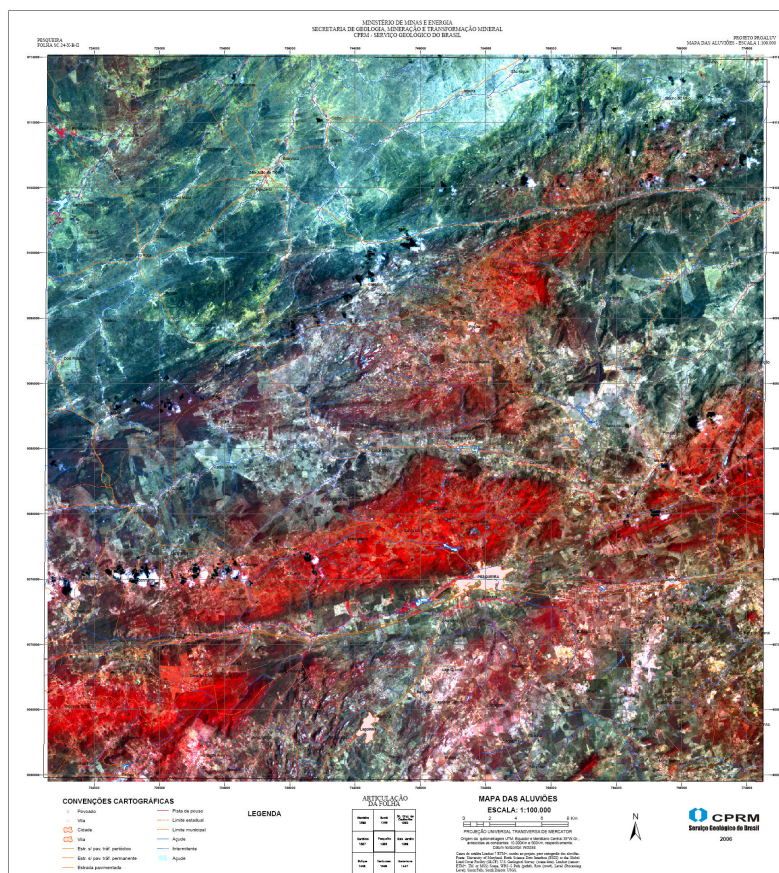


PROJETO CARACTERIZAÇÃO REGIONAL E DIFUSÃO TECNOLÓGICA PARA USO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS DAS ALUVIÕES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO



Relatório Final

CARTOGRAFIA ALUVIONAR

JUNHO/2009

**Ministério da
Ciência e Tecnologia**

**Ministério de
Minas e Energia**



CRÉDITOS INSTITUCIONAIS

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Sérgio Machado Resende

Ministro de Estado

Luis Antonio Rodrigues Elias

Secretario Executivo

José Almir Cirilo

Presidente do Comitê Gestor do Fundo
Setorial de Recursos Hídricos-CT HIDRO

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP

Luis Manuel Rebelo Fernandes

Presidente da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP

Eugenius Kaszkurewicz

Diretor de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Fernando de Nielander Ribeiro

Diretor de Administração e Finanças

Eduardo Moreira da Costa

Diretor de Inovação

Marco Augusto Salles Teles

Superintendente Técnico

Dayse da Costa

Superintendente Financeiro

Carlos Eduardo Sartor

Chefe do Departamento Técnico

Rubem Vieira Lousada

Chefe do Departamento Financeiro

Ana Maria Barbosa Silva

Marcio Augusto Vicente de Carvalho

Marcus Brauer Gomes

Analistas de Projetos

CRÉDITOS TÉCNICOS

EQUIPE DE EXECUÇÃO

COORDENAÇÃO

Frederico Cláudio Peixinho
Coordenador Geral

Fernando Antonio Carneiro Feitosa
Coordenador Técnico Nacional

Sérgio Monthezuma S. Guerra
Coordenador Regional (outubro 2006/agosto 2007)

José Carlos da Silva
Coordenador Regional (setembro 2007/abril 2009)

Luciana Cibelle A. dos Santos
Coordenadora da Área Social

EXECUÇÃO

CARTOGRAFIA DOS DEPÓSITOS ALUVIONARES

Carlos Eugenio da Silveira Arraes
Engenheiro de Minas

João de Castro Mascarenhas
Geólogo

Ricardo de Lima Brandão
Geólogo

Sara Maria Pinotti Benvenuto
Geóloga

Robson de Carlo da Silva
Engenheiro Hidrólogo

Antonio Celso Rodrigues de Melo
Ana Paula Rangel Jacques
Francisco de A. B. de Moraes
Alan Dionísio de Barros
Técnicos em Geociências

Felipe José Tabosa
Sidney Maciel Souza
Victor de Moura Pimentel
Estagiários de Engenharia Cartográfica

Jéssica Bezerra Menezes
José Maria Freire de Menezes Neto
Paula Patrícia Pereira dos Santos
Tiago Henrique de Oliveira
Estagiários de Geografia

CARACTERIZAÇÃO DA POTENCIALIDADE DAS ALUVIÕES

João Manoel Filho
Hidrogeólogo

Carlos Eugenio da Silveira Arraes
Engenheiro de Minas

Robson de Carlo da Silva
Engenheiro Hidrólogo

HIDROGEOLOGIA E BARRAGENS SUBTERRÂNEAS

Aerton Zamboni Maia
Engenheiro de Minas

Ângelo Trévia Vieira
Geólogo

Dunaldson Eliezer G. A. da Rocha
Geólogo

Felicíssimo Melo
Geólogo

Jorge Luis Fortunato de Miranda
Hidrogeólogo

José Ubaldo de Sá
Engenheiro de Minas

Manoel Júlio da T. G. Galvão
Hidrogeólogo

Melissa Franzen
Geóloga

João Hipólito de B. Salgueiro
Engenheiro Hidrólogo

Cristiane Ribeiro de Melo
Engenheira Hidróloga

José Walquer Roque da Costa
Antonio Celso Rodrigues de Melo
José Walter Ferreira da Silva
Técnicos em Geociências

AÇÕES SOCIAIS

Marize Delizele Marques Castro
Analista de Projetos Sociais

Raquel Rodrigues de Moraes
Analista de Projetos Sociais

Dione Teixeira
Analista de Projetos Sociais

Isabela dos Reis Barros
Nathália Costa
Katiane da Silva Ferreira
Estagiária de Serviço Social

