos pertinentes às indenizações de terras e benfeitorias, como o pagamento de compensação financeira para as famílias cujos valores das indenizações foram inferiores a R\$ 7.0000, no caso dos moradores e a R\$ 14.000,00, no caso dos proprietários residentes. Envolvem, ainda, os gastos com a implantação de uma estrada na área de entorno do reservatório e a implantação de rede elétrica nas áreas remanescentes. Os custos para implementação do projeto de reassentamento da Barragem Melancia foram orçados em R\$ 1.325.366,92, conforme pode ser visualizado no **Quadro 5.5**. A Tabela de Preços da SRH adotada no cálculo das indenizações de terras e benfeitorias encontra-se apresentada nos Anexos.

## QUADRO 5.5 – CUSTOS DO PROJETO DE REASSENTAMENTO

Discriminação	Valor (R\$ 1,00)
<b>Indenizações</b>	<b>773.599,65</b>
▪ Laudo de terras	17.539,92
▪ Laudo de benfeitorias	756.059,73
<b>Construção de estrada de contorno</b>	<b>180.000,00</b>
<b>Implantação de Rede Elétrica nas áreas remanescentes</b>	<b>300.000,00</b>
<b>Compensação Monetária/Ajuda de Custo</b>	<b>71.767,27</b>
<b>Total</b>	<b>1.325.366,92</b>

### 5.9 – PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO

O programa de peixamento proposto para a Barragem Melancia contempla apenas a exploração da piscicultura extensiva, na qual o povoamento inicial do reservatório deverá adotar inicialmente a adaptação das espécies nativas da bacia do riacho Melancia às condições lênticas do reservatório. Dentre as espécies de peixes constatadas pela pesquisa de campo na bacia do riacho Melancia figuram: curimatã comum (*Prochilodus cearaensis*), cará (*Geophagus brasiliensis*), traíra (*Hoplias malabaricus*), piau comum (*Leporinus sp.*), piaba (*Astyanax sp.*), tambaqui (*Colossoma macroponum*), tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*) e carpa (*Cyprinus carpio*), estas três últimas aclimatizadas.

Posteriormente devem ser introduzidas espécies aclimatadas selecionadas, tendo em vista maior exploração do valor econômico. A escolha das espécies a serem introduzidas no açude contemplou os seguintes critérios:

- Critérios ecológicos: posição na cadeia trófica, potencial reprodutivo, produtividade da biomassa, etc;
- Critérios econômicos-culturais: facilidade de manejo, fonte protéica e energética, palatabilidade, boa aceitação comercial, etc.

Dentre as várias espécies propostas para o peixamento da Barragem Melancia Serra figuram:

- Curimatã comum (*Prochilodus cearensis*) - espécie nativa muito bem adaptada para piscicultura em açude. Desova de março a maio nas cabeceiras dos rios. É iliófaga, consumindo diatomáceas, protozoários, microcrustáceos, etc.;

- Carpa comum (*Cyprinus carpio*) - espécie vegetariana, de origem chinesa, altamente adaptada no Brasil. Excelente para peixamento de reservatórios;
- Tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*) - é uma espécie aclimatizada, planctófaga e rapidamente atinge o peso ideal para a captura, sendo excelente para o peixamento;
- Tambaqui (*Colossoma macropomum*) - espécie originária da região amazônica, onívora, largamente utilizada nos programas de povoamento de açudes.

A primeira etapa do programa de peixamento da Barragem Melancia deve compreender a formação de estoque de matrizes e reprodutores. A duração prevista dessa etapa é de aproximadamente 2 anos.

No povoamento inicial deverão ser utilizados alevinos de espécies que se reproduzam naturalmente e espécies reofilicas, que se reproduzem artificialmente. Foram sugeridas como espécies a serem introduzidas no reservatório, além das citadas anteriormente (curimatã comum, carpa comum, tambaqui e tilápia do Nilo), a curimatã pacu, o apaiari, a pescada do Piauí, a pirapitinga, o piau verdadeiro e a sardinha. Além destes, convém acrescentar exemplares de camarão canela, os quais completarão o povoamento do açude.

A segunda etapa consiste no repovoamento com espécies que não se reproduzem no reservatório. Realizado a cada dois anos, o repovoamento deverá constar da adição de alevinos de carpa comum, curimatã pacu, tambaqui, pirapitinga e piau verdadeiro. Algumas espécies poderão requerer repovoamento dependendo do grau de depleção das mesmas. Caso seja necessário, recomenda-se utilizar o mesmo número de alevinos do povoamento inicial. O **Quadro 5.6** apresenta os quantitativos de alevinos a serem utilizados no povoamento inicial e no repovoamento do reservatório. Os alevinos para o peixamento deverão ter comprimento acima de 60mm.

Os alevinos poderão ser obtidos na Estação de Piscicultura Valdemar C. de França, em Maranguape; no Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho Von Inhering, em Pentecoste, ambos pertencentes ao DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, ou na Estação de Piscicultura Raimundo Saraiva da Costa, em Fortaleza, esta última pertencente a UFC – Universidade Federal do Ceará. As estações de piscicultura devem ser contatadas com uma antecedência mínima de 30 dias.

**Quadro 5.6 – Número de Alevinos Utilizados no Peixamento do Reservatório**

Espécies	Povoamento Inicial		Repovoamento	
	Alevinos/ha	Nº de Alevinos	Alevinos/ha	Nº de Alevinos
Curimatã Comum	100	49.200	-	-
Curimatã Pacu	125	61.500	125	61.500
Apaiari	50	24.600	-	-
Pescada do Piauí	100	49.200	-	-
Tambaqui	125	61.500	125	61.500
Pirapitinga	125	61.500	125	61.500
Carpa Comum	125	61.500	100	49.200
Piau Verdadeiro	125	61.500	125	61.500
Sardinha	50	24.600	-	-
Tilápia do Nilo	50	24.600	-	-
Camarão Canela	25	12.300	-	-
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>492.000</b>	<b>600</b>	<b>295.200</b>

Cuidados especiais deverão ser tomados na liberação dos alevinos no reservatório, visando minimizar a ação dos predadores (pássaros, peixes, etc.), bem como a variação de temperatura entre a água do reservatório e a água dos recipientes onde os alevinos estão acondicionados. Não se deve também liberar os alevinos nas imediações do sangradouro da barragem.

A produtividade média da pesca nos açudes públicos cearenses administrados pelo DNOCS é de 130kg/ha/ano. Contudo, em vários açudes públicos de porte similar a Barragem Melancia, onde o programa de alevinagem é bem conduzido com adoção de medidas de fomento e de administração da pesca, as pesquisas realizadas revelam que se pode chegar à captura de 250kg/ha/ano de pescado, no oitavo ano após o enchimento do reservatório. Assim sendo, o potencial pesqueiro da Barragem Melancia, no ano de estabilização, será de 123 toneladas de pescado, considerando a área da bacia hidráulica (492 ha).

A SRH e a COGERH caberão implantar a administração dos recursos pesqueiros do açude, onde vigorarão as leis e normas referentes à regulamentação da pesca em águas interiores, com vistas à proteção da ictiofauna. A proibição da pesca na época das cheias, quando ocorre o fenômeno da piracema, e o controle do tamanho da malha da rede de espera, constituem umas das principais normas disciplinares a serem seguidas na área.

O empreendedor deve estimular a população ribeirinha à prática pesqueira incentivando, inclusive, a criação de um clube de pesca ou cooperativa de pesca que poderá ter as seguintes atribuições: comercialização; regulamentação e fiscalização da pesca no reservatório; promoção de cursos de treinamento e campanhas de conscientização sobre a importância deste tipo de uso do açude, entre outras.

O programa de peixamento do açude deverá ser iniciado logo que se complete o enchimento do lago devendo, em 4 (quatro) anos, no mínimo, estar em plena operação. A pesca comercial, no entanto, poderá ser iniciada 1 (um) ano após o enchimento do açude e seu peixamento inicial. A área da bacia hidráulica do reservatório deverá ser desmatada visando evitar não só a eutrofização das águas represadas, como danos as embarcações e artes de pesca, tendo esta medida já sido prevista no âmbito do presente EIA/RIMA.

Estima-se que com essa atividade, sejam criadas 30 novas oportunidades de emprego para pescadores e mais 60 empregos indiretos, isto é, para ajudantes de pescaria, reparo e fabricação de redes e outros artefatos pesqueiros, fabricação e comercialização de gelo, sal e outros insumos, preservação e processamento do pescado (evisceração, salga, filetagem, etc.), transporte e comercialização do pescado.

Os investimentos na atividade pesqueira do açude, bem como a receita gerada na ocasião da estabilização do programa de peixamento deverá ser devidamente quantificada em projeto específico, cuja elaboração deverá ser contratada pela SRH.

Estimativas efetuadas pelo Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT prevê uma receita gerada na atividade pesqueira, quando da estabilização do programa de peixamento, da ordem de R\$ 184.500,00 (preço de julho de 2004), conforme pode ser visualizado no **Quadro 5.7**.

Com relação aos investimentos, representados pela implantação de um entreposto de pesca, pela aquisição de alevinos para o povoamento inicial do reservatório e de equipamentos e materiais de pesca (balança de pé, balança de balcão, redes de espera, redes sardinheira, espinhéis, covos, tarrafas, caixas de isopor e canoas a remo), estimou-se um custo de R\$ 81.132,00, conforme pode ser visualizado no **Quadro 5.8**. Os investimentos devem ser efetuados nos 3 primeiros anos após o enchimento do reservatório.

O custo anual da pesca atingirá a cifra de R\$ 15.148,00 (Quadro 5.8), sendo composto pela aquisição gelo, sal e de 50,0% dos alevinos previstos para o repovoamento, bem como gastos com manutenção dos equipamentos de pesca e edificações.

**Quadro 5.7 – Valor da Produção de Pescado**

Ano (1)	Estágio de Captura (%)	Produção Total (t)	Preço Unitário Médio (R\$/t)	Valor Produção Pescado (R\$)
1	10	12,3	1.500,00	18.450,00
2	20	24,6	1.500,00	36.900,00
3	30	36,9	1.500,00	55.350,00
4	44	54,1	1.500,00	81.150,00
5	58	71,3	1.500,00	106.950,00
6	72	88,6	1.500,00	132.900,00
7	86	105,8	1.500,00	158.700,00
8 e +	100	123,0	1.500,00	184.500,00

**Quadro 5.8 – Investimentos e Custeio Anual do Programa de Pesca**

Discriminação	Unidade	Quantidade	Custos (R\$)	
			Unitário	Total
<b>Investimentos</b>			<b>81.132,00</b>	
Entrepasto	um	1	25.000,00	25.000,00
Balança de Pé (200kg)	uma	1	540,00	540,00
Balança de Balcão (30kg)	uma	1	650,00	650,00
Alevinos	um	492.000	0,022 a 0,025	11.562,00
Redes de Espera (100m)	uma	11	2.000,00	22.000,00
Redes Sardinheira (100m)	uma	11	1.000,00	11.000,00
Espinhel (100 anzóis)	um	14	10,00	140,00
Covos	um	54	10,00	540,00
Tarrafas	uma	16	100,00	1.600,00
Caixa de Isopor (80l)	uma	30	20,00	600,00
Canoa à Remo	uma	30	250,00	7.500,00
<b>Custos Operacionais Anuais</b>			<b>15.148,00</b>	
Alevinos	um	295.200	0,022 a 0,025	6.937,20
Gelo	t	62	86,00	5.332,00
Sal	t	8	120,00	960,00
Manutenção dos equipamentos de pesca/edificações	-	-	-	1.918,80

Deduzindo do valor da produção anual de pescado os custos operacionais, obtém-se para o ano de estabilização uma renda líquida anual de R\$ 169.352,00, o correspondente a R\$ 5.645,00/pescador/ano ou R\$ 470,42/pescador/mês.

## 5.10 – PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SANITÁRIA

### 5.10.1 – Generalidades

Na região onde a Barragem Melancia será implantada ocorrem e/ou são passíveis de ocorrer diversos fatores de origem antrópica que podem vir a contribuir para o desencadeamento de processos erosivos com conseqüente aporte de sedimentos, assoreamento e diminuição da capacidade de acumulação do reservatório, bem como para a poluição da água represada.

As ações ora propostas contribuirão para a conscientização ecológica dos usuários do reservatório e das instituições governamentais e não governamentais atuantes no território da área de influência da Barragem Melancia estimulando a participação destes na defesa do meio ambiente. Contribuirá, ainda, para a promoção de um dos pré-requisitos básicos para a gestão dos recursos hídricos na região de influência do reservatório, uma vez que estimula o desenvolvimento sustentável das atividades econômicas permitindo o uso racional e a preservação da água.

### 5.10.2 – Referencial Teórico do Programa de Educação Ambiental e Sanitária

O conceito que as pessoas têm do meio ambiente constitui um dos aspectos mais importantes nas análises psicossociológicas e filosóficas dedicadas à questão ambiental, pois influenciam a forma como as pessoas percebem e agem no meio ambiente, podendo explicar as atitudes e os comportamentos da complexa inter-relação homem-meio ambiente.

Estudos realizados no Brasil permitem caracterizar pelo menos três tipos de conceitos ou representações de meio ambiente mais freqüentes:

- (i) A representação mais naturalista, onde o meio ambiente é representado pela natureza, isto é, a fauna, a flora e os elementos naturais, como a água, o ar, o solo;
- (ii) A representação mais antropocêntrica, onde o homem é percebido como centro ou senhor da natureza, com a nítida idéia de dominador; e
- (iii) A representação mais holística ou globalizante, onde o homem é concebido como parte integrante do meio ambiente, interrelacionando com todos os demais seres em busca do equilíbrio.

Esta questão, quando analisada sob o enfoque da educação ambiental, apresenta-se como fundamental ao determinar qual idéia de meio ambiente é mais adequada para medir a relação que se pretende mais harmônica do homem com o meio ambiente. Neste aspecto, o trabalho a ser desenvolvido deverá adotar o conceito denominado mais holístico, pois trata da abordagem preconizada pela Agenda 21 e pelo Programa Nacional de Educação Ambiental, como forma de evitar que indivíduos e a sociedade tenham percepção e, conseqüentemente, uma relação fragmentada com o meio ambiente.

Desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, ocorrida em Estocolmo, em 1972, todas as declarações, documentos e tratados editados pelo conjunto das nações atribuem importância fundamental às comunidades na definição de políticas públicas de gestão do meio ambiente. O Capítulo 36 da Agenda 21, aprovada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), é dedicado basicamente à preparação das comunidades para assumirem individual e coletivamente, responsabilidades sobre as questões ambientais e desenvolvimento.