BANCO DE DADOS, EDITORAÇÃO E SIG

Robson de Carlo da Silva
Engenheiro Hidrólogo

Cláudio Scheid
Geólogo

Cláudia Baltar Freire
Revisão Gramatical de Texto

Ildemberg Leite
Iconografia

João Henrique Gonçalves
Desenvolvimento do Software ArcExibe

CONSULTORES

Aerton Zamboni Maia
Construção de Barragem Subterrânea

Ana Cristina Brito Arcoverde
Tecnologia Social

Francisco Edson Mendonça Gomes
Geoprocessamento

João Manoel Filho
Hidrogeologia

Mônica Mazzani Perrotta
Sensoriamento Remoto

Onofre Leal
Hidrogeologia

INSTRUTORES

Rosa Cortez
Mobilização e Organização Social

Waldir Duarte Costa
Construção de Barragem Subterrânea

Ivone Almeida
Geoprocessamento

Mônica Mazzani Perrotta
Sensoriamento Remoto

ELABORAÇÃO DO TEXTO

Organização do texto
José Carlos da Silva

Ações Sociais
Luciana Cibelle A. dos Santos
Marize Delizele Marques Castro

Barragens Subterrâneas
Aerton Zamboni Maia
Ângelo Trévia Vieira
Cristiane Ribeiro de Melo
Felicíssimo Melo
João Hipólito de B. Salgueiro
José Ubaldino de Sá
Manoel Júlio da T. G. Galvão
Nelson Paiva Raulino de Souza

Cartografia Aluvionar
Ricardo de Lima Brandão
João Manoel Filho

Estruturação do SIG
Robson de Carlo da Silva

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

1. Levantamento e análise das informações existentes sobre as aluviões do semiárido
2. Estatística descritiva das espessuras de aluvião
3. Cartografia dos depósitos aluvionares
4. Estruturação de bases de dados em SIG
5. Considerações finais

INTRODUÇÃO

Os depósitos aluvionares localizados no Nordeste brasileiro que podem ocorrer ao longo dos vales assumem grande importância no contexto hídrico da região. Essa importância aumenta ainda mais, quando se verifica que é ao longo desses vales onde se concentra a maior densidade demográfica, com conseqüente aumento da demanda por água, para os diversos fins.

Há, em todo o Nordeste, inúmeros casos de utilização de reservas hídricas aluvionares para abastecimento público de pequenas comunidades e pequenos projetos de irrigação. Nas aluviões, com efeito, as altas permeabilidades das frações arenosas compensam frequentemente as pequenas espessuras saturadas, de modo que é possível a obtenção de vazões de exploração expressivas, através de captações rasas. De um modo geral, as pesquisas hidrogeológicas até então realizadas, tiveram caráter imediatista e âmbito local, objetivando a definição de manancial subterrâneo para o abastecimento público. Não foi tentado até então uma visão panorâmica da potencialidade das aluviões do cristalino semiárido do Nordeste.

Este trabalho tenta suprir essa lacuna, mostrando através da indicação de ocorrência aluvionar, cartografadas na escala 1:100.000 por meio de interpretação de imagens de satélite, o potencial de utilização desses reservatórios, especialmente por meio da construção de barragens subterrâneas.

Neste relatório estão apresentados o desenvolvimento dos trabalhos para recuperação dos dados de pesquisa hidrogeológica realizados há anos atrás, a organização e disponibilização desses dados em um banco de dados, a indicação das ocorrências aluvionares mapeáveis na escala 1:100.000 e a disposição de todo o conjunto de dados e informações em formato SIG.

1. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES EXISTENTES SOBRE AS ALUVIÕES DO SEMIÁRIDO

COLETA DE INFORMAÇÕES

Durante os últimos 35 anos, as companhias de saneamento dos estados do Nordeste executaram pesquisas sistemáticas em aluviões visando o abastecimento público. Essas pesquisas resultaram em um substancial volume de dados impressos em papel, que permanecem até hoje à espera de uma análise e interpretação globalizada que possam transformar em conhecimento técnico-científico útil, a potencialidade que encerram.

Esta etapa do trabalho consistiu na recuperação de duzentos e vinte e seis trabalhos de pesquisas realizados em aluviões, através da interação com as companhias de saneamento da região, CAGECE-CE, CAERN-RN, CAGEPA-PB, COMPESA-PE, no período compreendido entre 1976 a 1984. O trabalho constou da digitalização de mapas topográficos e relatórios técnicos.

O acervo de informações contempla aproximadamente 2.700 perfis litológicos de sondagens e poços de pesquisa, bem como dados de bombeamentos e análises físicoquímicas (sumárias e completas) da água subterrânea em aluviões da região semiárida do Nordeste. Além das companhias de saneamento foram consultados órgãos, instituições e técnicos que atuam ou atuaram em pesquisa ou execução de obras em depósitos aluvionares.

A CPRM manterá um sistema de atualização dos bancos de dados, à medida que novos trabalhos venham a ser recuperados. Os mais recentes também serão incorporados ao banco de dados, preparado para interagir com o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, da CPRM.

Os trabalhos recuperados estão disponibilizados como parte deste relatório, em arquivos digitais.

SISTEMATIZAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Os dados constantes desses 226 relatórios foram organizados e sistematizados para análise preliminar dos seus conteúdos, principalmente com referencia as descrições das litologias, encontradas nas sondagens realizadas e de ensaio de bombeamento. Todos os dados recuperados foram organizados em um banco de dados, para consulta e pesquisa, preparado para operar em ambiente SIG.

A interação dos dados estruturados com o sistema de drenagem georreferenciado, permite a exata localização nas folhas cartográficas, pesquisa por bacia hidrográfica e elaboração, pelo usuário, dos mapas desejados, especialmente se utilizar recursos como o SRTM.

Na tabela 1.1 um resumo deste inventário, constando de 2.704 poços de prospecção aluvionar, distribuídos por 235 áreas pesquisadas. Onde:

- FS = Furo de sondagem em 2"
- PT = Poço tubular
- PZ = Piezômetro
- PA = Poço amazonas
- PQ = Poço de pesquisa

Tabela 1.1 - Inventário do número e natureza dos poços construídos nas áreas de aluvião pesquisadas nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco no período de 1976 a 1983.