A compreensão pela população de que os comportamentos individuais são fundamentais para a proteção do meio ambiente é um dos aspectos que deve se buscar com a educação e a mobilização ambiental. Conseqüentemente, a responsabilidade individual é um elo importante do processo para redução dos problemas ambientais e para garantir a vida futura no planeta. Assim, esse entendimento pode ser crucial para a eficácia da mudança de comportamento e a adoção de atitudes e posturas ambientalmente corretas. Certamente que, neste contexto, deve-se privilegiar a necessidade de criar ou desobstruir canais efetivos de manifestação e participação populares que atendam às características sociais e culturais locais e regionais, desde que, na essência, o princípio de ouvir a população seja garantido.

### **5.10.3 – Objetivos**

#### **5.10.3.1 – Objetivo Geral**

O Programa de Educação Ambiental e Sanitária preconizado tem como objetivo geral promover a internalização, o disciplinamento e o fortalecimento da dimensão ambiental no processo educativo, com vistas a prevenir e conter os impactos adversos sobre o meio ambiente, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida na área de influência da Barragem Melancia, e para o aperfeiçoamento do processo de interdependência Sociedade-Natureza, necessário a manutenção dos recursos naturais.

Nesse sentido, o programa visa conscientizar os gestores municipais para a importância da integração dos municípios no processo de gestão da bacia hidrográfica contribuinte através da formação de um consórcio intermunicipal e da participação no comitê de bacia.

Outro aspecto relevante consiste em contribuir para a formação de políticas públicas de cunho ambiental, que promovam a conscientização da sociedade em geral quanto aos problemas relacionados à gestão, conservação e proteção dos recursos hídricos.

O programa visa, ainda, implementar um ciclo de ações interativas envolvendo a comunidade, a escola e o aparato institucional (comitê de bacia, prefeituras municipais e outros órgãos públicos), de modo que a área de influência da Barragem Melancia disponha de um programa com características integradoras, que tenha na escola um pólo de aglutinação de ações estratégicas com o objetivo de formar, construir e somar valores, dinâmicas e atitudes pró-sustentabilidade.

#### 5.10.3.2 – Objetivos Específicos

Dentre os objetivos específicos a serem atingidos pelo Programa de Educação Ambiental e Sanitária ora proposto figuram:

- Difundir princípios e técnicas sobre preservação ambiental junto à comunidade local, agentes econômicos, classe estudantil, etc.;
- Capacitar os recursos humanos das instituições locais (professores, extensionistas, agentes de saúde, agentes de vigilância sanitária, etc.) para a difusão de princípios e técnicas de preservação e conservação dos recursos naturais no seu ambiente de trabalho, como parte do exercício da cidadania local;
- Estimular a formação de um grupo de multiplicadores locais em educação ambiental e sanitária, nos níveis formal e não formal, que repasse permanentemente para população noções sobre medidas preservacionistas;
- Sensibilizar os gestores municipais para a necessidade de formação de um consórcio municipal para o gerenciamento, difusão e execução de ações preservacionistas no território da bacia hidrográfica contribuinte da Barragem Melancia;

- Sensibilizar a população para que seja constituído um Conselho Popular da Comunidade voltado para a obtenção de informações e para debater e opinar sobre os problemas e políticas ambientais locais;
- Mobilizar instituições formais de educação básica para o apoio ao programa de educação ambiental através do envolvimento da comunidade estudantil;
- Envolver organizações sociais locais como espaços privilegiados para o exercício da cidadania e melhoria da qualidade ambiental;
- Contribuir para a conservação dos recursos hídricos, em termos quantitativos e qualitativos, através do estímulo ao reflorestamento das matas ciliares do riacho Melancia nos trechos degradados na área da bacia de contribuição da Barragem Melancia;
- Propor medidas alternativas para a eliminação ou minimização dos problemas ambientais identificados;
- Efetuar a avaliação da implementação do programa ao final de cada etapa e após a sua conclusão, apresentando sugestões para correção e aperfeiçoamento das atividades ou encaminhamentos propostos.

#### **5.10.4 – Área de Abrangência do Estudo**

A área de abrangência do estudo engloba o território da bacia de contribuição da Barragem Melancia. A referida barragem barra o riacho Melancia na localidade de Melancia dos Costas, com a área da bacia hidrográfica contribuinte estando posicionada em terras dos municípios de São Luís do Curu, Pentecoste e São Gonçalo do Amarante. A bacia hidrográfica do riacho Melancia se constitui numa sub-bacia do rio Curu.

A área objeto do Programa de Educação Ambiental e Sanitária se estende desde as cabeceiras do riacho Melancia até a localidade de Melancia dos Costas, onde encontra-se posicionado o eixo do barramento, perfazendo um total de 136,97 km<sup>2</sup>.

#### **5.10.5 – Definição do Público-Alvo**

A definição do público-alvo do programa deverá ter como base um diagnóstico das condições sócio-econômicas e ambientais vigentes no território da bacia contribuinte. Deverá envolver diferentes grupos sociais abrangendo além da população residente nas comunidades rurais, lideranças comunitárias; os agentes econômicos aí atuantes; professores e a classe estudantil; organizações da sociedade civil atuantes

na região, agentes de saúde, agentes de vigilância sanitária, extensionistas rurais e as administrações públicas municipais, entre outros.

#### **5.10.6 – Diretrizes Programáticas**

As diretrizes norteadoras da execução do programa são as seguintes:

- Transversalidade, assegurando uma integração equilibrada das múltiplas dimensões da realidade social da área: cultura, educação formal, saúde, saneamento, lazer e atividades econômicas;
- Sustentabilidade, assegurando espaço de participação ativa à população no âmbito do programa, de protagonismo às lideranças locais e controle social;
- Sinergia, assegurando ação integrada com as demais políticas e órgãos municipais e estaduais de meio ambiente e organizações da sociedade civil atuantes na área.

#### **5.10.7 – Princípios Norteadores**

Os princípios norteadores da ação do programa são os seguintes:

- Intersetorialidade, considerando a visão de interdependência entre o meio natural e o construído, o socio-econômico e o cultural, o físico e o espiritual;
- Participação Social, considerando o enfoque de sustentabilidade social do programa e sua continuidade;
- Transparência e Diálogo, com todos os segmentos sociais existentes na área: comunidade em geral, líderes comunitários, classe estudantil, produtores rurais, pescadores, comerciantes/prestadores de serviços, órgãos públicos, entre outros;
- Cidadania Ambiental Ativa, baseada na consciência ecológica e na ética das relações da população com o meio ambiente.

#### **5.10.8 – Diagnóstico das Condições Socioeconômicas e Ambientais da Bacia Hidrográfica Contribuinte**

Para a elaboração de um diagnóstico das condições socioeconômicas e ambientais vigentes no território da bacia contribuinte deverão ser aproveitados dados levantados em estudos desenvolvidos anteriormente pela SRH ou por outros órgãos na bacia do riacho Melancia. Os dados coletados deverão ser submetidos à análise,

devendo ser complementados com levantamentos de campo sempre que se fizer necessário.

O diagnóstico a ser elaborado deverá abranger os meios físico e biótico, ficando assim caracterizados os ecossistemas da área do estudo. Deverá contemplar, ainda, uma caracterização dos assentamentos humanos rurais, com suas atividades econômicas, educacionais e culturais, bem como suas infra-estruturas básicas.

Especial ênfase deverá ser dada às questões vinculadas à identificação das degradações ambientais incidentes sobre o riacho Melancia, com destaque para a degradação das suas matas ciliares, bem como para identificação das formas de trânsito das informações e lideranças formais e informais.

As informações coletadas deverão constituir os elementos básicos para o estudo de uma aproximação prospectiva que permita a identificação dos principais problemas ambientais vigentes. Além disso, deverão dar subsídios para a elaboração de propostas para o desenvolvimento do Programa de Educação Ambiental e Sanitária.

#### **5.10.9 – Estabelecimento de Parcerias**

No desenvolvimento do Programa de Educação Ambiental e Sanitária a ser proposto deverá ser levado em conta o estabelecimento de parcerias, envolvendo não só a própria comunidade, as instituições e os atores sociais atuantes na região alvo do programa, como também o engajamento de órgãos governamentais e instituições da iniciativa privada, cujas participações sejam fundamentais na execução das ações propostas.

As participações de órgãos públicos e instituições no programa podem se dar através da integração de seus técnicos em algumas das atividades propostas seja de forma ativa como palestrantes ou como debatedores de determinados temas, ou através do fornecimento de dados sobre determinados assuntos e repasse de experiências desenvolvidas por estes concernentes as áreas de interesse do programa de educação ora em pauta, o que deve ser viabilizado mediante solicitação formal aos respectivos titulares dessas instituições.

A priori já se visualiza o estabelecimento de quatro parcerias imprescindíveis para a boa execução do programa: com as secretarias de educação de cada município, objetivando a disponibilização de professores; com as secretarias municipais de meio ambiente e com a SEMACE objetivando a obtenção de subsídios para o enriquecimento do programa; com a EMATER e com produtores rurais estimular o reflorestamento das matas ciliares e com as Prefeituras Municipais visando entre outras coisas à formação de um consórcio municipal em defesa do riacho Melancia.

### **5.10.10 – O Papel da Escola no âmbito do Programa**

No âmbito do Programa de Educação Ambiental e Sanitária a ser proposto, a escola deverá ter um papel centrado sobre duas questões primordiais: a acadêmica e a política. A questão acadêmica visa o repasse de conhecimento, enquanto que a questão política deve objetivar o desenvolvimento da cidadania através da conscientização dos alunos para os problemas vigentes na região, trabalhando com estes o pensamento crítico-reflexivo e estimulando a capacidade de observação e expressão. O professor deverá ser o principal agente promotor da educação ambiental.

Assim sendo, deverá ser delineada uma proposta de planejamento pedagógico, visando orientar os professores para as ações que estes irão desenvolver dentro da sala de aula. O planejamento pedagógico deverá estar centrado em três perguntas básicas:

- O que fazer?, que trata da definição do conteúdo a ser trabalhado (degradações ambientais, recursos hídricos, saneamento básico, etc.);
- Para que fazer?, que trata dos objetivos a atingir (conscientizar os alunos sobre a importância da preservação do meio ambiente, trabalhar o pensamento crítico-reflexivo dos alunos, ensinar aos alunos a discutirem assuntos de interesse comum, demonstrar ao grupo que o trabalho coletivo é mais forte, fortalecer a idéia da necessidade de se iniciar um trabalho de preservação do riacho Melancia, etc.) e
- Como fazer?, que trata das técnicas e atividades pedagógicas que podem ser utilizadas, que deverão envolver aulas expositivas, seminários, palestras, concursos de poesia e músicas, peças de teatro sobre temas vinculados ao meio ambiente, artes plásticas, mural, desfiles de moda usando material reciclável, excursões, etc.

### **5.10.11 – Elaboração de Material Didático**

Objetivando divulgar os objetivos e metas preconizadas pelo Programa de Educação Ambiental e Sanitária, bem como referendar os trabalhos a serem desenvolvidos pela equipe de mobilização social deverão ser elaborados diversos materiais didáticos (cartilhas educativas, folderes, boletins informativos, etc.) para serem distribuídos junto aos diferentes públicos-alvos.

Ressalta-se que, no caso específico do setor escola e dos multiplicadores ambientais o material didático a ser preparado deverá envolver a elaboração de uma cartilha didática envolvendo temas pertinentes aos principais problemas ambientais

identificados na área do estudo, bem como técnicas e atividades pedagógicas e de dinâmica de grupo que possam ser utilizadas pelos professores e multiplicadores na sua tarefa de conscientização ecológica. Deverá ser fornecido, ainda, para estes material audiovisual, além de informações relativas a bibliografia recomendada e *sites* que podem ser utilizados para consulta, entre outros.

Deverão ser divulgados, também, através de materiais impressos conhecimentos e normas técnicas adequadas que permitam o manejo preservacionista dos recursos naturais da área do estudo.

#### **5.10.12 – Mobilização Social e Sistema de Informação, Comunicação e Mídia**

O trabalho de mobilização social deverá ter início com a identificação da figura de reeditores (agentes multiplicadores) que, em seu campo de atuação, possam contribuir para aprofundar e viabilizar as metas a que se propõe o Programa de Educação Ambiental e Sanitária proposto. Uma vez identificados os reeditores, procurar-se-á conhecer os seus campos de atuação, para provê-los de compreensões, de alternativas de ações e decisões que irão ajudá-los, no primeiro momento, a responder à seguinte pergunta: o que eu posso fazer no meu campo de atuação, no meu cotidiano? Com o passar do tempo os próprios reeditores irão descobrir sozinhos novas formas de atuar e participar na defesa do meio ambiente. Em suma, será criada a figura do multiplicador ambiental que transfere conhecimentos, formas de uso correto e tecnologias alternativas de uso e gestão dos recursos naturais.

Outro papel a ser desenvolvido pela equipe de mobilização social é o incentivo a participação da comunidade em geral, lideranças comunitárias, agentes econômicos locais, classe estudantil e órgãos públicos a participarem ativamente dos eventos e atividades programadas no âmbito do Programa (palestras, oficinas, cursos, etc.), através de contatos pessoais e da distribuição de convites.

Tendo em vista que todo processo de mobilização social requer um projeto de comunicação em sua estruturação, deverão ser articuladas campanhas de divulgação que terão como meta o compartilhamento, o mais abrangente possível, de todas as informações relacionadas com o Programa de Educação Ambiental e Sanitária, o que inclui desde os objetivos, as informações que justificam sua proposição, até as ações que estão sendo desenvolvidas em outros lugares, por outras pessoas, o que pensam os diversos segmentos da sociedade a respeito das idéias propostas, etc.

Assim sendo, deverão ser efetuadas campanhas informativas que permitam a ampliação da base do processo de mobilização dando-lhe abrangência e pluralidade, reforçando e legitimando o discurso dos reeditores e divulgando as ações e decisões

dos diversos grupos engajados no processo, possibilitando à população conservar os recursos naturais, de forma a conduzir a área do estudo ao desenvolvimento sustentável. Deverá ser prevista, também, a divulgação dos eventos a serem ministrados no âmbito do Programa de Educação Ambiental e Sanitária (seminários, palestras, etc.). Para tanto deverão ser utilizados meios de comunicação radiofônicos, cartazes, distribuição de material impresso, etc.

#### **5.10.13 – Execução de Seminários, Palestras e Reuniões com Grupos Formais e Informais**

Deverão ser executados seminários, palestras e reuniões com grupos formais e não formais visando à divulgação dos objetivos e metas do Programa de Educação Ambiental e Sanitária proposto, a promoção de debates e fóruns sobre a preservação dos recursos naturais e outros que abordem a dimensão ambiental das diversas atividades produtivas desenvolvidas na área do estudo, principalmente as ligadas à agropecuária, pesca, extração de areia, atividades de recreação e lazer, setor saúde, etc.

Mais especificamente, estes eventos deverão objetivar, além da divulgação dos objetivos e metas do programa a:

- Transferência de conhecimento para a população local através da execução de seminários, palestras e debates versando sobre os problemas ambientais vigentes na região, em especial sobre a problemática da degradação do riacho Melancia, especificando causas, conseqüências e medidas mitigadoras passíveis de serem adotadas, capacitando-a para exercer seu papel no controle da gestão ambiental;
- Fornecer apoio aos processos de educação ambiental nas escolas e nas organizações da sociedade civil em nível local, mediante reuniões, palestras, cursos e distribuição de material educativo;
- Contribuir para a fixação de valores, conhecimentos e atitudes relacionados à sustentabilidade ambiental, junto aos produtores econômicos atuantes na região.

Por ocasião da realização dos seminários e palestras deve-se aproveitar o ensejo para divulgação das atividades que estão sendo desenvolvidas pelo programa, incluindo em especial apresentações de peças de teatro, músicas, poesias, artes plásticas desenvolvidos pelos alunos das escolas locais sobre a temática de preservação dos recursos hídricos, além da apresentação de produtos obtidos do reaproveitamento de material reciclável (artesanato e desfiles de moda, etc.).

O número de reuniões e palestras a ser executado será definido após a execução do diagnóstico das condições socioeconômicas e ambientais da bacia de contribuição da Barragem Melancia e definição do público-alvo do Programa de Educação Ambiental e Sanitária, devendo a programação proposta ser submetida a avaliação da fiscalização da SRH.

#### **5.10.14 – Capacitação de Professores e Multiplicadores**

Deverão ser executados cursos de capacitação objetivando a formação de agentes multiplicadores, devendo ter como público-alvo professores e reeditores identificados pela equipe de mobilização social. Os cursos deverão ter uma duração de 32 horas/aula, sendo sub-divididos em dois módulos de 16 horas/aula cada.

O primeiro módulo deverá envolver cursos a ser ministrados junto aos multiplicadores sobre questões relativas aos recursos hídricos abrangendo as características biogeofísicas e socioeconômicas da bacia de contribuição da Barragem Melancia e seus principais problemas ambientais; o processo de gestão integrada da bacia hidrográfica (Lei n.º 6.908, de 01 de julho de 1996); políticas nacional e estadual de educação ambiental; conceitos de desenvolvimento sustentável; técnicas de elaboração de projetos de educação ambiental, técnicas pedagógicas e de dinâmica de grupo, entre outros. Cada agente multiplicador deverá elaborar um projeto passível de ser implementado em suas atividades cotidianas.

No segundo módulo deverão ser apresentados e debatidos os projetos de educação ambiental elaborados pelos agentes multiplicadores e discutidas sugestões para elaboração do material educativo, o qual deverá ser posteriormente distribuído para uso no desenvolvimento dos projetos dos reeditores capacitados.

O número de cursos a ser executado será definido após a execução do diagnóstico das condições socioeconômicas e ambientais da bacia de contribuição da Barragem Melancia e da definição do público-alvo do Programa de Educação Ambiental e Sanitária, devendo a programação proposta ser submetida à avaliação da fiscalização da SRH.

#### **5.10.15 – Avaliação do Programa de Educação Ambiental e Sanitária**

Será elaborado um plano de trabalho a ser executado junto aos agentes multiplicadores capacitados após a execução dos ajustes nos seus projetos. Terá como objetivo o assessoramento e acompanhamento direto da implementação dos projetos elaborados pelos agentes multiplicadores capacitados, estando aí prevista a execução de um monitoramento da aplicação do material educativo (cartilhas) elaborado.

A aplicação dos projetos pelos agentes multiplicadores será efetuada através da execução de reuniões, visitas a escolas e outras instituições pública, visitas domiciliares e da distribuição de material educativo junto a população.

Visando avaliar os resultados do Programa de Educação Ambiental e Sanitária implementado deverá ser efetuada uma avaliação do programa, que deverá contemplar críticas aos planos de atividades desenvolvidos pelos agentes multiplicadores e ao programa como um todo. A referida avaliação terá como base relatórios de campo, questionários aplicados junto à população, planilhas e formulários a serem preenchidos pela equipe técnica e mobilizadores, onde serão analisados os seguintes fatores:

- Desenvolvimento do indivíduo – Será avaliado o aprendizado do conteúdo técnico, ação de solidariedade, mudanças de hábitos higiênicos, mudanças de valores sócio-culturais e elevação da auto-estima. Os indicadores utilizados serão a utilização do material educativo e de comunicação pelos mobilizadores e a verificação de regularidade no uso dos seus conteúdos;
- Desenvolvimento social e cidadania – Será avaliada a participação no coletivo, nos fatores de coesão social e nas ações de melhoria da qualidade de vida da comunidade em que reside e relaciona. Os indicadores utilizados serão consolidação de grupos de mobilizadores (quantos, onde, etc); engajamento em outros projetos coletivos locais e regionais; adesão e participação das instituições parceiras locais; fortalecimento do Comitê de Bacia; e continuidade, na veiculação de matérias sobre meio ambiente e recursos hídricos por rádios locais, após o desenvolvimento da programação;
- Uso racional dos recursos naturais – Será avaliada a relação dos beneficiários com o ambiente natural. Os indicadores utilizados serão os cuidados com os mananciais de captação de água; campanhas desenvolvidas por escolas, prefeituras e ONG's sobre a temática conservacionista local e datas comemorativas do meio ambiente/recursos hídricos.

Deverão ser apresentados, para apreciação da equipe de fiscalização da SRH, os modelos de planilhas, formulários e questionários que serão utilizados para a elaboração da avaliação final.

#### **5.10.16 – Custos e Cronograma de Execução**

O prazo proposto para o desencadeamento das atividades concernentes a elaboração e implementação do Programa de Educação Ambiental e Sanitária será de 6 (seis) meses. Foi prevista uma verba de R\$ 60.000,00 para execução do programa.

## 5.11 – MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA IMPLANTADA

As obras de engenharia pertinentes a construção de barragens são infra-estruturas projetadas para ter uma longa vida útil, mas que com demasiada frequência, podem vir a apresentar danos na sua estrutura e mau funcionamento dos equipamentos hidromecânicos. Tais problemas caso não sejam solucionados podem resultar desde danos materiais e prejuízos econômicos até a interrupção do suprimento da vazão regularizada.

Considerando as principais anomalias observadas nos açudes do Estado do Ceará a COGERH desenvolveu uma lista de inspeção para orientar os técnicos no diagnóstico do estado geral da infra-estrutura física das barragens e equipamentos hidromecânicos (**Quadro 5.9**).

Além disso, disponibiliza Diários de Ocorrências nos locais das obras, que, ao longo prazo, vão complementar o histórico do açude. O técnico que inspecionar o açude deve anotar neste diário as impressões e observações sobre as condições do reservatório, que, se procedentes serão consideradas para acompanhamento e correção. São quatro os tipos de inspeções efetuados pela COGERH:

- Inspeção de rotina: é executada pelo Gerente de Bacia e pelo agente de inspeção. Visa à manutenção da barragem e equipamentos e a detecção de anomalias ou mudanças de comportamento que possam sugerir algum problema no desempenho da barragem. De periodicidade mensal para o período seco e semanal para o período chuvoso, podendo ser aplicadas diariamente em caso de chuvas intensas, ou quando observados comportamentos anômalos em qualquer dos diversos setores do açude;
- Inspeção formal: realizada por equipe técnica multidisciplinar da COGERH, responsável pelo gerenciamento de segurança da barragem. A frequência é estabelecida em função da classificação do potencial de risco;
- Inspeção de especialistas: executada quando se constata um problema que exija intervenção de especialistas. Em geral são requeridas por órgãos financiadores e realizadas por especialistas externos;
- Inspeção de emergência: executada quando for detectada anomalia ou deficiências potencialmente danosas a barragem.

Quadro 5.9 – Ficha de Inspeção (1/2) pagina 228

Quadro 5.9 – Ficha de Inspeção (2/2) – pagina 229

A inspeção da Barragem Melancia para fins do desenvolvimento das tarefas rotineiras de manutenção ficará a cargo de um agente de guarda e inspeção de reservatório, sob a fiscalização da Gerência da Bacia do Curu. O agente de inspeção deverá residir na área de entorno do reservatório e ser devidamente treinado pela COGERH para exercer as suas funções, tendo as seguintes atribuições:

- Vigilância das áreas do açude pertencentes ao Estado, detectando (observando) vandalismo, desmatamentos, aporte de poluentes ao açude, pesca predatória e banhos em locais proibidos;
- Preenchimento mensal da Lista de Inspeção de Rotina em Açudes junto com o Gerente da Bacia do Curu;
- Manutenção da casa de apoio do reservatório;
- Verificação diária do nível do reservatório;
- Manutenção das cercas da área de proteção;
- Limpeza da câmara de medição e do medidor (vertedor);
- Limpeza das canaletas de drenagem de águas pluviais e meio-fio;
- Eliminação de formigueiros e tocas de animais;
- Manutenção do sangradouro: desmatamento e roço dos canais de aproximação e restituição;
- Manutenção da torre da comporta (inclusive escadas, passadiços, guarda-corpos, acessos e estrutura da torre) e dos equipamentos hidromecânicos;
- Desmatamento e conservação do revestimento do maciço da barragem e do acesso ao pé do talude de jusante em toda a extensão do barramento;
- Roço das laterais da via de acesso ao reservatório (50 m da entrada);
- Manutenção do caminho de acesso as principais infra-estruturas e equipamentos do reservatório para facilitar as vistorias;
- Manutenção da caixa de válvulas (limpeza, estrutura de concreto e equipamentos hidromecânicos – grade, válvulas e medidor de vazão);
- Pintura das estruturas de concreto do sangradouro e torre de montante;

- Manutenção e leitura da instrumentação;
- Acompanhamento das obras de manutenção.

Outras atividades de manutenção em reservatório compreendem o controle da proliferação de plantas aquáticas, remoção de grandes entulhos do espelho d'água (por exemplo, troncos de árvores); controle da qualidade da água visando detectar possíveis focos de poluição; efetuação de levantamento de depósito de sólidos no fundo do reservatório e controle de anomalias nos taludes e nas obreiras do barramento (erosões, escorregamentos, rachaduras, afundamentos, formigueiros, canaletas quebradas, etc.). Estas atividades requerem pouco tempo, pois são periódicas, no entanto, são extremamente importantes, a fim de detectar imediatamente a necessidade de uma ação corretiva, mantendo assim a integridade do empreendimento e seu pleno funcionamento.

As estradas que permitem o acesso até o eixo do barramento devem ter seus leitos regularmente restaurados, principalmente após o período chuvoso, de modo a evitar inconvenientes nas operações de manutenção, fiscalização da faixa de proteção do reservatório e monitoramentos concernentes ao empreendimento.

Três tipos de manutenção são passíveis de serem efetuadas no projeto, quais sejam:

- Manutenção rotineira ou normal: inclui os trabalhos necessários para - manter o sistema de reservação em funcionamento satisfatório;
- Manutenção especial: inclui reparos de danos imprevisíveis;
- Manutenção adiada: inclui todo o trabalho necessário para recuperar a capacidade perdida pela infra-estrutura quando comparada com o projeto inicial.

A atividade de manutenção da Barragem Melancia ficará a cargo da SRH e da COGERH, que deverão formular um programa de manutenção, baseado no inventário de todas as obras que precisem de serviços, devendo ser contempladas as seguintes medidas:

- Fixar o volume de atividades de manutenção a serem executadas anualmente;
- Estabelecer o melhor ciclo de manutenção para cada tipo de obra;

- Determinar as necessidades de equipamentos, material de consumo, mão-de-obra e contratação de firmas especializadas para determinados tipos de serviços;
- Orçar e estabelecer as prioridades de manutenção.

O intervalo de tempo decorrido entre as atividades de manutenção, varia, dependendo da infra-estrutura. Este intervalo de tempo é determinado por fatores locais, como por exemplo, clima, qualidade da água, qualidade da construção, etc., além de valores obtidos com base na experiência em obras hidráulicas similares.

Recomenda-se, finalmente, que a COGERH, responsável direto pela presente medida, implemente um programa de manutenção que contenha, pelo menos, os seguintes princípios gerais:

- Recursos disponíveis para sua execução são limitados;
- Um bom planejamento é importante nos serviços de manutenção, pois o tempo e os recursos disponíveis para sua execução são disponíveis;
- O controle da produtividade de rendimento é essencial;
- Sempre que se precisar de mão-de-obra não qualificada, devem ser usados os recursos humanos da comunidade local;
- Implementação das medidas de proteção ambiental recomendadas pelo EIA/RIMA.

Esta medida ficará a cargo da SRH e da COGERH, estando seus custos já inclusos no orçamento do projeto de engenharia.

**6 – PLANO DE DESMATAMENTO DA BACIA HIDRÁULICA DO  
RESERVATÓRIO E DE MANEJO DA FAUNA**

## **6 – PLANO DE DESMATAMENTO DA BACIA HIDRÁULICA DO RESERVATÓRIO E DE MANEJO DA FAUNA**

### **6.1 – PLANO DE DESMATAMENTO DA ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA**

#### **6.1.1 – Generalidades**

O plano de desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório a ser posto em prática visa além do atendimento à legislação ambiental vigente, a manutenção da qualidade da água represada; o salvamento da fauna e sua condução para locais de refúgio; a preservação da faixa de proteção do reservatório; o aproveitamento econômico dos sub-produtos gerados pelo desmatamento (mel, lenha, mourões, etc.) e a proteção do contingente obreiro engajado nesta operação e da população circunvizinha contra o ataque de animais, principalmente os peçonhentos.

A bacia hidráulica da Barragem Melancia engloba uma área de 492 ha na cota de cheia máxima normal (cota 48,0 m), a qual deverá ser alvo do programa de desmatamento. A **Figura 6.1** mostra a distribuição das áreas a serem desmatadas e daquelas a serem destinadas à preservação na área da bacia hidráulica da Barragem Melancia e seu entorno.

A composição da flora e da fauna da área da bacia hidráulica do reservatório pode ser visualizada, com maior riqueza de detalhe no Capítulo 3 do presente estudo. Especial atenção deve ser dispensada aos Quadros 3.3 e 3.4, nos quais são listadas as espécies que compõem a flora e fauna local, sob a ótica da população nativa entrevistada por ocasião da aplicação da pesquisa de campo.