Município	Quant. poços	Quant. Áreas	UF	FS	PT	PZ	PA	PQ
Abaiara	20	1	CE	17	3			
Acarau	68	5	CE	58	10			
Açu	4	1	RN		4			
Afonso Bezerra	20	1	RN	13	5	2		
Água Nova	31	3	RN	16	9	6		
Almino Afonso	7	2	RN	7				
Altaneira	6	2	CE	6				
Alto do Rodrigues	35	2	RN	27	4	4		
Alto Santo	21	1	CE	15	5		1	
Amanairara (Retiutaba)	29	2	CE	27	2			
Antonina do Norte	4	2	CE	4				
Antonio Diogo	3	1	CE	3				
Antonio Martins	11	2	RN	11				
Apuiarés	15	2	CE	9	6			
Aquiraz	37	1	CE	30	7			
Aracoiaba	7	1	CE	7				
Arapá (Tianguá)	6	1	CE	6				
Araripe	12	2	CE	12				
Aratuba (Baturité)	21	2	CE	21				
Arneiróz	6	2	CE	6				
Baixio	21	4	CE	17	4			
Barcelona	21	3	RN	21				
Betania (Ibiapina)	26	1	CE	18	4	4		
Buenos Aires	48	2	PE	44	2	2		
Caio Prado (Itapiuna)	15	2	CE	15				
Calumbi	42	1	PE	36	3	3		
Canafístula (Apuiarés)	9	2	CE	7	2			
Capuã (Caucaia)	33	4	CE	33				
Caraibeiras (Tacaratu)	17	1	PE	17				
Caridade	48	5	CE	44	4			
Cariré	14	1	CE	12	2			
Cariutaba (Farias Brito)	15	1	CE	10	5			
Carnaúba dos Dantas	45	1	RN	36	6	2		1
Carnaubais	2	1	RN		2			
Caruataí (Tianguá)	16	2	CE	14	1	1		
Catuana (Caucaia)	7	1	CE	7				
Caucaia	9	1	CE	9				
Celsolândia (Acarau)	13	1	CE	11	2			
Chaval	27	3	CE	27				
Coreaú	18	2	CE	16	2			

Município	Quant. poços	Quant. Áreas	UF	FS	PT	PZ	PA	PQ
Croatá (S. G. Amarante)	8	1	CE	4	4			
Cruz	6	2	CE	2	4			
Doutor Severiano	7	4	RN	7				
Encanto	22	1	RN	6	13	3		
Espirito Santo	6	2	RN	6				
Farias Brito	26	1	CE	21	4		1	
Fazendinha (S. Benedito)	12	1	CE	8	1	3		
Feitoria (Bodocó)	11	2	PE	11				
Felipe Guerra	7	2	RN		6	1		
Gen. Tibúrcio (Viçosa do Ceará)	6	1	CE	6				
Gov. Dix-Sept Rosado	5	1	RN		5			
Graça (Ibiapina)	7	2	CE	7				
Ibiapina	18	1	CE	16	2			
Ideal (Aracoiaba)	29	1	CE	28	1			
Ielmo Marinho	11	1	RN	11				
Iguaraci	24	1	PE	24				
Inhuçu (São Benedito)	6	1	CE	3	1	2		
Ipaumirim	83	5	CE	81			2	
Ipueira	13	1	RN	13				
Itaiçaba	11	1	CE		6	5		
Jaburuna (Ubajara)	17	2	CE	15	2			
Jaguaratama	17	1	CE	12	5			
Jaguaribara	103	5	CE	99	4			
Jaguaruana	20	3	CE	2	18			
Janduis	7	1	RN	3	2	2		
José da Penha	24	2	RN	15	4	5		
Juá (Viçosa do Ceará)	17	1	CE	15	1	1		
Lagoa de Pedras	17	2	RN	17				
Luis Gomes	13	3	RN	13				
Macaraú (Santa Quitéria)	26	1	CE	22	2	2		
Maravilha (Custódia)	48	1	PE	42	3	3		
Marcelino Vieira	26	2	RN	13	9	4		
Marco	66	6	CE	55	11			
Mirandiba	36	3	PE	36				
Moitinga (Ubajara)	5	1	CE	5				
Mombaça	26	2	CE	24	2			
Monsenhor Tabosa	18	2	CE	18				
Morais (Arapipina)	24	2	PE	24				
Moraújo	19	2	CE	19				
Morrinhos	56	3	CE	37	19			
Mulungu	25	2	CE	24	1			
Novo Oriente	11	1	CE	11				
Olho D'água do Borges	33	3	RN	33				
Pacoti	11	1	CE	11				
Paraipaba	16	4	CE	14	2			

Município	Quant. poços	Quant. Áreas	UF	FS	PT	PZ	PA	PQ
Paramoti	33	2	CE	28	5			
Parapui (Santana do Acaraú)	21	1	CE	19	2			
Paraú	29	2	RN	25	2	2		
Pendências	12	1	RN	11	1			
Pereiro	11	2	CE	5	6			
Potengi	5	1	CE	5				
Quitimbu (Custódia)	29	1	PE	29				
Quixeré	32	5	CE	19	13			
Rafael Fernandes	15	1	RN	7	4	4		
Rafael Godeiro	3	1	RN		3			
Rancharia (Araripina)	32	1	PE	26	3	3		
Redenção	17	1	CE	17				
Reriutaba	23	2	CE	21	1	1		
Riachão Banabuiu (Pedra Branca)	10	2	CE	10				
Riacho de Santana	14	1	RN	6	6	2		
Riacho do Gado (Tabira)	18	1	PE	18				
Rio da Barra (Sertania)	36	1	PE	34	2			
Saboeiro	3	1	CE	3				
Santa Quitéria	5	1	CE	2	1	1	1	
Santa Rosa (Ingazeira)	41	1	PE	41				
Santana do Acaraú	30	3	CE	25	5			
Santana do Matos	34	1	RN	19	15			
Santana do Seridó	14	1	RN	5	3	6		
São Benedito	31	4	CE	29	1	1		
São Caetano do Navio	42	1	PE	38	2	2		
São Fco. do Oeste	17	2	RN	8	6	3		
São João do Sabugi	24	2	RN	21	3			
São Joaquim (Umirim)	8	1	CE	5	2	1		
São José do Seridó	27	4	RN	25	1	1		
São Tomé	74	4	RN	65	8	1		
São Vicente	19	1	RN		19			
Sapupara (Maranguape)	8	1	CE	8				
Senador Pompeu	17	1	CE	14	1	1	1	
Tabuleiro do Norte	14	1	CE	10	4			
Tabuleiro Grande	10	1	CE	4	4	2		
Tamboril	9	3	CE	7	1	1		
Tauá	37	3	CE	33	3	1		
Tejuçuoca	5	1	CE	5				
Tenente Ananias	18	2	RN	8	8	2		
Timbaúba dos Batistas	17	2	RN	15	5			
Timorante (Exú)	30	1	PE	30				
Upanema	9	1	RN		6	3		
Viçosa	10	2	RN	7	2	1		
Totais	2704	235		2229	374	94	6	1

Em seguida foi montada uma base de dados com a seguinte estrutura:

PONTO_DAGUA	LITOLOGIA	NATUREZA_DO_PONTO
ID_Ponto	ID_ContatoLito	ID_NaturezaDoPonto
Cod_Ponto	ID_Ponto	strNaturezaDoPonto
NumUTM_E	Prof_Contato	
NumUTM_N	Material	
strNomeDoPonto	EspessuraAreia	
strLocalDoPonto	EspessuraSilte	
strLocalAbastecimento	EspessuraArgila	
ID_Instituição		
ID_Proprietario		
ID_Municipio		
ID_NaturezaDoPonto		
ID_Cod_ANA		
ID_Folha		
ID_ProvHidrogeologica		