#### **6.1.2 – Diagnóstico Florístico e Faunístico**

Para a concepção do projeto de desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório deve ser elaborado, a princípio, um diagnóstico florístico e faunístico da área, visando, não só a identificação e caracterização destes recursos, como a verificação da necessidade de adoção de medidas que minimizem os impactos potenciais incidentes sobre estes, devendo ser executadas as seguintes tarefas:

- Elaboração de perfis representativos de cada fácies vegetal identificada na área, procurando caracterizar os traços fitofisionômicos de cada espécie, de acordo com sua relação com as condições climáticas, pedológicas, geomorfológicas e de intensidade de degradação;

Figura 6.1 (1/1) – pagina 235

- Elaboração de um mapa da composição florística da área da bacia hidráulica e cercanias, identificando as áreas de reservas ecológicas, corredores de escape e zonas de refúgio para a fauna;
- Identificação das espécies da fauna, definindo as espécies de maior importância ecológica no que diz respeito aos seus hábitos, fontes de nutrição, migrações e interações com o meio natural;
- Identificação dos locais de pouso e reprodução de aves, de desova dos répteis, além de refúgios e caminhos preferenciais da fauna.

### **6.1.3 – Implantação de Herbário**

Antes que sejam iniciados os trabalhos de desmatamento, deverão ser estimuladas as atividades de pesquisa florística por entidades científicas e a coleta de material para a formação de um herbário. Na montagem do herbário devem ser observadas as seguintes etapas:

- Coleta de, no mínimo, 5 amostras de cada espécie de planta fértil, ou seja, com flores e frutos, e registros de informações necessárias à elaboração de etiquetas de identificação;
- Secagem das amostras em prensa de papelão com molduras de madeira, amarradas com barbante;
- Identificação das amostras, indicando nomenclatura científica adequada, dados da planta, local de coleta, data e nome do coletor;
- Anotação de espécimes, ou seja, comunicação aos outros botânicos sobre a determinação da amostra coletada;
- Montagem das exsicatas, que consiste na colagem de todas as partes coletadas sobre cartolina branca, etiquetagem e incorporação ao herbário.

Em Fortaleza existem duas instituições científicas que podem ser engajadas nesta atividade, o Herbário Prisco Viana da Universidade Federal do Ceará e o Herbário Afrânio Fernandes da Universidade Estadual do Ceará.

### **6.1.4 – Demarcação das Áreas a Serem Desmatadas**

A área a ser desmatada encontra-se delimitada pela cota de máxima inundação da Barragem Melancia (48,0 m), ou seja, o desmatamento deve ser realizado apenas dentro da bacia hidráulica do reservatório. Ressalta-se, no entanto, que devem ser

resguardadas áreas visando criar e posteriormente proteger o habitat paludícola/aquático para a ictiofauna e demais comunidades lacustres.

Deverá, ainda, ser preservada a faixa de proteção do reservatório, conforme estabelece o Código Florestal (Lei nº 4.771/65, alterada pelas Leis nº 7.803/89 e no 7.893/96 e pela Medida Provisória no 2.166-67/2000) e a Resolução CONAMA nº 004/85. Assim sendo, deverá ser desapropriada pela SRH uma faixa marginal de 100,0m, medidos horizontalmente a partir da cota de máxima inundação, a qual será destinada à faixa de proteção do reservatório. A referida faixa funcionará como uma barreira ao aporte de sedimentos e poluentes ao reservatório, bem como uma reserva vital à alimentação da ictiofauna e de abrigo e fonte de alimento para a fauna terrestre, em especial a avifauna.

#### **6.1.5 – Técnicas de Desmatamento**

Na determinação das técnicas e do tipo de equipamento a ser empregado no desmatamento de determinada área deverão ser levados em conta os fatores negativos, que afetam a capacidade de trabalho das máquinas (topografia, tipo de solo, clima, afloramentos rochosos, etc.) e a tipologia vegetal (densidade da vegetação, diâmetro dos troncos das árvores, tipos de madeiras-duras ou moles, número de árvores por hectare, etc.).

A área da bacia hidráulica da Barragem Melancia apresenta solos rasos a moderadamente profundos, com drenagem imperfeita e presença de afloramentos rochosos, relevo suavemente ondulado e cobertura vegetal densa nas áreas preservadas. Logo, pelas suas características, é possível prever a necessidade da utilização dos métodos manual e mecânico. Nas operações de desmatamento e destoca, através do método mecânico, deverão ser utilizados tratores de esteiras com potência variando de 120 a 150 Hp, equipados com lâminas do tipo frontal reta-S, cujo rendimento aproximado é de 1,0 ha/hora. Nas operações de enleiramento para que não ocorra o carreamento de terra juntamente com os restolhos devem ser usados tratores de esteiras equipados com ancinhos enleiradores.

O desmatamento deve ser iniciado a partir do barramento em direção à montante, de forma a possibilitar um espaço de tempo necessário à fuga da ornitofauna e da fauna terrestre de maior mobilidade, sendo que:

- O desmatamento mecanizado poderá ser realizado somente nas áreas secas com relevo plano, onde em geral domina a vegetação arbustiva;

- O desmatamento manual deverá ser executado preferencialmente, nas áreas inclinadas, áreas com mata ciliar e/ou florestas não exploradas pela população;
- Com relação ao empilhamento e remoção dos vegetais, comumente devem ser cortados rolos com comprimento igual ou inferior a 2,0 metros, e em casos especiais cuja economicidade do aproveitamento da madeira justifique, em rolos mais compridos;
- Os arbustos, galhos, folhas e tocos cortados e/ou arrancados, quando não aproveitados como lenha, devem ser incinerados em pilhas isoladas, sendo que as cinzas resultantes devem ser transportadas para fora da bacia hidráulica e enterradas;
- A comercialização da lenha resultante deverá ser realizada no próprio local do desmatamento, evitando-se problemas de carregamento, transporte e frete para o mercado consumidor.

Recomenda-se a execução do desmatamento durante o período de estiagem, dado a maior disponibilidade de mão-de-obra na região, principalmente, no caso de adoção do método manual.

#### **6.1.6 – Corredores de Escape da Fauna**

À medida que as frentes de serviços forem avançando, deverão ser formados corredores de escape, que permitam a fuga da fauna para áreas de refúgio. Os corredores de escape constituem faixas de vegetação preservadas da ação antrópica, que permitem a interligação entre as áreas a serem desmatadas e as reservas ecológicas, cujas dimensões fixadas devem ser respeitadas, só devendo ser eliminados após a conclusão dos trabalhos de desmatamento nas diversas áreas. A largura dos corredores de escape deve ser de no mínimo 15,0 m, facilitando assim o livre trânsito da fauna de maior porte e mais arisca. De modo a permitir uma melhor acomodação da fauna, os corredores de escape deverão, também, fazer a interligação entre reservas ecológicas.

Quando as áreas a serem desmatadas forem limítrofes às reservas ecológicas, o desmatamento deverá se iniciar nos limites opostos a cada reserva, progredindo em suas direções, nunca permitindo a formação de “ilhas” de vegetação, onde os animais ficariam encurralados.

A população nativa e os próprios trabalhadores devem ser alertados para o fato dos corredores de escape constituírem áreas proibidas ao trânsito de pessoas, pois os

animais acuados poderão provocar acidentes. Além disso, deve ser estabelecida uma fiscalização que proíba a caça durante os trabalhos de desmatamentos.

### **6.1.7 – Inventário Florestal /Recursos Florestais Aproveitáveis**

Os recursos florestais da área da bacia hidráulica da Barragem Melancia contam com espécies de valor econômico e/ou medicinal, além daquelas fornecedoras de madeira mourões e lenha. Com exceção das espécies destinadas à exploração extrativa da lenha, as demais espécies apresentam-se esparsamente distribuídas na área a ser desmatada. Para um melhor aproveitamento dos sub-produtos do desmatamento devem ser adotadas as seguintes recomendações:

- Concessão de franquia à população para a exploração da lenha e de tipos vegetais úteis à medicina caseira, proporcionando assim um estímulo ao replantio;
- Coordenação dos órgãos públicos envolvidos no sentido de orientar a população quanto às formas de acondicionamento e os melhores usos, segundo os vários tipos de vegetais;
- Acondicionamento de espécies vegetais raras em bancos de germoplasma para posterior replantio na área da faixa de proteção do reservatório.

A quantificação do estoque madeireiro existente na área a ser desmatada foi efetuada através de amostragem aleatória de dois blocos com dimensões 10 m x 10m, dentro dos quais foram avaliados os seguintes parâmetros: Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de cada espécie e do bloco, Altura Média (H) de cada espécie e do bloco, Diâmetro na Base (DNB), Volume médio das árvores de cada bloco (V) e Área Basal (AB). Com base nos dados da análise fitossociológica efetuada no inventário florestal foi calculada a composição volumétrica média, cujos valores são apresentados no **Quadro 6.1**.

O produto florestal existente na área é, basicamente, no tocante ao seu valor comercial e destinação, a lenha, oriunda de espécies florestais nativas. Todas as espécies encontradas no inventário florestal foram consideradas como lenha, não tendo sido considerado para efeito de dimensionamento do volume de produto florestal com efetivo valor comercial os estoques pertencentes à classe diamétrica 1 (CL 1) de todas as espécies, por serem inaproveitáveis mesmo para este fim. Assim sendo, o volume passível de exploração por hectare foi obtido deduzindo-se do valor da composição volumétrica média da área (233,60 st/ha) o valor dos volumes da classe diamétrica 1 (93,44 st/ha), tendo-se chegado a um volume médio explorável em lenha de 140,16 st/ha.

### Quadro 6.1 – Composição Volumétrica Média

Espécies	Volume (st/ha)	Altura (m)	Abundância		Dominância	
			Absoluta (ind/ha)	Relativa (%)	Absoluta (m <sup>2</sup> )	Relativa (%)
Catingueira	148,70	6,50	300	7,50	0,220	5,33
Jurema Preta	1,10	2,50	200	5,00	0,100	2,42
Jurema Branca	0,20	4,00	200	5,00	0,060	1,45
Marmeleiro	51,00	3,00	2.500	62,50	2,210	53,58
Mofumbo	17,40	3,70	600	15,00	0,640	15,52
Mororó	2,00	3,00	100	2,50	0,040	0,97
Pereiro	10,35	6,00	50	1,25	0,615	14,91
Sabiá	2,85	3,00	50	1,25	0,240	5,82
<b>Total</b>	<b>233,60</b>	<b>3,96</b>	<b>4.000</b>	<b>100,00</b>	<b>4,125</b>	<b>100,00</b>

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Inventário Florestal, 2004.

Nota: ind/ha = indivíduos por hectare e st/ha = stereos por hectare. 1,0 m<sup>3</sup> de lenha = 3,32 st e 1,0 st de lenha = 0,340t.

A produção florestal (lenha) da área englobada pela bacia hidráulica da Barragem Melancia foi estimada em 68.959 st, levando em conta o volume médio explorável de lenha por hectare (140,16 st/ha) e a extensão da área a ser desmatada (492 ha).

#### 6.1.8 – Custos e Cronograma Físico do Desmatamento

A bacia hidráulica da Barragem Melancia engloba uma área de 1.581,41ha. A execução do desmatamento demandará um período de 30 dias. Estimando-se o rendimento do método mecânico com dois tratores de 120 HP (1 ha/hora cada trator) serão necessários 30 dias, com 8 horas de trabalho por dia, para que toda área seja destocada. Considerando-se o método manual com a utilização de machados e foices, estima-se que um homem pode desmatar até 0,20 ha/dia. Para que o desmatamento manual se dê em 30 dias, serão necessários 82 trabalhadores braçais, trabalhando 8 horas por dia. O Quadro 6.2 apresenta o cronograma físico da operação de desmatamento.

Tal medida deverá ser executada pela Empreiteira, sob a fiscalização da SRH e da SEMACE. Os custos a serem incorridos com o desmatamento racional da área da bacia hidráulica já estão inclusos no orçamento do projeto de engenharia.

**Quadro 6.2 – Cronograma Físico da Operação de Desmatamento**

Etapas	Dias			
	7	14	21	30
Exploração da madeira				
Destocamento				
Enleiramento				
Encoivramento				
Remoção de cinzas				

## 6.2 – PLANO DE MANEJO DA FAUNA

### 6.2.1 – Generalidades

Os impactos incidentes sobre a fauna, dada a erradicação da cobertura vegetal da área da bacia hidráulica do reservatório e conseqüente degradação do seu habitat natural, podem ser minimizados através de sua transferência para áreas de reservas ecológicas. A implementação de corredores de escape, durante as operações de desmatamento, permitirá a fuga da fauna que ainda permanecer na área da bacia hidráulica do reservatório para as zonas de refúgio. Entretanto, é comum que uma pequena parcela destes animais retornem ao seu antigo habitat, fazendo-se necessário a sua captura para posterior soltura nas reservas.

O manejo da fauna deverá ser executado por equipe técnica especializada, contratada pelo órgão empreendedor do projeto, podendo serem engajadas nesta atividade as seguintes instituições de pesquisa: NEPC - Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ciência e CCT - Centro de Ciências e Tecnologia, ambos vinculados a UECE - Universidade Estadual do Ceará, Departamento de Biologia e LAROF - Laboratório Regional de Ofiologia de Fortaleza, pertencentes a UFC - Universidade Federal do Ceará.

## 6.2.2 – Manejo da Fauna

Na captura, acondicionamento e transporte da fauna devem ser seguidas determinadas normas, de acordo com as particularidades de cada espécie animal. Assim sendo, os mamíferos, que na região são, em geral, de pequeno e médio porte, com várias espécies arredias, devem ser desentocados com o uso de varas compridas e/ou fumaça, e aprisionados através de redes para posterior acondicionamento em caixas apropriadas, conforme modelos apresentados nas **Figuras 6.2 e 6.3**.

Parte da entomofauna, aqui representada por vespas e abelhas devem ter seus ninhos transferidos para árvores localizadas nas zonas de refúgio da fauna. Já as aranhas e outros invertebrados deverão ser capturados com pinças e colocados em vidro de boca larga com tampa rosqueada.

Tendo em vista que a época de procriação de uma parcela representativa da ornitofauna coincide com a estação das chuvas, recomenda-se que o desmatamento seja efetuado durante o período de estiagem, quando ocorrem poucas espécies nidificando, evitando-se assim a destruição de ninhos e ovos. Os métodos de captura mais aconselhados para pássaros são alçapão com chamariz e a rede de neblina com quatro bolsas, sendo o transporte feito em sacos de algodão.

Quanto aos répteis, as serpentes deverão ser capturadas com o uso de laço ou de ganchos apropriados (**Figuras 6.4 e 6.5**) e acondicionadas em caixas especiais (**Figura 6.6**). As serpentes capturadas deverão ser enviadas vivas para o LAROF. Pequenos lagartos e anfíbios deverão ser coletados com as mãos e transportados em sacos de pano (**Figura 6.7**).

As caixas destinadas ao acondicionamento e transporte de animais deverão oferecer segurança contra fuga e traumatismo, ventilação adequada e facilidade de transporte. Deve-se evitar a ocorrência de superlotação, sob a pena de acelerar o processo de “stress” dos animais, bem como a colocação de animais com incompatibilidade inter/intra-específica (predador x presa) numa mesma caixa. Animais apresentando sinais de traumatismo devem ser acondicionados separadamente. O tempo de permanência dos animais nas caixas deverá ser mínimo, não devendo estas ficar expostas à ação do sol ou da chuva, e, uma vez desocupadas, deverão ser lavadas e desinfetadas antes de serem reutilizadas.

Os animais seriamente debilitados e que tenham comprometido a sobrevivência, e os que, porventura, morrerem durante a operação de desmatamento ou resgate deverão ser enviados vivos ou mortos para instituições de pesquisa em Fortaleza, onde serão incorporados a coleções científicas, tornando-se registros da fauna da região.

Figura 6.2 (1/1) pagina 243

Figura 6.3 (1/1) 244

FIGURA 6.4 (1/1) 245

FIGURA 6.5 (1/1) 246

FIGURA 6.6 (1/1) 247

FIGURA 6.7 (1/1) 248

### **6.2.3 – Proteção dos Trabalhadores e da População Circunvizinha**

Durante a operação de desmatamento os trabalhadores e a comunidade local ficarão expostos a acidentes com mamíferos, animais peçonhentos (serpentes, aranhas, escorpiões e lacraias), abelhas e vespas. Assim sendo, medidas que previnam estes acidentes deverão ser adotadas durante a execução dos trabalhos.

A equipe engajada no resgate da fauna deverá receber treinamento sobre identificação e técnicas de capturas de animais, especialmente dos peçonhentos, além de estarem adequadamente trajados com botas e luvas de cano longo feitas de couro ou de outro material resistente. Deverão compor a equipe, indivíduos treinados na prestação de primeiros socorros.

Os responsáveis pelas operações de desmatamento e de manejo da fauna deverão, antes do início desta última atividade, manter contato com os postos de saúde da região, certificando-se da existência de pessoal treinado no tratamento de acidentes ofídicos, bem como de estoque de soros dos tipos antibotrópico, anticrotálico, antielapídico, antiaracnídico e antiloxoscélico, adotados nos casos de envenenamentos por jararaca, cascavel, coral, aranhas e escorpiões, respectivamente. Deverá, ainda, ser divulgado junto à população local, as principais medidas de prevenção de acidentes com animais peçonhentos através da distribuição de cartilhas.

A remoção de colméias e vespeiros deverá ser feita por pessoal especializado e devidamente equipado, sendo posteriormente transferidas para as áreas de reservas ecológicas.

Caso ocorram acidentes com cobras, devem ser tomadas as seguintes medidas de primeiros socorros, até que haja atendimento médico adequado: não amarrar ou fazer torniquete para impedir a circulação do sangue; não cortar o local da picada ou colocar qualquer tipo de substância sobre o ferimento; manter o acidentado deitado em repouso e evitar que este venha a ingerir querosene, álcool ou fumo; levar o acidentado para o serviço de saúde mais próximo, onde deve ser ministrado soro específico. A serpente agressora deve ser capturada para que possa ser identificado com mais segurança o tipo de soro a ser adotado.

Já na ocorrência de acidentes envolvendo mamíferos silvestres, deve-se efetuar a lavagem do ferimento com água e sabão antisséptico e manter o animal agressor em cativeiro pelo período de 10 dias, visando detectar uma possível contaminação pelo vírus da raiva. Caso o animal apresente os sintomas da doença, o trabalhador agredido deverá ser submetido imediatamente a tratamento anti-rábico e o animal deve ser sacrificado e cremado.

#### **6.2.4 – Custos e Cronograma de Implantação**

O resgate da fauna deve ser iniciado com uma semana de antecedência do desmatamento, passando, em seguida, os dois processos a serem executados de forma concomitante. Na preparação das áreas para posterior desmatamento, estima-se que a equipe de resgate composta por 30 homens, trabalhando 8 horas por dia, poderá preparar 15 ha para captura. O tempo de espera estimado para a captura de animais é de 12 horas/armadilha. Assim sendo, o manejo da fauna da área da bacia hidráulica da Barragem Melancia poderá ser realizado em cerca de 35 dias.

O custo total estimado para esta atividade é de R\$ 19.960,00, sendo R\$ 12.410,00 relativos à mão-de-obra operária e R\$ 7.550,00 referentes aos custos extras com supervisor (R\$ 2.750,00), carro de apoio (R\$ 1.800,00) e veículo para transporte de animais (R\$ 3.000,00), tais valores encontram-se expressos em reais de julho de 2004.

**7 – GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
E PLANOS DE MONITORAMENTO**

## **7 – GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E PLANOS DE MONITORAMENTO**

### **7.1 – GENERALIDADES**

A gestão dos recursos hídricos represados na Barragem Melancia se constitui numa forma de garantir a sua destinação para o atendimento de múltiplos usos, assegurando à população da região e aos seus agentes econômicos (irrigantes, pescadores, etc.) o fornecimento de água de boa qualidade e em quantidade suficiente para atender a demanda.

Os usos do solo e as atividades econômicas desenvolvidas no território de uma bacia hidrográfica são fatores definidores da quantidade e da qualidade da água necessárias para o seu desenvolvimento sustentável da região. Desta forma, é de suma importância o disciplinamento dos usos do solo e da água, de modo a se obter o melhor aproveitamento dos recursos hídricos, evitando desperdícios e a sua poluição.

As principais diretrizes a serem adotadas na implementação do gerenciamento dos recursos hídricos represados na Barragem Melancia são:

- Estabelecimento de outorgas e tarifação d'água;
- Monitoramento da qualidade da água e da sedimentação no reservatório;
- Monitoramento dos níveis do lençol freático na área de entorno do reservatório;
- Monitoramento do nível d'água no reservatório;
- Delimitação e fiscalização da faixa de proteção do reservatório;
- Reflorestamento da faixa de proteção do reservatório; e
- Zoneamento de usos na área de entorno do reservatório.

Tais diretrizes constituem práticas integrantes das medidas mitigadoras preconizadas no Capítulo 5 deste Relatório, bem como dos programas de monitoramento ora apresentados. Têm como objetivo a preservação do meio ambiente, bem como da integridade do reservatório.

### **7.2 – GERENCIAMENTO E CONTROLE DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS**

O planejamento de empreendimentos vinculados à área de recursos hídricos deve levar sempre em conta os planos governamentais de desenvolvimento econômico

postos em prática ou propostos para a região, estabelecendo assim formas de articulação entre os órgãos gestores do reservatório e os gestores do planejamento e coordenação geral de programas públicos. Desta forma, o gerenciamento da Barragem Melancia deve ser conduzida tendo em vista uma perspectiva global, ou seja, considerando o território da bacia hidrográfica como um todo.

O modelo de gestão dos recursos hídricos posto em prática atualmente pelo Governo do Estado do Ceará é constituído por um conjunto de entidades que desenvolvem ações de gestão unificada, considerando a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, a integração dos usos múltiplos, o controle do regime das águas, o controle da poluição e dos processos erosivos. O referido modelo prevê, ainda, as formas de relacionamento entre as entidades gestoras dos recursos hídricos e os usuários, no que se refere aos direitos e obrigações decorrentes do uso e derivação da água.

A participação da sociedade no gerenciamento dos recursos hídricos se constitui numa das formas de viabilização política da gestão destes recursos. Esta participação, no entanto, se dá sob a forma de informação e consulta, sem que o poder público decline no seu dever de decidir entre alternativas.

Os sistemas municipais de serviços públicos detêm atribuições de gestão de recursos hídricos por meio de delegação estadual, sujeito às normas estaduais. Em alguns casos específicos, como saneamento básico e drenagem urbana, onde o interesse municipal é significativo, a legislação prevê as competências municipais e seus limites.

O Estado do Ceará conta com um Plano Estadual de Recursos Hídricos, no qual é proposto um planejamento global de utilização dos recursos hídricos, objetivando a obtenção de um equilíbrio dinâmico entre a oferta e a demanda hídrica, de modo que a água não venha a se tornar um fator limitante ao desenvolvimento econômico e social do Estado.

Na área de influência da Barragem Melancia, o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos assume primordial importância, uma vez que propicia as condições de desenvolvimento sustentável da região, de modo que o uso dos recursos naturais não supere sua condição de se renovar, garantindo a melhoria de vida da população local e evitando possíveis entraves ao desenvolvimento econômico e social.

A disponibilidade de água para os usos múltiplos preconizados para o reservatório está na dependência de como são tratadas as questões relativas à

quantidade e a qualidade dos recursos hídricos, sendo impossível dissociar estes dois aspectos dentro de uma política voltada para a utilização racional da água.

Como se sabe, a demanda hídrica da região tende a aumentar com o crescimento da sua população e com o desenvolvimento das suas atividades econômicas. A oferta de água, no entanto, nem sempre pode ser aumentada na mesma proporção, pois existem limites naturais, como os índices pluviométricos da região.

Assim sendo, surgem os conflitos pelo uso da água, sendo comum ocorrer à competição entre os usuários. É fundamental, portanto, estabelecer mecanismos que permitam o uso da água represada de forma ordenada, considerando todos os usos e atividades que possam resultar em conflitos ou degradação para o meio ambiente. Em outras palavras faz-se necessário integrar a Barragem Melancia no Programa de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos que vêm sendo posto em prática na Bacia do Curu pelo governo estadual. Tal programa se constitui num conjunto de ações governamentais destinado a regular o uso, controle e preservação da água.

Têm como referencial o princípio de que a água deve ser gerenciada de forma descentralizada, integrada e participativa, sendo a bacia hidrográfica a unidade de planejamento e atuação. Desta forma, procura estimular a participação de usuários, instituições governamentais e não governamentais e da sociedade civil no processo. Para que o gerenciamento dos recursos hídricos atenda estes preceitos, faz-se necessário à adoção dos seguintes instrumentos:

- Planejamento: visa realizar estudos na busca de adequar, o uso, controle e preservação dos recursos hídricos às necessidades sociais e/ou governamentais identificadas na bacia hidrográfica;
- Operação: objetiva definir a liberação de águas de forma a atender a demanda (os usos), levando em consideração a oferta disponível e as características do reservatório;
- Monitoramento: tem a função de realizar o acompanhamento dos aspectos qualitativos e quantitativos da água, servindo de informação para auxiliar a tomada de decisão da operação;
- Manutenção: é importante na realização de estudos da situação física das estruturas hidráulicas, verificando a necessidade da recuperação e definindo planos de conservação para as referidas estruturas;

- Apoio à organização dos usuários: conscientizar/educar os usuários para que, de forma organizada, possam gerenciar, com o apoio técnico, este bem tão precioso da natureza.

O uso destes instrumentos visa à implementação de um sistema de gerenciamento que permita a integração das ações dos órgãos governamentais a nível federal, estadual ou municipal que atuam no setor, além de fornecer subsídios para a tomada de decisão com o objetivo de promover, de forma coordenada, o uso, controle e preservação da água.

Como forma de facilitar a implementação da Lei de Recursos Hídricos (Lei nº 11.996/92) e de permitir um maior controle sobre a oferta e distribuição da água necessária para atender a demanda hídrica dos usuários, foram definidos os seguintes instrumentos legais:

- A outorga: que se constitui numa autorização, com validade anual, concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos que assegura ao usuário o direito de usar a água num determinado local, retirando-a de uma determinada fonte superficial ou subterrânea, com uma vazão definida e para uma finalidade também definida;
- A licença para obras hídricas: que se constitui numa autorização concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos à execução de qualquer obra ou serviço de oferta de água que altere o regime, a quantidade ou a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- A cobrança pelo uso da água bruta: prevista como forma de diminuir o desperdício, aumentar a eficiência no uso da água, e como fonte arrecadadora de fundos para cobrir as despesas com gestão, operação e manutenção das obras hídricas.

A integração da Barragem Melancia ao Programa de Gerenciamento e Controle dos Recursos Hídricos atualmente posto em prática na Bacia do Curu, através do estabelecimento do sistema de outorga e a tarifação d'água ficará a cargo da SRH e da COGERH que, juntamente com a Associação dos Usuários e/ou Conselho Gestor da Barragem Melancia, a ser criado posteriormente, tratará do gerenciamento da água aí represada.

## 7.3 – PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA

### 7.3.1 – Generalidades

O controle sistemático da qualidade da água da Barragem Melancia é de fundamental importância para a garantia dos empreendimentos localizados a jusante e o controle de atividades poluidoras na bacia hidrográfica, haja vista a destinação da água a ser reservada. Desta forma, o disciplinamento do uso deverá ser feito tanto no futuro reservatório, quanto nos eixos da bacia contribuinte.

O monitoramento da qualidade da água represada, no caso particular da Barragem Melancia, deve ser conduzido, não só visando detectar pontos ou níveis de poluição, mas também visando controlar a qualidade química da água com relação aos níveis de salinidade. Tal alerta surge em decorrência da bacia de contribuição do reservatório situar-se em área onde se observa a presença de solos dos tipos Planossolos Nátricos Sálícos, que apresentam elevados teores de sais nos horizontes subsuperficiais, havendo riscos de salinização das águas do açude.

Tendo em vista que essa água servirá para o abastecimento de populações e para o uso com irrigação difusa, sua qualidade deverá se adequar, da melhor maneira possível, aos futuros usos.

A SRH e a COGERH cumpre desempenhar as atividades de monitoramento da qualidade da água do futuro reservatório.

### 7.3.2 – Cuidados Necessários para a Coleta de Amostras

A programação da coleta de amostras em corpos d'água, depende sobretudo dos objetivos almejados, quais sejam: dispersão e degradação de poluentes orgânicos, eutrofização e cargas de nutrientes, distribuição e comportamento de metais e pesticidas, estudos da ictiofauna, adequabilidade das águas às atividades de pesca e piscicultura, abastecimento humano, irrigação difusa, uso na indústria, recreação e outros. Para cada caso é exigida uma metodologia específica tanto de coleta, quanto de análise e interpretação de dados.