INSTITUIÇÃO	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
ID_Instituição	ID_Proprietario	ID_Municipio
strNomeDaInstituição	strNomeDoProprietario	strNomeDoMunicipio
		NumMunicipio

SUBBACIA	FOLHA	SUBPROVÍNCIA
ID_SubBacia	ID_Folha100mil	ID_SubProvincia
strNomeSubBacia	strNomeDaFolha	strNomeSubProvincia
	NumFolha	

AMOSTRA_DAGUA	ELEMENTO_QUÍMICO
ID_AmostraDagua	ID_ElementsQuimico
ID_Ponto	ID_AmostraDagua
strNomeDaAmostra	strNomeElementoQuimico
datDataDaColeta	strUnidadeConcentração
datDataDaAnalise	NumConcentração
strLaboratorio	

TESTE_BOMBEAMENTO	REBAIXAMENTO	RECUPERAÇÃO
ID_TesteBomb	ID_Rebaixamento	ID_Recuperação
ID_Ponto	ID_Ponto	ID_Ponto
ID_TipoTesteBomb	NumMinutoReb	NumMinutoRec
ID_MetodoInterpreta	NumVazão	NumNivelDinamico
ID_UnidadeBombTeste	NumNivelDinamico	
datDataDoTeste		
strTempoBombeamento		
strTempoRecuperação		
NumNivelEstatico		
NumNivelDinamico		
NumVazão		
NumCoefArmazena		
NumTransmissividade		
NumCondHidraulica		

METODO_INTERPRETAÇÃO	TIPO_TESTE_BOMB	UNID_BOMB_TESTE
ID_MetodoInterpretacao	ID_TipoTesteBomb	ID_UnidBombTeste
strNomeDoMetodo	strNomeTipoTeste	strNomeUnidBomb

Para processar todo o volume de dados e informações consistidas, foi elaborado um banco de dados que permite a inclusão e a consulta, com os seguintes campos:

- **Cadastro de Ponto D'água**

Tem a função de Cadastrar os Pontos d'água de forma simplificada e diminuindo a quantidade de erros em relação ao cadastro manual em folha de papel.

É Composto Pelos Seguintes Campos:

- ID (Em Desenvolvimento): Será Incrementado automaticamente a partir da numeração do Estado+ Numeração da Cidade+ Numero Auto-incrementado do Ponto d'água.
- Nome do Ponto: Inserido Pelo Usuário
- Instituição:
- Proprietário do Poço:
- Aquífero:
- Folha 100 Mil:
- Tipo de Ponto:
- Sub Bacia (ANA):
- Sub Província Hidrogeologia:
- Tipo de uso da Água:
- Situação Ambiental:
- Situação Legal:
- Fotografia: Permite Inserir Varias Fotografias.

PontoDagua

CPRM Serviço Geológico do Brasil Ponto d'agua

ID: 66

Estado: CE

Município: ACARAU

Nome do Ponto: FS01-1

Cod:

Instituicao: CAGECE

Proprietario: José Arnaldo Filho

Aquifero: Aluvião

Folha 100 mil: Acaraú

Tipo do Ponto: Furo de Sondagem

IDSubBaciaANA: Área entre a foz do rio Parnaíba, exclus

IDSubProvHG: Costeira Ceara, Piaui

IDUsoAgua: Doméstico

IDSituacaoAmbiental:

IDSituacaoLegal: Número:

Subterraneo:

UtmE: 375059 UtmN: 9680224


LocalPonto: Perseguida

LocalidadeAbast: Acaraú

DataInstalacao: 15/07/1978

DataCadastro: 01/01/2009

DataAtualizacao: 27/03/2009

FotografiaPonto: 

Registro: 2 de 2 Sem Filtro Pesquisar

- **Cadastro de Instituição**

Caso a instituição não esteja cadastrada na tela de ponto d'água, é possível cadastrar nesta tela.

Instituicao

Cadastro de Instituição

ID: 2

Nome: SEMARH/RN

Departamento: Administrativo

SiglaCIA: INS1

Endereço: Rua: Maria Alves de Queiroz

CEP: 59614-560

Fone: (84) 3316-4567

URL: www.cagece.com.br

Cidade: Mossoró

UF: RN

- **Cadastro de Proprietário**

O mesmo acontece neste cadastro.

The image shows a software window titled "Cadastro de Proprietário". The window has a blue header with a document icon and the word "Proprietario". Below the header, there is a form with the following fields: "ID:" with a button labeled "Novo"; "Nome:" with a text input field; "Município:" with a dropdown menu; "Responsavel:" with a text input field; "Logradouro:" with a text input field; "Bairro:" with a text input field; "CEP:" with a text input field; "Fone:" with a text input field; "Fax:" with a text input field; and "CPF/CNPJ:" with a text input field. At the bottom of the form, there are navigation icons (back, forward, search, save) and a red close button.

- **Cadastro Aquífero**

Mesma Função dos dois listados acima.

ANÁLISES GEOESTATÍSTICAS E DEFINIÇÃO DE ATRIBUTOS DE POTENCIALIDADE

As informações constantes do banco de dados foram analisadas em softwares de tratamento estatístico de dados. Os resultados podem constituir planos de informação dentro de um SIG e ser utilizados em conjunto na tentativa de definição de atributos que possam orientar a avaliação de potencialidade das aluviões. No desenvolvimento deste trabalho foram consideradas as seguintes possibilidades de análises estatísticas sem, entretanto, obterem-se resultados representativos:

- correlação espessura dos termos arenosos x espessura dos termos argilosos;
- correlação espessura das frações arenosas x largura da faixa aluvionar;
- correlação espessura das frações arenosas x declividade do riacho no trecho estudado;
- análise de regressão múltipla considerando a espessura das frações arenosas como variável dependente e as seguintes variáveis independentes: largura da faixa aluvionar; declividade do riacho; distância das cabeceiras; curvatura do riacho; topografia da bacia hidrográfica; tipo de rocha predominante, entre outras;

- análise da variação dos teores de cloretos, durezas e resíduos secos ao longo do perfil longitudinal do riacho;

Os resultados obtidos estão a seguir apresentados:

2. ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS ESPESSURAS DE ALUVIÃO

Para se ter uma idéia mais realista da potencialidade das aluviões, os materiais perfurados e constantes dos perfis litológicos dos 2.701 furos realizados nos depósitos considerados (expostos nos itens anteriores), foram separados em três categorias principais: areia, silte e argila. A tabela 2.1 apresenta a estatística descritiva das espessuras dessas categorias e da espessura total em cada furo.