Os cuidados a serem tomados durante a obtenção de amostras de água, independentes da técnica de coleta e da natureza do exame, são os seguintes:

- A amostra deve ser recolhida com a boca do frasco de coleta posicionado contra a corrente;

- As amostras não devem conter partículas grandes, como detritos, folhas ou outro tipo de material acidental, exceto quando se tratar de amostra de sedimento;
- Coletar volume suficiente de amostras para eventual necessidade de se repetir alguma análise;
- Fazer as determinações de campo em alíquotas de amostras separadas das que serão enviadas ao laboratório, evitando-se o risco de contaminação;
- Verificar a limpeza dos frascos e outros objetos utilizados na coleta;
- Utilizar apenas os frascos e os métodos de preservações recomendados para cada tipo de análise;
- Não tocar na parte interna dos frascos e do material de coleta com a mão ou deixá-los expostos ao pó, fumaça e outras impurezas;
- Após a coleta e preservação das amostras, colocá-las imediatamente ao abrigo da luz solar;
- As amostras que exigem refrigeração devem ser acondicionadas em isopor contendo gelo;
- Manter registros de todas as informações de campo, preenchendo uma ficha de coleta por amostra ou conjunto de amostras da mesma característica.

### **7.3.3 – Tomada de Amostras**

Para um estudo básico de avaliação de qualidade das águas, em vistas de seus usos preponderantes, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA nº 020/86 sugere-se o seguinte plano de coleta:

- Seleção de estações de monitoramento no reservatório junto à entrada dos poluentes;
- Levantamento e caracterização das principais atividades poluidoras da bacia que podem influir na qualidade das águas do reservatório;
- Estabelecimento de pontos de amostragem nos principais tributários do reservatório;
- Determinação dos pontos de amostragem ao longo do corpo do reservatório.

A amostra de água para exames hidrobiológicos de rotina é coletada, em geral, na superfície. No entanto, quando se pretende uma investigação mais detalhada sobre a causa do desenvolvimento de microorganismos, ou estudos de controle biológico dos mesmos, faz-se necessário o exame da fauna e da flora encontradas em diferentes níveis de massa d'água, tendo em vista a possibilidade da estratificação térmica do reservatório.

Durante a formação do reservatório deverão ser coletadas amostras de água para análise, desde o início até o enchimento completo do açude. Após o enchimento, deverão ser coletadas amostras de água, ao final da estação seca, e início, meio e final da estação chuvosa. Portanto, além da fase de amostragem inicial (enchimento do reservatório), deverão ser feitas, no mínimo, quatro amostragens anuais.

Para exames de rotina, a coleta pode ser efetuada em pelo menos dois pontos do reservatório, de preferência junto ao local de captação da água para abastecimento humano e próximo a possíveis atividades poluidoras situadas na bacia.

A tomada de amostra na superfície deve ser realizada com um simples frasco de vidro ou plástico, o qual deve ser lavado várias vezes na própria água e não ser completamente cheio, de modo que permaneça uma pequena quantidade de ar dentro do frasco para suprir de oxigênio os seres aeróbios.

As dosagens a serem feitas, os parâmetros de classificação das águas e a própria classificação constam na Resolução CONAMA nº 020 de 18 de junho de 1986, publicado no D.O.U de 30 de julho de 1986. Até que a SEMACE defina a classe em que será adequada a água do reservatório, esta deverá ser considerada como pertencente à Classe 2, a qual se destina ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional.

Nas análises deverão ser determinadas as características químicas, físicas e organolépticas e o Número Mais Provável (NPM) de coliformes fecais.

#### **7.3.4 – Preservação, Armazenamento e Transporte de Amostras**

Os métodos de preservação, relativamente limitados, têm por objetivo retardar a ação biológica e a hidrólise dos compostos químicos e complexos; reduzir a volatilidade dos constituintes e os efeitos de adsorção e/ou preservar organismos, evitando ou minimizando alterações morfológicas e fisiológicas. As técnicas de preservação mais empregadas são as seguintes:

- Adição Química: constitui um dos métodos de preservação mais conveniente, apesar de não ser viável para todos os tipos de amostras pelo fato de alterar

a sua composição química. O método consiste na adição, prévia ou imediatamente após a coleta de preservantes que provocam a estabilidade dos constituintes de interesse por períodos mais prolongados;

- Congelamento: serve para aumentar o intervalo entre a coleta e a análise da amostra, sem comprometer esta última. Contudo, os componentes dos resíduos sólidos (filtráveis ou não filtráveis) da amostra alteram-se com o congelamento e posterior retorno à temperatura ambiente. Para algumas determinações biológicas e microbiológicas essa prática é inadequada;
- Refrigeração: embora não mantenha completa integridade para todos os parâmetros, interfere de modo insignificante na maioria das determinações laboratoriais, sendo sempre utilizada na preservação de amostras microbiológicas e algumas determinações químicas e biológicas.

A maioria das amostras pode ser transportada para o laboratório nos mesmos frascos que serviram para a coleta. Os frascos ao chegarem ao laboratório, devem ser desenvolvidos, especialmente quando o exame for realizado somente no dia seguinte, pois durante a noite (ou na ausência de luz) as algas existentes deixarão de produzir oxigênio, passando a respirar e, em conseqüência, a consumir grandes quantidades desse gás dissolvido.

Se, entre a coleta e a análise do material no laboratório, decorrer um período máximo de 24 horas, nenhum cuidado adicional será necessário, além na manutenção de quantidade suficiente de oxigênio dissolvido na amostra. Caso contrário, recomenda-se à adição de conservantes à mesma.

Os custos anuais advindos com o monitoramento da qualidade da água foram estimados em R\$ 2.800,00, assim distribuídos: 1 monitor (4 dias) - Salário + Leis Sociais + Ajuda de Custo = R\$ 400,00. Coleta de amostras no reservatório e análise no laboratório (8 amostras / Ano) = R\$ 2.000,00 e 1 carro de apoio para a equipe incluindo operação = R\$ 400,00 (valores expressos em reais de julho de 2004).

## 7.4 – PLANO DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DO LENÇOL FREÁTICO E DO NÍVEL D'ÁGUA NO RESERVATÓRIO

### 7.4.1 – Monitoramento do Nível do Lençol Freático

O controle do nível piezométrico é de fundamental importância, uma vez que a formação de reservatórios artificiais pode vir a propiciar o aparecimento de charcos, que constituem verdadeiros focos de proliferação de insetos, além de trazer riscos à salinização dos solos.

Os recursos hídricos subterrâneos e superficiais são alterados no seu equilíbrio original ante as modificações imposta pela construção de reservatórios. O ajuste dos elementos naturais, decorrentes das alterações do meio abiótico como um todo, acarreta conseqüências que, dependendo do contexto geológico-hidroológico, podem ser danosas ou benéficas.

As áreas mais afetadas são aquelas marginais ao reservatório, onde a profundidade da superfície piezométrica original era inferior à cota final do reservatório. A superfície piezométrica quando sofre elevação tenderá a aflorar ou ficar muito próxima da superfície nos pontos topograficamente mais rebaixados. Esse efeito será menos pronunciado a medida em que se caminha para a montante e perpendicularmente ao reservatório. Apesar desse fato ser benéfico por aumentar a espessura saturada do aquífero livre e conseqüentemente a vazão dos poços, implica também na deterioração do meio, acarretando problemas tais como: manutenção de áreas permanentemente alagadas, afogamento de raízes, aumento da taxa de evapotranspiração, redução da taxa de infiltração, aumento da salinização das águas subterrâneas, saturação de sub-leito de estradas e diminuição da capacidade de carga dos solos.

Com relação aos aquíferos confinados ou semi-confinados, os efeitos de maior expressão referem-se às modificações na distribuição interna dos esforços efetivos como conseqüência da elevação generalizada dos potenciais hidráulicos gerados pela sobrecarga da massa de água do primeiro.

A previsão ou análise de comportamento das águas subterrâneas diante da implantação de uma barragem, é uma técnica simples que se utiliza basicamente do conhecimento das características originais dos aquíferos, confrontando-se posteriormente com as novas condições de fronteiras impostas.

No caso específico da Barragem Melancia são esperadas pequenas alterações de nível do lençol freático, principalmente nas regiões próximas ao reservatório, já que ao longo do trecho perenizado do riacho Melancia influência do volume da vazão regularizada será bastante reduzida. O caminho a ser descrito pelas águas deverá ser conhecido, sendo para isso necessário que se determine a forma da superfície piezométrica ou nível freático, através do monitoramento de uma rede de poços, aproveitando-se os já existentes, localizados numa faixa de 2,0km no entorno do reservatório e às margens do riacho Melancia. Convém iniciar o monitoramento antes da formação do reservatório para que possa ser estabelecido o efeito do enchimento e a partir daí adotar soluções para os problemas que possam surgir.

#### **7.4.2 – Monitoramento dos Níveis d'Água no Reservatório**

A exploração do reservatório, cuja vazão se destinará ao abastecimento d'água doméstico, irrigação difusa e a dessedentação animal, causará impacto sobre o volume armazenado, principalmente quando se considerar as variações climáticas ocorridas na região, resultando em oscilações no nível do reservatório. Em virtude dessas alterações, faz-se imprescindível o monitoramento do seu nível, com vistas à obtenção de elementos básicos que sirvam para propor soluções e tomadas de decisão.

Para o monitoramento do nível d'água do reservatório deverão ser efetuadas leituras periódicas das réguas limnimétricas aí instaladas, com vistas a controlar o seu nível de exploração. As leituras deverão ser efetuadas diariamente. A efetivação dessa medida constitui ponto importante para que a exploração do manancial se processe de forma segura, garantindo, assim, os objetivos pretendidos pelo projeto.

O monitoramento dos níveis d'água no reservatório e do nível do lençol freático na sua área de entorno ficará a cargo da SRH/COGERH. Os custos incorridos com estas medidas já estão inclusos no programa de monitoramento da faixa de proteção do reservatório, cujas diretrizes na foram descritas no Capítulo 5 do presente relatório.

#### **7.5 – PLANO DE MONITORAMENTO DAS TAXAS DE SEDIMENTAÇÃO NO RESERVATÓRIO**

Com a implantação do eixo do barramento, a bacia será seccionada e o reservatório colherá a sedimentação oriunda de toda a bacia hidrográfica contribuinte. Portanto, a análise quantitativa e qualitativa dos sedimentos que serão depositados no reservatório permitirá o conhecimento das atividades exercidas na bacia, as quais podem vir a comprometer a qualidade dos recursos hídricos represados ou a capacidade de acumulação do reservatório.

Após o desmatamento da área a ser submersa, deverão ser escolhidos pontos de amostragem da sedimentação, que deverão ser materializados com marcos de concreto rentes ao solo, com áreas não inferiores a 1,0 m<sup>2</sup>. Esses marcos deverão ser demarcados por bóias e terão suas coordenadas precisamente estabelecidas partindo-se de amarração por triangulação a pontos facilmente identificáveis nas futuras margens do reservatório. Deste modo, após o enchimento do reservatório, os pontos de amostragem de sedimentação serão de fácil localização.

As amostras devem ser feitas duas vezes por ano, constando dos seguintes tipos de análise dos sedimentos:

- Granulometria;

- Conteúdo de matéria orgânica;
- Metais pesados e componentes de pesticidas, sempre que sinais de alerta ocorrerem a partir das análises da água.

A obtenção de amostras de material particulado pode ser feita diretamente através da filtração da amostra de água, antes que se adicione qualquer preservante químico. Deve-se preservar o filtrado para eventuais análises complementares, guardando os filtros com o resíduo protegido contra perdas ou impureza, mantendo-os, de preferência, sob refrigeração.

Para os sedimentos de fundo deverão ser utilizados na coleta das amostras dragas ou pegadores, sendo que a draga de Ekman e a draga de Peterson são as mais usadas. O amostrador de Suber é utilizado para casos especiais.

O acondicionamento das amostras coletadas deverá ser feitos em frasco de boca larga de polietileno para a análise de metais, nutrientes e carga orgânica (DBO/DQO/COT), ou de vidros para compostos orgânicos, óleos e graxas. É recomendável congelar as amostras a 20°C para preservar a sua integridade, deixando uma alíquota sem refrigeração, para determinação da composição granulométrica.

Alguns estudos requerem o reconhecimento mais detalhado, onde o histórico da formação e a composição do sedimento devem ser investigados. Nestes casos há necessidade de se tomar uma amostra que preserve a integridade das várias camadas que formam o depósito, de modo a poderem ser separadas e analisadas individualmente. Para tanto, é preciso utilizar os amostradores de núcleo, mais conhecidos por testemunhos.

Os custos anuais incorridos na execução do monitoramento da sedimentação foram estimados em R\$ 1.900,00, os quais correspondem aos seguintes gastos: 01 monitor (02 dias) + Leis Sociais + ajuda de Custo = R\$ 200,00; Coleta de amostra e análise de laboratório (04 amostras/ano) = R\$ 1.500,00 e um carro de apoio para a equipe incluindo operação = R\$ 200,00 (valores expressos em reais de julho de 2004). Esta atividade ficará a cargo da SRH/COGERH.

## **8 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL**

## **8 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL**

O **Quadro 8.1** apresenta os valores dos custos a serem incorridos com a implementação das medidas mitigadoras e dos programas de monitoramento recomendados, cujas diretrizes principais foram delineadas nos capítulos 5, 6 e 7 deste relatório. O somatório destes custos perfaz um montante de R\$ 1.867.616,12, a preços de julho de 2004.

Ressalta-se que, não foram inclusos neste montante os custos relativos às medidas de: adoção de normas de segurança no trabalho, desmatamento da bacia hidráulica do reservatório, zoneamento de usos no entorno do reservatório, gerenciamento e controle dos recursos hídricos represados e manutenção da infraestrutura implantada.

A adoção de normas de segurança no trabalho é uma exigência da legislação trabalhista devendo ser cumprida pela Empreiteira sem ônus para o empreendedor. No caso específico do desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório e da manutenção da infra-estrutura hídrica implantada os custos incorridos nestas atividades são partes integrantes do orçamento do projeto de engenharia.

O Programa de Gerenciamento e Controle dos Recursos Hídricos Represados, por sua vez, já é exercido pela SRH/COGERH estando seus gastos inclusos nos custos operacionais destes órgãos, não incorrendo em ônus para o empreendimento. Os gastos a serem incorridos com os monitoramentos dos níveis do lençol freático na área de entorno do reservatório e com o nível d'água no reservatório, bem como com as atividades de fiscalização pertinentes ao zoneamento de usos no reservatório, encontram-se inclusos no orçamento do plano de fiscalização da faixa de proteção do reservatório.

Quanto a relocação da infra-estrutura de uso público a ser submersa, os custos para reconstrução da escola foram estimados em R\$ 30.000,00. Os custos a serem incorridos com a relocação de trechos de estradas vicinais e da rede elétrica de baixa tensão, por sua vez, já se encontram inclusos nos custos do projeto de reassentamento da população desalojada.

### Quadro 8.1 – Custos das Medidas de Proteção Ambiental Sugeridas

Discriminação	Valor (R\$ 1,00) <sup>1</sup>	Responsabilidade da Implantação
Adoção de Normas de segurança no Trabalho	Sem ônus para o empreendimento	Empreiteira
Identificação e Resgate de Sítios Arqueológicos e Paleontológicos	50.000,00	SRH, IPHAN e DNPM
Reconstituição Paisagística das Áreas do Canteiro de obras e das Jazidas de Empréstimo	42.450,00	Empreiteira, SRH e SEMACE
Remoção da Infra-estrutura da Área da Bacia Hidráulica	24.600,00	Empreiteira
Relocação da Infra-estrutura da Área da Bacia Hidráulica (escola)	30.000,00	SRH e Prefeitura Municipal de São Luís do Curu
Desmatamento da Bacia Hidráulica do Reservatório	Custos já inclusos no orçamento do projeto de engenharia	Empreiteira, SRH e IBAMA
Plano de Manejo da Fauna	19.960,00	Empreiteira, SRH e IBAMA
Reassentamento da População Desalojada <sup>2</sup>	1.325.366,92	SRH
Reflorestamento da Faixa de Proteção do Reservatório (Investimento)	102.656,40	SRH e IBAMA
Reflorestamento da Faixa de Proteção do Reservatório (Manutenção)	122.250,80	SRH e IBAMA
Delimitação e Fiscalização da Faixa de Proteção do Reservatório	4.500,00	SRH e COGERH
Zoneamento de Usos no Reservatório	Custos já inclusos no Plano de Monitoramento da Faixa de Proteção	SRH e COGERH
Peixamento do Reservatório	81.132,00	SRH
Programa de Educação Ambiental e Sanitária	60.000,00	SRH e SEMACE
Gerenciamento e Controle do Uso da Água Represada	Gastos já inclusos nos custos operacionais dos órgãos responsáveis pela sua implementação	SRH e COGERH
Monitoramento da Qualidade da Água Represada	2.800,00	SRH e COGERH
Monitoramento do Nível do Lençol Freático na Área de Entorno do Reservatório	Custos já inclusos no Plano de Monitoramento da Faixa de Proteção	SRH e COGERH
Monitoramento do Nível d'Água do Reservatório	Custos já inclusos no Plano de Monitoramento da Faixa de Proteção	SRH e COGERH
Monitoramento das Taxas de Sedimentação no Reservatório	1.900,00	SRH e COGERH
Manutenção da Infra-estrutura Hídrica Implantada	Custos já inclusos no orçamento do projeto de engenharia	SRH e COGERH
<b>Total</b>	<b>1.867.616,12</b>	-

(1) Valores expressos em reais de julho de 2004. (2) Os custos a serem incorridos com a relocação de trechos de estradas vicinais e da rede elétrica de baixa tensão já estão inclusos no orçamento do Projeto de Reassentamento da População.

## **9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

## 9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Estudo de Impacto Ambiental – EIA/RIMA desenvolvido para o Projeto da Barragem Melancia teve como objetivo analisar a viabilidade ambiental da implantação e operação do referido empreendimento.

A avaliação ambiental empreendida demonstrou que o projeto originalmente proposto apresenta o peso ponderal dos impactos adversos superior aos dos impactos benéficos, o que é típico de projetos de barragens. Entretanto, observa-se que os impactos adversos identificados têm ocorrência concentrada na etapa de implantação das obras de engenharia, apresentando em geral duração de curto e médio prazo. Por outro lado, os impactos benéficos identificados estão relacionados principalmente a etapa de operação do reservatório, sendo compostos em sua maior parte por impactos permanentes ou temporários de longa duração.

Os resultados obtidos pela análise perpetrada revelam que o projeto original da Barragem Melancia não contempla no seu escopo ações voltadas para a reparação dos impactos decorrentes da sua implantação e operação. O valor obtido para o Índice de Avaliação Ponderal calculado apresenta-se inferior a unidade (IAP = 0,7730), demonstrando que os benefícios são ultrapassados pelos impactos adversos e indefinidos gerados. Com a incorporação das medidas de proteção ambiental preconizadas, uma parcela significativa das adversidades e indefinições consegue ser mitigada tornando o projeto viável sob o ponto de vista ambiental, elevando o valor do IAP para 1,7012.

Simulações efetuadas considerando a conversão de 50,0% das indefinições em benefícios, elevam o valor do Índice de Avaliação Ponderal para 1,9948, enquanto que com a conversão de 100,0% das indefinições identificadas, o projeto atingiria o nível máximo de conveniência passando a apresentar um IAP igual a 2,3602.

A área de influência direta sofre uma maior carga de impactos adversos, os quais incidem principalmente sobre os meios abiótico e biótico, enquanto que o meio antrópico apresenta um IAP bastante próximo da unidade, o que não é característico de projetos de barragens. Como explicação para este fato pode-se citar o pequeno contingente populacional a ser relocado, composto apenas por 20 famílias, boa parte das quais pode ser reassentada nas áreas remanescentes das propriedades. Além disso, as atividades econômicas a serem paralisadas atingem pouca monta, já que a pecuária pode continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades e que apenas uma parcela (34,6%) das propriedades que exploram a cajucultura terão parte dos seus cajueirais atingidos.

Com a incorporação das medidas mitigadoras ao projeto, as adversidades incidentes sobre o meio natural da área de influência direta conseguem ser revertidas, passando o valor do Índice de Avaliação Ponderal de 0,3355 para 1,1706 para o meio abiótico e de 0,3559 para 1,2371, no caso do meio biótico.

Situação mais ou menos semelhante é verificada com o meio antrópico, o que se deve em parte ao fato do contingente populacional a ser relocado da área da bacia hidráulica ser pouco representativo (20 famílias). A avaliação da área de influência direta apresenta-se inicialmente negativa para o meio antrópico (IAP = 0,8727), sendo estas adversidades parcialmente revertidas com a adoção das medidas mitigadoras, elevando o valor do Índice de Avaliação Ponderal para 1,1336. Para a área de influência direta como um todo a adoção das medidas de proteção ambiental eleva o valor do Índice de Avaliação Ponderal de 0,5392 para 1,1744.

A análise da área de influência indireta, por sua vez, demonstra que a implantação e operação do empreendimento é inicialmente adversa para o meio natural (meio abiótico - IAP = 0,4592 e meio biótico IAP = 0,2552), sendo a situação revertida com a incorporação das medidas mitigadoras (meio abiótico - IAP = 1,1186 e meio biótico IAP = 1,5304). O meio antrópico já apresenta resultados bastante auspiciosos sem a incorporação das medidas de proteção ambiental (IAP = 2,2927), que aumentam consideravelmente com a adoção destas medidas (IAP = 4,1335). Para a área de influência indireta como um todo, o valor do Índice de Avaliação Ponderal eleva-se de 1,0606 para 2,3389 com a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas.

Em suma, a implantação e operação da Barragem Melancia é perfeitamente viável sob o ponto de vista ambiental, desde que sejam adotadas as medidas de proteção ambiental sugeridas no presente EIA/RIMA. Com a incorporação destas medidas o projeto passará a apresentar um nível de adversidades suportável pelo meio natural e terá uma elevação dos seus benefícios.

Analisando o balanço dos efeitos econômicos do empreendimento, constata-se que o custo de oportunidade da área a ser submersa com a formação do reservatório pode ser considerado baixo. Tal constatação é referendada pelo baixo nível de exploração apresentado pela área, onde apenas 6,8% das áreas das propriedades são exploradas com cultivos agrícolas, devido às limitações apresentadas pelos solos.

Quanto às atividades econômicas paralisadas, a economia da área está centrada na agricultura com destaque para a exploração da castanha do caju, cultura que responde por 70,7% da renda agrícola da região. Entretanto pode-se afirmar que o impacto causado pela paralisação desta atividade não será muito significativo já que apenas 34,6% (18 propriedades) das 52 propriedades rurais desapropriadas terão

parte de seus cajueirais submersos. No restante da área a ser submersa predomina a exploração pecuária, a agricultura de subsistência e o extrativismo da carnaúba. Pode-se afirmar, portanto, que não haverá queda significativa na arrecadação tributária.

Além disso, a pecuária, segunda atividade econômica mais importante da região, não sofrerá muitos impactos com a construção do reservatório, uma vez que pode continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades.

Com relação à estrutura fundiária, observa-se que as propriedades com menos de 50 ha correspondem a 60,0% do número total de propriedades pesquisadas, ocupando apenas 28,95% da área total. Por outro lado, as propriedades com mais de 100 ha, representando 8,89% do número total de imóveis ocupam 55,48% da área total, caracterizando uma área com concentração da ocupação da terra relativamente alta.

Em compensação, a vazão regularizada pela Barragem Melancia irá permitir o reforço no suprimento hídrico do distrito de Croatá e o abastecimento da população ribeirinha de jusante, favorecendo a saúde pública uma vez que irá contribuir para redução da incidência de doenças de veiculação hídrica, bem como para redução das taxas de mortalidade infantil. Além disso, a perenização do riacho Melancia permitirá o desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada nas suas várzeas. Haverá, ainda, a dessedentação animal e o desenvolvimento da piscicultura extensiva e da pesca no reservatório, dinamizando a economia da região.

Quanto aos impactos incidentes sobre o meio natural, tendo em vista as características geológicas, pedológicas, climáticas, hidrológicas e de cobertura vegetal predominantes na região sob intervenção, estes impactos não são muito relevantes, podendo ser contornados com a incorporação das medidas de proteção ambiental recomendadas.

Por fim, merece ressalva o fato da Barragem Melancia contar com a presença de solos salinos na sua bacia de contribuição (Planossolos Nátricos Sálcos), o que implica em riscos médios de salinização da água represada. Assim sendo, o manejo do reservatório deve ser efetuado levando em conta as vazões afluentes e a necessidade de redução do tempo de residência da água na represa para evitar a salinização.

## **10 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE**

## 10 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

A implantação da Barragem Melancia visa garantir o reforço no suprimento hídrico do distrito de Croatá, no município de São Gonçalo do Amarante, bem como contribuir para o processo de desenvolvimento da região, cujas disponibilidades hídricas estão sujeitas a racionamento do uso da água durante os períodos de seca. No entanto, faz-se necessário a implementação de um planejamento racional que considere em seu bojo os efeitos da degradação ambiental decorrentes da construção e operação deste tipo de empreendimento.

Desta forma é de suma importância o conhecimento dos instrumentos legais existentes, com os quais o empreendimento deverá estar em conformidade, visando à proteção do meio ambiente de sua área de influência, tendo para tanto sido elaboradas sínteses dos aspectos legais que regem a legislação ambiental vigente, as quais são esboçadas a seguir agrupadas por temas ou recursos ambientais sobre as quais dispõem:

### Preceito Constitucional

- Artigo 225 da Constituição federal: reza que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

### Política Nacional do Meio Ambiente

- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pelas Leis nº 7.804/89 e 8.028/90 e regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90: dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, definindo diretrizes gerais de conservação ambiental, compatibilizando o desenvolvimento das atividades econômicas com a preservação do meio ambiente. Institui, ainda, o licenciamento ambiental.

### Política Estadual do Meio Ambiente

- Lei nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987 (regulamentada pelo Decreto no 20.067/89): dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e cria a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) e o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA).

## Licenciamento Ambiental

- Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983: regulamenta a Lei nº 6938/81 e estabelece no seu Capítulo IV os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente;
- Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (modificada no seu Artigo 2º pela Resolução CONAMA nº 011, de 18/03/86): estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Resolução CONAMA nº 011, de 18 de março de 1986: altera e acrescenta incisos na Resolução CONAMA nº 001/86 que torna obrigatória a elaboração de estudos de impacto ambiental para determinados tipos de empreendimentos;
- Resolução CONAMA nº 005, de 15 de junho de 1988: exige o estabelecimento de processo licenciatório para as obras de captação de projetos de sistemas de abastecimento d'água, cuja vazão seja acima de 20,0% da vazão mínima da fonte hídrica, no ponto de captação, e que modifiquem as condições físicas e/ou bióticas dos corpos d'água;
- Resolução CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986: institui e aprova modelos para publicação de pedidos de licenciamento, sua renovação e respectiva concessão;
- Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997: revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental;
- Resolução CONAMA nº 009, de 03 de dezembro de 1987: regulamenta a questão das audiências públicas;
- Portaria SEMACE nº 14, de 22 de novembro de 1989: estabelece normas técnicas e administrativas do sistema de licenciamento de atividades utilizadoras dos recursos ambientais no Estado do Ceará;
- Resolução CONAMA nº 002, de 16 de abril de 1996: determina a implantação de unidade de conservação de domínio público e uso indireto, preferencialmente, Estação Ecológica a ser exigida em licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental, como reparação de danos

ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas. Revoga a Resolução CONAMA no 10/87.

### Proteção do Meio Ambiente de Forma Abrangente

- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998: denominada de “Lei dos Crimes Ambientais”. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;
- Decreto-Lei Federal nº 95.733, de 12 de fevereiro de 1988: dispõe sobre a inclusão no orçamento dos projetos e obras federais, de recursos destinados a prevenir ou corrigir os prejuízos de natureza ambiental, cultural e social decorrentes da execução desses projetos e obras;
- Resolução CONAMA no 03/87: dispõe sobre o ressarcimento de danos ambientais causados por obras de grande porte;
- Decreto nº 84.426, de 24 de janeiro de 1980: dispõe sobre erosão, uso e ocupação do solo, poluição da água e poluição do solo;
- Portaria Interministerial nº 917, de 06 de junho de 1982: dispõe sobre a mobilização de terra, poluição da água, do ar e do solo.

### Proteção dos Recursos Hídricos

- Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934: decreta o Código das Águas;
- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH) no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH);
- Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986: estabelece a classificação e os padrões de qualidade das águas doces, salobras e salinas do território nacional;
- Lei Estadual nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977: dispõe sobre o disciplinamento do uso do solo para fins de proteção dos recursos hídricos.

Muito embora, tenha aplicação em termos legais restrita aos recursos hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza, suas normas são consideradas relevantes para o empreendimento ora em pauta;

- Lei nº 10.148, de 02 de dezembro de 1977 (regulamentada pelo Decreto no 14.535, de 02/06/81): dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos existentes no Estado e dá outras providências;
- Lei nº 3.824, de 23 de novembro de 1960: exige o desmatamento da área da bacia hidráulica de reservatórios;
- Resolução CONAMA no 302, de 20 de março de 2002: dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de entorno;
- Portaria SEMACE nº 097, de 03 de abril de 1996: estabelece padrões de lançamentos nos corpos receptores para efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;
- Portaria SEMACE no 154, de 07 de agosto de 2002: dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras;
- Portaria MINTER nº 124, de 20 de agosto de 1980: baixa normas no tocante à prevenção de poluição hídrica;
- Decreto nº 28.481, de 07 de dezembro 1940: dispõe sobre a poluição das águas;
- Decreto Estadual nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994: regulamenta o Artigo 4º da Lei nº 11.996/92, na parte referente à outorga de direito do uso dos recursos hídricos e a aplicabilidade de sanções por ilícitos cometidos no uso da água. Cria o Sistema de Outorga para Uso da Água. Reza que dependerá de prévia outorga da SRH o uso de águas dominiais do Estado que envolva captação para abastecimento e lançamento de efluentes nos corpos d'água.