Tabela 2.1 – Estatística descritiva das espessuras de areia, silte e argila e da espessura total de aluvião

Parâmetros estatísticos	Espessuras (m)			
	areia	silte	argila	total
Média	3,83	0,44	1,73	6,00
Erro padrão	0,07	0,02	0,04	0,08
Mediana	3,00	1,00	1,10	5,10
Moda	0,00	0,00	0,00	4,00
Desvio padrão	3,83	1,07	1,98	4,07
Variância da amostra	14,69	1,14	3,90	16,57
Curtose	30,57	10,57	4,56	30,91
Assimetria	3,63	2,97	1,68	3,71
Intervalo	56,00	11,00	16,80	61,00
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	56,00	11,00	16,80	61,00
Soma	10337,80	1199,80	4667,30	16202,40
Contagem	2704,00	2704,00	2701,00	2704,00
Nível de confiança (95%)	0,14	0,04	0,07	0,15

Os resultados globais mostrados indicam que em média as espessuras dos materiais perfurados nas aluviões são constituídas por 64% de camadas de areia, 30% de camadas de argila e apenas 7% de camadas de silte.

Se forem considerados os valores medianos (já que a distribuição de frequência é bastante assimétrica), chega-se praticamente à mesma conclusão no que se refere à espessura de areia, ou seja: dispõe-se de 60% de areia, 20% de silte e 20% de argila.

A magnitude das espessuras tem a sua análise de frequência e distribuição de probabilidade, ilustradas nas figuras 2.1 a 2.4 e tabelas 2.2 e 2.3, mostradas a seguir:

Areia: de acordo com a figura 2.1, em média (com 50% de probabilidade) a espessura de areia é de apenas 3,75 m.

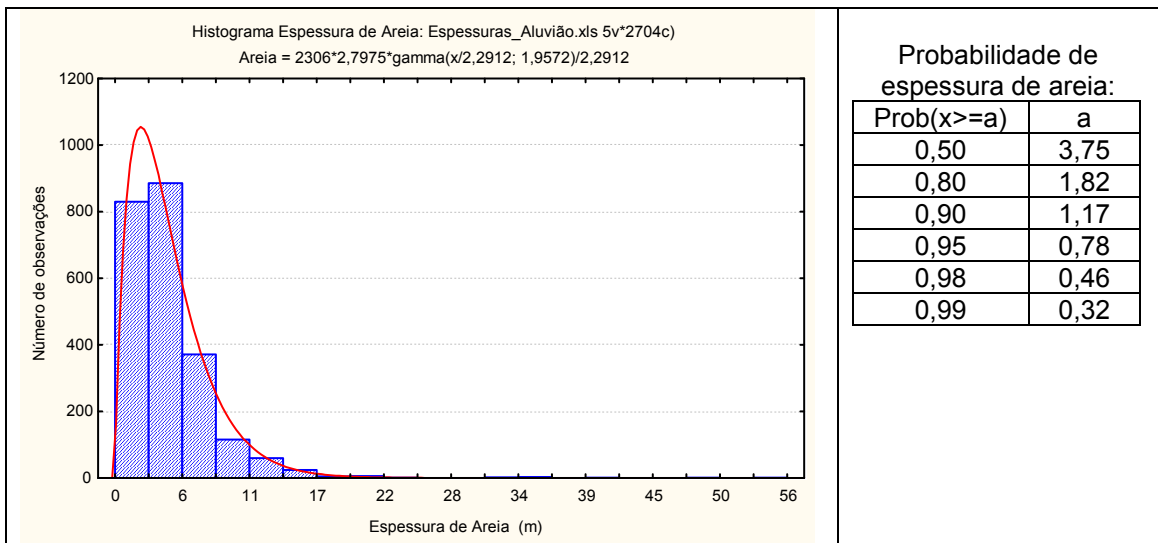


Figura 2.1 – Histograma de frequência e distribuição de probabilidade das espessuras de areia nos perfis dos furos realizados nas aluviões.

Silte: a espessura de silte assume um valor médio (50% de probabilidade) de 1,79 m, segundo o histograma e distribuição de probabilidade da Figura 2.2.

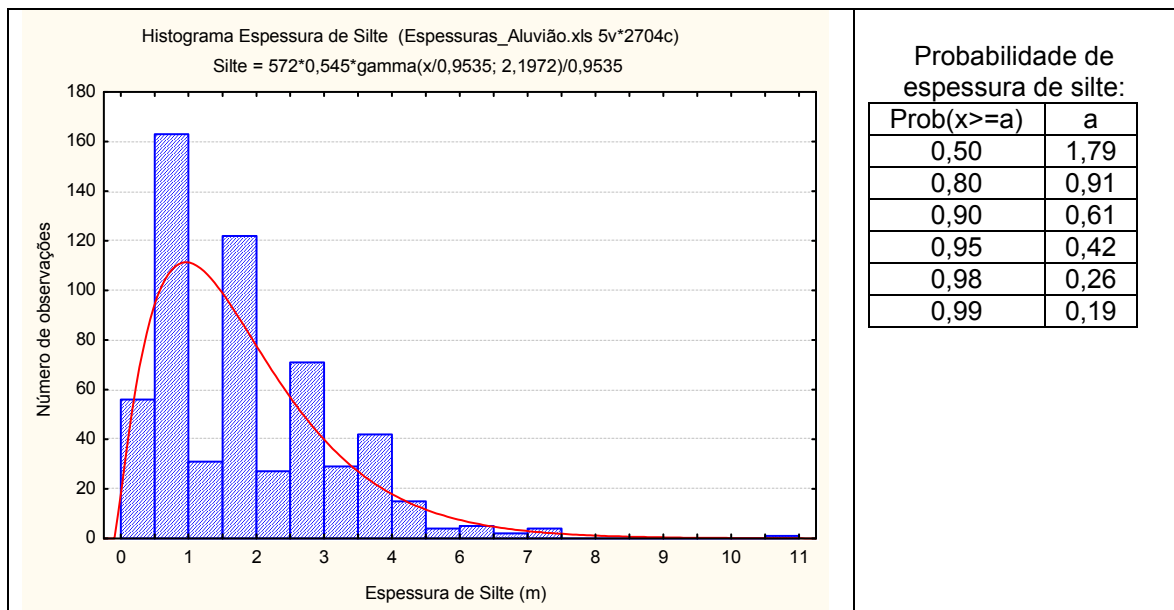


Figura 2.2. – Histograma de frequência e distribuição de probabilidade das espessuras de silte nos perfis dos furos realizados nas aluviões.

Argila: em termos globais a espessura média de argila (50% de probabilidade) é de 2,09 m conforme figura 2.3.

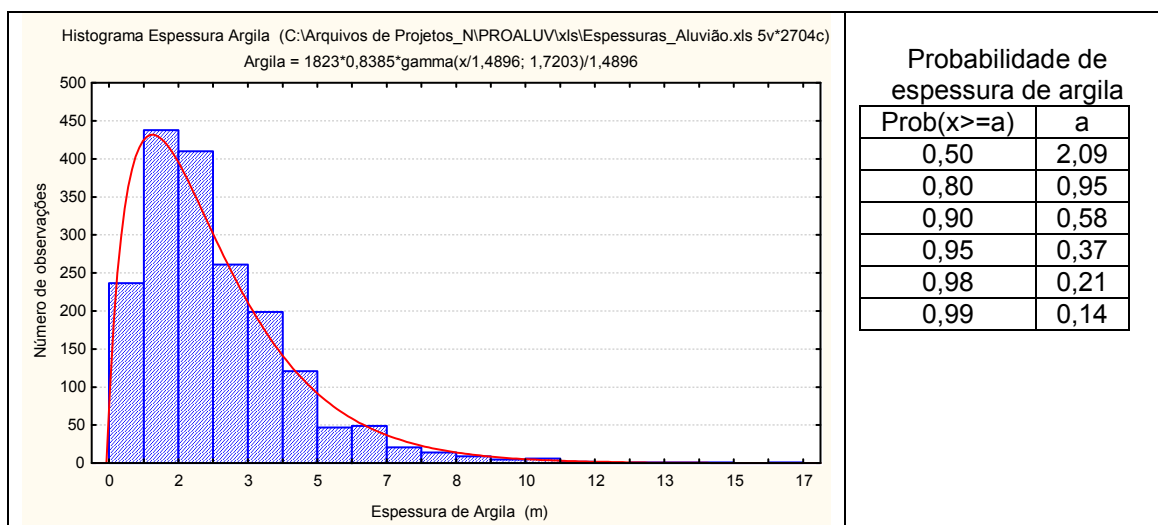


Figura 2.3 – Histograma de frequência e distribuição de probabilidade das espessuras de argila nos perfis dos furos realizados nas aluviões.

Aluvião: para o pacote completo de aluvião, a espessura média (50% de probabilidade) é de 5,36 m, conforme figura 2.4.

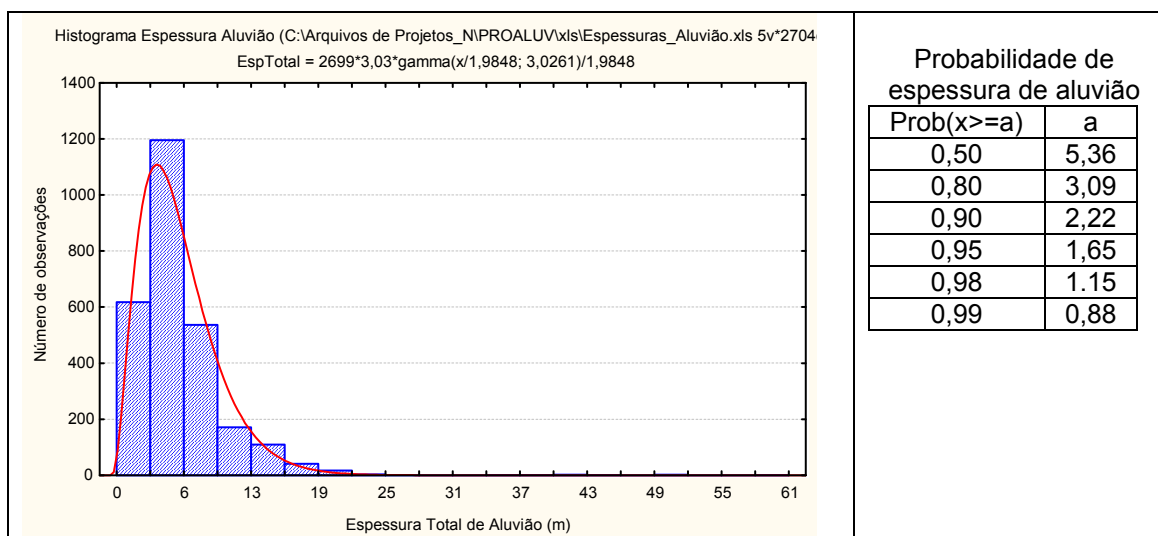


Figura 2.4 – Histograma de frequência e distribuição de probabilidade das espessuras de aluvião nos perfis dos furos realizados.

A Tabela 2.2 mostra o resultado final da distribuição das espessuras de areia, silte e argila nas sondagens e poços de pesquisa realizados e, a tabela 2.3, a porcentagem das camadas de areias, silte e argilas nos furos de pesquisa.

Tabela 2.2 – Distribuição das espessuras de areia, silte e argila nas sondagens e poços de pesquisa realizados nas aluviões (1976-1983), nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco.

Litologia	Intervalo de espessura	Num furos	Porcentagem	Possança
Areia	$b \leq 3$	1378	51	Muito fraca
	$3 < b \leq 8$	1083	40	Fraca
	$8 < b \leq 23$	237	8,8	Média
	$23 < b \leq 56$	6	0,2	Elevada
Silte	$b \leq 1$	2346	86,8	Muito fraca
	$1 < b \leq 2$	243	9,0	Fraca
	$2 < b \leq 4$	77	2,8	Média
	$4 < b \leq 11$	38	1,4	Elevada
Argila	$b \leq 1$	1333	49	Muito fraca
	$1 < b \leq 3$	836	31	Fraca
	$3 < b \leq 7$	481	18	Média
	$7 < b \leq 17$	54	2	Elevada
Aluvião	$b \leq 4$	1677	62	Muito fraca
	$4 < b \leq 10$	891	32,9	Fraca
	$10 < b \leq 23$	129	4,8	Média
	$23 < b \leq 61$	8	0,3	Elevada

Tabela 2.3 – Porcentagens de camadas de areia, silte e argila nas sondagens e poços de pesquisa em aluvião, realizadas (1976-1983), nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco.

Litologia	Porcentagem da espessura total (b)	Num furos	Porcentagem de furos	Ocorrência
Areia	$p \leq 0,2b$	508	18	Baixa
	$0,2b < p \leq 0,53b$	539	20	Baixa a média
	$0,53b < p \leq 0,82b$	693	26	Alta a muito alta
	$0,82b < p \leq b$	964	36	Muito alta
Silte	$p \leq 0,12b$	2237	82	Baixa
	$0,12b < p \leq 0,37b$	239	9	Baixa a média
	$0,37b < p \leq 0,71b$	153	6	Média a alta
	$0,71b < p \leq b$	75	3	Alta a muito alta
Argila	$p \leq 0,16b$	1212	45	Baixa
	$0,16b < p \leq 0,46b$	652	24	Baixa a média
	$0,46b < p \leq 0,79b$	494	18	Média a muito alta
	$0,79b < p \leq b$	346	13	Muito alta

SÍNTESE

Os dados litológicos levantados em pesquisas efetuadas no período de 1976 a 1983 foram incorporados às informações constantes da indicação da ocorrência de aluviões, nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, digitalizada no ArcGIS no âmbito do Projeto PROALUV, distribuídas por 131 folhas na escala 1:100.000.