O pedido de outorga de direito de uso de águas deverá ser encaminhado a SRH através do preenchimento de formulário padrão fornecido por esta, no qual deverá constar informações sobre destinação da água; fonte onde se pretende obter a água; vazão máxima pretendida; tipo de captação da água, equipamentos e obras complementares, bem como informações adicionais para a aprovação do pedido.

Quando a outorga envolver obras ou serviços de oferta hídrica sujeitos à licença prévia da SRH (açudes, transposição de água bruta, barragem de derivação ou regularização de nível d'água, e poços), conforme previsto no Decreto nº 23.068/94, será obrigatória a apresentação desta, aproveitando-se sempre que possível os dados e informações já apresentados para o licenciamento.

#### Proteção da Flora e da Fauna

- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (alterada pelas Leis nº 7.803, de 18/07/89 e no 7.893/96 e pela Medida Provisória no 2.166-67, de 24/08/2000): institui o Código Florestal;
- Lei no 12.488, de 13 de setembro de 1995: dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Ceará;
- Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985 (alterada pela Lei nº 7.803/89): define critérios, normas e procedimentos gerais para a caracterização e estabelecimento de reservas ecológicas;
- Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção à fauna;
- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (regulamentada pelo Decreto no 4.340, de 22/08/02): regulamenta o Art. 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão de unidades de conservação;
- Decreto nº 89.336, de 31 de janeiro de 1984: dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências;
- Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1991: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental;
- Resolução CONAMA no 013, de 06 de dezembro de 1990: estabelece normas referentes ao entorno de unidades de conservação;
- Portaria SUDEPE nº N-0001, de 04 de janeiro de 1977: dispõe sobre a observância de medidas de proteção à fauna aquática nos projetos de construção de barragens;
- Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989: estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos cursos d'água.

### Controle e Disciplinamento da Exploração Minerária

- Decreto-Lei no 227 de 28 de fevereiro de 1967 (alterado pelas Leis no 6.567, de 24/09/78 e no 7.805, de 18/06/89): institui o Código de Mineração;
- Decreto no 97.632 de 10 de abril de 1989: regulamenta o Art. 2o Inciso VIII da Lei no 6.938 de 31/08/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), no que se refere à recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária;
- Resolução CONAMA no 010, de 06 de dezembro de 1990: estabelece critérios específicos para o licenciamento ambiental de extração mineral da Classe II;
- Lei no 7.805, de 18 de junho de 1989 (regulamentada pelo Decreto no 98.812, de 09/01/90): altera o Decreto-Lei no 227, de 28/02/67, institui o regime de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula e dá outras providências;
- Portaria DNPM no 26, de 31 de janeiro de 1990: regulamenta o procedimento de habilitação a outorga da permissão de lavra garimpeira de que trata a Lei no 7.805, de 18/06/89;
- Lei no 9.827, de 27 de agosto de 1999 (regulamentada pelo Decreto no 3.358, de 02/02/2000): dispõe sobre a extração de substâncias minerais para uso exclusivo em obras públicas.

### Proteção do Patrimônio Histórico e Cultural

- Decreto-Lei nº 4.146, de 04 de março de 1942: dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos;
- Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961: dispõe sobre a proteção dos monumentos arqueológicos e pré-históricos;
- Resolução CONAMA nº 005, de 06 de agosto de 1987: aprova o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico;
- Portaria nº 07, de 01 de dezembro de 1988, da Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional: estabelece os procedimentos necessários para pesquisa e escavações em sítios arqueológicos;
- Portaria IBAMA nº 887, de 15 de junho de 1990: dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico nacional;

- Decreto nº 99.556, de 01 de outubro de 1990: dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional e dá outras providências;
- Portaria IBAMA nº 57, de 05 de junho de 1997: institui o Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas - CECAV, que tem por finalidade normatizar, fiscalizar e controlar o uso do patrimônio espeleológico brasileiro;
- Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985: disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências.

A penalização pelo não cumprimento da legislação pertinente ao patrimônio pré-histórico citada é prevista no Código Penal Brasileiro (Parte especial, Título II - Dos crimes contra o patrimônio, Capítulo IV - Do dano).

#### Desapropriações

- Normas do Governo do Estado e da SRH.
- Ressalta-se que a desapropriação deverá ser efetivada através de Decreto Estadual Específico, ficando a cargo do órgão empreendedor, no caso, a SRH, a negociação e aquisição parcial ou total dos imóveis que são abrangidos em parte, ou na sua totalidade pela área de inundação máxima futura e pela faixa de proteção do reservatório.

#### Reassentamento de População

- Normas do Governo do Estado e da SRH;
- Lei nº 12.524, de 19 de dezembro de 1995: considera impacto sócio-ambiental relevante em projetos de construção de barragens, o deslocamento das populações habitantes na área a ser inundada pelo lago formado e dá outras providências.

#### Controle da Disposição de Resíduos Sólidos

- Lei no 13.103, de 24 de janeiro de 2001 (regulamentada pelo Decreto no 26.596, de 30 de abril de 2002): dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá providências correlatas;

### Leis Orgânicas Municipais

- São Luís do Curu: Promulgada em 05 de abril de 1990;
- São Gonçalo do Amarante: Promulgada em 05 de abril de 1990;
- Pentecoste: Promulgada em 05 de abril de 1990.

Merece, ainda, menção, embora não constitua dispositivo legal, o Plano Estadual de Recursos Hídricos elaborado pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) em meados de 1991, e a proposta para enquadramento dos principais cursos d'água do Estado do Ceará, elaborada pela SEMACE, tendo como base a classificação preconizada pela Resolução CONAMA nº 020/86. A referida resolução estabelece padrões de qualidade para os cursos d'água em função de seus usos preponderantes e da sua capacidade de autodepuração.



## 11 – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 01 - BRAGA, R., **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1976. 523p.
- 02 - BRAID, E.C.M., **Diagnóstico Florestal do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 78p.
- 03 - BRANCO, S.M., **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 04 - BRANCO, S.M. & ROCHA, A.A., **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 05 - BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (DNMET), **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, DNMET/EMBRAPA, 1992. 84p.
- 06 - \_\_\_\_\_, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), **Censo Agropecuário 1995-1996 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1996. 214p.
- 07 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Censo Demográfico 2000-Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 2000. 523p.
- 08 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Contagem da População 1996 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1997.
- 09 - \_\_\_\_\_, Ministério das Minas e Energia, **Projeto RADAMBRASIL. Folha SA. 24 Fortaleza**. Rio de Janeiro, MME, 1981. 483p. (Levantamento de Recursos Naturais 21).
- 10 - \_\_\_\_\_, Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), **Resoluções do CONAMA, 1984/90**. Brasília, SEMA, 1991. 97p.
- 11 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Legislação Federal sobre Meio Ambiente - Referências**. Brasília, SEMA, 1986. 29p.
- 12 - \_\_\_\_\_, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), **Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste**. Recife, SUDENE, 1971. 2v. (Folha 5 – Fortaleza - SO e Folha 6 - Fortaleza - SE).
- 13 - CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), **Anuário do Monitoramento Quantitativo dos Principais Açudes do Estado do Ceará**. Fortaleza, COGERH, 2001.

- 14 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade dos Principais Açudes do Estado do Ceará**. Fortaleza, COGERH/SEMACE, 2001. (Boletim Informativo).
- 15 - \_\_\_\_\_, Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), **Projeto Áridas**. Fortaleza, FUNCEME, 1994 (Grupo de Trabalho I - Recursos Naturais e Meio Ambiente).
- 16 - \_\_\_\_\_, Fundação Instituto de Planejamento do Estado do Ceará (IPLANCE), **Anuário Estatístico do Ceará 2000**. Fortaleza, IPLANCE, 2001. 2v.
- 17 - \_\_\_\_\_, Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária (SEARA), **Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEARA, 1988. 67p.
- 18 - \_\_\_\_\_, Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1998. 4v. (no prelo).
- 19 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Legislação Florestal do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1997. 37p.
- 20 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Meio Ambiente - Legislação Básica**. Fortaleza, SEMACE, 1990. 476p.
- 21 - \_\_\_\_\_, Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), **Barragem Melancia. Estudo de Alternativas de Localização da Barragem e Adutora**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.
- 22 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Melancia. Estudos Básicos**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 5v.
- 23 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Melancia. Anteprojeto. Relatório de Concepção Geral**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.
- 24 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Melancia. Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 6v
- 25 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Melancia. Levantamento Cadastral Preliminar**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 2v.
- 26 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Melancia. Projeto Executivo da Adutora**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 2v. (Estudos Básicos).

- 27 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Melancia. Projeto Executivo da Adutora.** Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Anteprojeto).
- 28 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Melancia. Projeto Executivo da Adutora.** Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 4v (Detalhamento do Projeto Executivo).
- 29 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Plano Estadual dos Recursos Hídricos,** Fortaleza, SRH, 1992. 4v.
- 30 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **PROGERIRH - Projeto Piloto. Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos. Relatório de Avaliação Ambiental Regional - RAA. Produto Final.** Fortaleza, TC/BR, 2000. 262p.
- 31 - DUCKE, A., **Estudos Botânicos do Ceará.** Mossoró, ESAM, 1979. 130p.
- 32 - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC), **Guia Industrial do Ceará 2000.** Fortaleza, FIEC, 2001.
- 33 - FERNANDES, A., **Temas Fitogeográficos.** Fortaleza, Stylus Comunicações, 1990. 116p.
- 34 - FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, **Desenvolvimento Humano e Condições de Vida: Indicadores Brasileiros.** PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro, 1998.
- 35 - HARGREAVES, G.H., **Disponibilidades e Deficiências de Umidade para a Produção Agrícola do Ceará, Brasil.** Universidade de Utah, 1973. 88p..
- 36 - HENRRQUES, A.G., **Aspectos Metodológicos da Avaliação de Impactos Ambientais de Empreendimentos Hidráulicos.** Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. V.6, n.º 01. 22p.
- 37 - JACOMINE, P.K.T. et alli, **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará.** Recife, SUDENE, 1973. 2v.
- 38 - MOTA, S., **Introdução à Engenharia Ambiental.** Rio de Janeiro, ABES, 1997. 292p.
- 39 - \_\_\_\_\_, **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental.** Fortaleza, Edições UFC, 1981. 241p.
- 40 - \_\_\_\_\_, **Preservação de Recursos Hídricos.** Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222p.

- 41 - REY, L., Prevenção dos Riscos para a Saúde Decorrentes dos Empreendimentos Hidráulicos. **Revista Médica de Moçambique**, vol.1, n.º 2. Moçambique, 1982.
- 42 - SÃO PAULO, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo. CETESB, 1987. 149p..
- 43 - SILVA, A.B., **Prevenção da Poluição em Águas Subterrâneas**. Belo Horizonte, 1986. 44p.
- 44 - SILVA, F.B.R. et alli, **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agrosócioeconômico**. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 1993. 2v.
- 45 - TONIOLO, E.R. & DANTAS, J.B., **Mapeamento da Cobertura Florestal Nativa Lenhosa do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 45p.



## 12 – EQUIPE TÉCNICA

O Consórcio responsável pela elaboração do Estudo de Impacto Ambiental - EIA/RIMA da Barragem Melancia é formado pelas empresas KL Engenharia, MABE e ENERCONSULT S. A., prestadoras de serviços nas áreas de recursos hídricos e meio ambiente, tendo como empresa líder a KL Engenharia, inscrita no CGC/MF sob o nº 06.022.644/0001-67, com sede à Av. Senador Virgílio Távora, 1701 – Salas 906 a 908 - Aldeota, na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará, cujo telefone para contato é (085) 3261.8766 e o fax (085) 3261.4766.

A equipe técnica engajada na elaboração do presente estudo é apresentada no quadro a seguir, no qual são discriminados o nome do técnico, sua formação profissional, registro profissional e sua assinatura.

Nome	Formação Profissional	Registro Profissional	Assinatura
José Célio de Araújo Oliveira Júnior	Engenheiro Civil	CREA 13.886/D-CE	
Juliana Maria do Socorro Gomes Barbosa	MSc em Recursos Hídricos / Engenharia Civil	CREA 7.624/D-PB	
Naimar Gonçalves Barroso Severiano	MSc em Economia Rural / Meio Ambiente	CORECON 1.996/8ªR-CE	
Marcos César Feitosa	Geólogo	CREA 11.468/D-CE	
Paulo Silas de Sousa	Engenheiro Agrônomo	CREA 12.637/D-CE	

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) pela elaboração do presente EIA/RIMA, expedida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), é apresentada nos Anexos.



## 13 – DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



Foto 01/13 – Caatinga hiperxerófila arbustiva, tipologia vegetal predominante na área da bacia hidráulica da Barragem Melancia.



Foto 02/13 – Observa-se, em primeiro plano, área cuja cobertura vegetal foi outrora erradicada para dar lugar a cultivos agrícolas.



Foto 03/13 – Várzeas do riacho Melancias, apresentando sua mata ciliar relativamente degradada. Observa-se, em segundo plano, a presença de exemplares esparsos de carnaúba.



Foto 04/13 – Habitação típica da região.



Foto 05/13 – Trechos da rede elétrica de baixa tensão que será submersa, devendo ser alvo de relocação.



Foto 06/13 – Estrada carroçável que intercepta a área da bacia hidráulica do açude, a qual terá trechos submersos pela formação do lago. Em substituição será construída pela SRH uma estrada contornando a área do futuro reservatório.



Foto 07/13 – Grupo escolar localizado na área da bacia hidráulica, que será relocado para as áreas remanescentes.



Foto 08/13 - Foto tirada na ombreira esquerda em direção a ombreira direita do barramento.



Foto 09/13 – Afloramento rochoso na ombreira esquerda.



Foto 10/13 – 1ª Reunião do Projeto de Reassentamento: técnica da SRH explicando os critérios adotados por este órgão para o reassentamento da população desalojada.



Foto 11/13 – 1ª Reunião do Projeto de Reassentamento: técnico da SRH tirando dúvidas sobre o processo desapropriatório e sobre os laudos de avaliação de terras e benfeitorias pertinentes ao levantamento cadastral executado na área.



Foto 12/13 - 2ª Reunião do Projeto de Reassentamento da Barragem Melancia, com proprietários e moradores que formam o seu público-alvo.



Foto 13/13 – 2ª Reunião do Projeto de Reassentamento: vista parcial do público-alvo.