As pesquisas aluviais incluem 2.704 perfis litológicos sendo:

- 2.229 perfis de furos de sondagem em 2”;
- 374 perfis de poços tubulares rasos perfurados em 10” e revestidos em 6”;
- e 94 perfis litológicos de piezômetros, perfurados em 6” e revestidos em 4”.

Foram feitas ainda investigações hidrogeológicas em 235 diferentes áreas distribuídas por 128 localidades em 92 municípios dos três Estados mencionados. O inventário dos diferentes tipos de poços construídos e grande parte do acervo, incluindo testes de bombeamento e análises físico-químicas, se encontra sistematizado em uma base de dados ACCESS 2007 (arquivo PROALUVPoços.accdb), parte integrante deste relatório.

Com o objetivo de caracterizar a potencialidade das aluviões no mosaico das folhas 1:100.000, são apresentados sob a forma de *planos de informação* os dados relativos à geometria e à natureza litológica desses depósitos.

A análise da geometria levou a uma divisão qualitativa das áreas de ocorrência, em quatro classes: *muito fraca*, *fraca*, *média* e *elevada*, enquanto que a distribuição espacial das áreas aluviais foram dispostas em dois diferentes planos de informação:

- Um plano de *área total* de ocorrência de aluviões (km²) por folha de 3.025 km², na escala 1:100.000.
- Um plano de *áreas dos polígonos mapeados*, com a distribuição das áreas classificadas.

Finalmente apresentou-se também a distribuição espacial das porcentagens de areia, silte e argila em seis planos de informação no mosaico das folhas 1:100.000.

Os resultados globais indicam que em média as espessuras dos materiais perfurados nas aluviões são constituídas por 64% de camadas de areia, 30% de camadas de argila e apenas 7% de camadas de silte. Se forem considerados os valores medianos (já que a distribuição de frequência é bastante assimétrica), chega-se praticamente à mesma conclusão no que se refere à espessura de areia, ou seja: dispõe-se de 60% de areia, 20% de silte e 20% de argila, concluindo-se:

- a espessura de areia, com 50% de probabilidade é de apenas 3,75 m;
- o histograma e distribuição de probabilidade mostram que a espessura de silte assume um valor médio de 1,79 m com probabilidade de 50%;
- em termos globais a espessura média de argila é de 2,09 m, com 50% de probabilidade;
- para o pacote completo de aluvião, a espessura média é de 5,36 m, com 50% de probabilidade.

Planos de informação com a distribuição espacial da litologia

A distribuição espacial da litologia foi organizada em seis planos de informação no mosaico formado pelas 131 folhas na escala 1:100.000. Esses planos incluem os valores das espessuras de areia, silte e argila, e a espessura total de aluvião, gerando percentuais de ocorrência dessas três fácies.

A análise de frequência e distribuição de probabilidade da magnitude das espessuras aluviais mostra, de modo geral, que a possança das aluviões é muito fraca, observando-se que apenas 0,3% das sondagens e poços apresentam mais de 23 m de espessura.

As porcentagens de camadas de areia, silte e argila nos perfis das sondagens e poços de pesquisa indicam uma escala de ocorrência (definida em função da porcentagem da camada encontrada no perfil litológico) *baixa* de 0 a 25%; *média* de 25 a 50%; *alta* de 50 a 75% e *muito alta* de 75 a 100%.

Observa-se que 62% das sondagens e poços apresentam ocorrências classificadas como Alta a Muito Alta de areia, enquanto que esse tipo de ocorrência se verifica em apenas 3% das sondagens e poços para silte e em 31% das sondagens e poços para argila. Isso permite concluir que embora as aluviões analisadas sejam predominantemente pouco espessas elas são constituídas, sobretudo de areia.

Plano de potencialidade das aluviões

A distribuição das ocorrências de aluvião, nas 131 folhas do mosaico, é classificada da seguinte maneira:

- *potencialidade muito fraca*: em 43 folhas (33%) que apresentam menos de 45 km² de aluvião, o que significa menos de 1.5% da área da folha;
- *potencialidade fraca*: em 44 folhas (33%) cuja ocorrência de aluviões varia de mais de 45 km² até 127 km²;
- *potencialidade média*: em 38 folhas (29%) nas quais as ocorrências de aluviões oscilam entre mais de 127 km² até 257 km²;
- *potencialidade elevada*: em apenas 6 folhas (5%) cujas ocorrências de aluviões encontradas ocupam áreas variáveis de 257 km² até 588 km².

3. CARTOGRAFIA DOS DEPÓSITOS ALUVIONARES

SELEÇÃO E AQUISIÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE

Para o desenvolvimento do projeto, considerando a precisão inerente à escala de trabalho, foram selecionadas, inicialmente, as imagens de satélite orbitais disponíveis na CPRM e todas outras disponibilizadas sem custo. Após uma análise do raio de cobertura e aplicabilidade das imagens disponíveis, em relação aos objetivos pretendidos, foram indicadas as áreas nas quais se registrava, por diversas razões, a necessidade da aquisição de novas imagens, especialmente para complementação do recobrimento.

As imagens predominantes foram Imagens ETM⁺-LANDSAT-7 e CBERS-2, inicialmente para atendimento a 138 folhas topográficas. Em seguida reduzidas para 136 e, finalmente para 131 folhas. A redução ocorreu devido à dificuldade de visualização na área costeira, por causa das nuvens, considerando também, que essas áreas não correspondem a terrenos cristalinos.

OTIMIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE CARTOGRAFIA DE ALUVIÕES

Considerando o objetivo primário do projeto, da indicação em escala 1:100.000 da ocorrência aluvionar, de uma área territorial muito grande e, com pouco tempo e recursos financeiros disponíveis, optou-se pela utilização de técnicas de análise e processamento de imagens de satélites. Buscou-se a utilização de procedimentos como aplicação de contrastes, composições coloridas, filtragens, correlações de bandas, classificações de imagens, entre outros.

Outras ferramentas auxiliares para tentativa de delimitação dos corpos aluvionares foi a utilização de mapas geológicos, informações temáticas existentes e o cadastro de poços em aluviões disponível no SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Todas sobrepostas e compatibilizadas às imagens.

Além das 6 bandas espectrais (com resolução de 30 metros) e da banda pancromática (com resolução de 15 metros) do LANDSAT-7.

Inicialmente, foram previstas a realização de interpretações de composições coloridas falso-cor, confeccionadas a partir da combinação das bandas azul (0,45 a 0,52 μm), verde (0,63 a 0,79 μm) e infravermelho próximo (0,76 a 0,90 μm) de imagens LANDSAT. Os produtos das interpretações e tratamento das imagens, introduzidos num SIG podendo, então, serem integrados com outras informações consideradas relevantes.

Além de utilizar as composições coloridas para demarcar as manchas aluvionares, se preocupou em obter informações adicionais dos corpos cartografados, tais como o índice de vegetação, relação argila/areia, teor de umidade, entre outros. Para tal, foram utilizadas técnicas de processamento digital, geoprocessamento e tratamentos geoestatísticos específicos. A aplicação do método, em cartografia aluvionar escala 1:100.000, de forma sistemática, não deixa de ser um grande desafio técnico-científico, podendo ser melhor incorporada na rotina de pesquisas hidrogeológicas, em aluviões do semiárido.

De um modo geral, foram utilizados os seguintes procedimentos:

- recorte das imagens LANDSAT-TM obedecendo-se os limites das cartas topográficas, 1:100.000;

- elaboração da composição colorida falsa-cor atribuindo-se às bandas 4, 3 e 1 as cores vermelho, verde e azul, respectivamente. Estas duas etapas iniciais foram realizadas em ambiente ENVI 4.2. Nas subseqüentes, no programa ArcGIS 9.1. Em várias folhas fez-se necessária a variação de composição de bandas;
- Traçado da rede de drenagem da folha, a partir da utilização de imagens STRM,
- Importação das composições coloridas para o ambiente ArcGIS 9.1;
- Traçado das aluviões, utilizando-se um procedimento foto-interpretativo baseado na análise de dois aspectos associados – coloração avermelhada e disposição coincidente com a rede de drenagem;
- Atribuição de um indexador a cada mancha demarcada, considerando-se o número da folha e um número seqüencial – como, por exemplo, 1367_28, que corresponde a 28ª. Mancha aluvionar mapeada na folha Sertânia. Desta forma não haverá mais de uma mancha com o mesmo indexador;

Frequentemente fez-se necessária a utilização de outros recursos disponíveis para facilitar a interpretação, tais como: áreas interpretadas por aerofotos, mapeamentos geológicos e mapas de declividade, entre outros.

CARTOGRAFIA DE ALUVIÕES

A área total objeto da cartografia, foi dividida em quadrículas, seguindo-se o Corte Internacional ao Milionésimo para a escala 1:100.000, conforme ilustrado na figura 3.1.

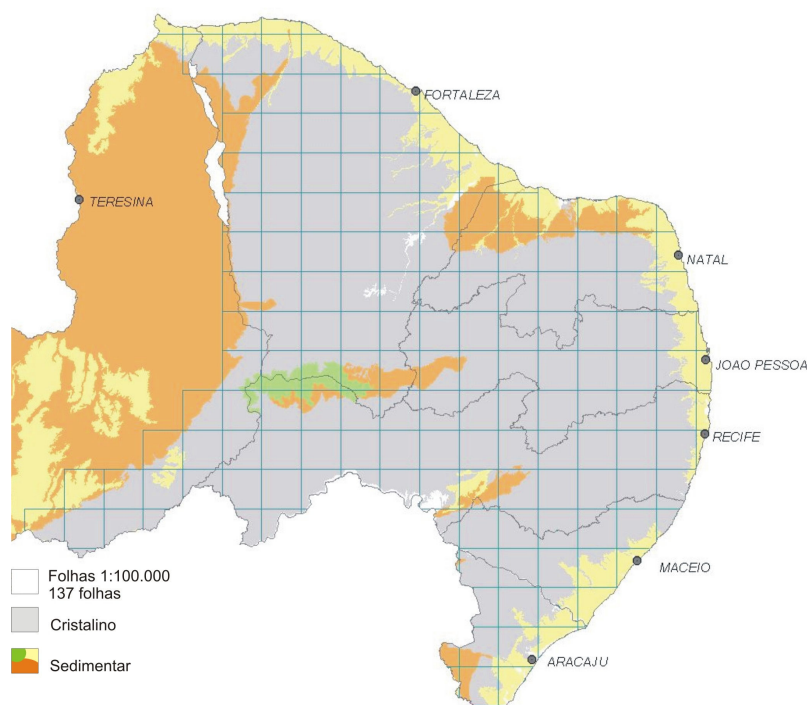


Figura 3.1 – Articulação das Folhas 1:100.000 para cartografia dos aluviões

Ao todo foram trabalhadas 138 folhas cartográficas, escala 1:100.000. Sete folhas não deram resultados satisfatórios, por tratar-se de áreas sob forte influência de nuvens – área costeira. Foram então abandonadas, até mesmo porque não se enquadravam na área foco do projeto – aluviões em terrenos cristalinos do semiárido.

Para viabilizar a execução dos serviços de cartografia foi necessária a preparação das bases de drenagens, escala 1:100.000, ajustadas a imagens *geocover*, um subproduto do projeto de extrema importância para os técnicos que se utilizam do geoprocessamento.

O roteiro apresentado abaixo sintetiza os procedimentos adotados para a execução da primeira etapa da metodologia, que consistiu da estruturação do banco de dados, em ambiente SIG, utilizando-se o *software* ArcGis versão 9.1:

- Criação do diretório principal: *C:\PROJETO_ALUVIOES*
Pasta: *PROALUV*
Criação do *Geodatabase*: *PROALUV.mdb* na pasta *PROALUV*
- À partir do arquivo com todas as quadriculas 1:100.000 do Projeto (*Folhas.shp*), selecionar o polígono da Folha a ser trabalhada (Mombaça, por ex.) e exportar como *Feature Class* (*SB.24_V_D_V*) para o *Feature Dataset* anteriormente criado em *PROALUV.mdb*, com o nome da Folha. Criar *Mombaça.mxd*, contendo o polígono acima, salvando em *C:\PROJETO_ALUVIOES\PROALUV*.
- Recortar imagem SRTM com as coordenadas da Folha. Salvar em *C:\PROJETO_ALUVIOES\Imagens\Mombaça\srtm_Mombaça*. Adicionar em *Mombaça.mxd*.
- Geração da declividade e curvas de nível:
 - No *Spatial Analyst*, gerar slope à partir de *srtm_Mombaça*.
 - Reclassificar para 5 intervalos: 3, 8, 20, 45, max.valor. Salvar em *C:\PROJETO_ALUVIOES\Imagens\Mombaça\decliv_Mombaça*.
 - Adicionar em *Mombaça.mxd*.
 - Em *Symbolology*, mudar *Labels* para 0-3%, 3-8%, 8-20%, 20-45% e >45%.
 - Gerar curvas de nível com 10m de equidistância. Exportar como *Feature Class* (*cnivel_Mombaça*) para o *Feature Dataset* *Mombaça*. Adicionar em *Mombaça.mxd*.
- Cortar arquivo das imagens SRTM do Ceará mosaicadas e com relevo sombreado (*mdt_color_CE.tif*) com as coordenadas da Folha. Salvar em *C:\PROJETO_ALUVIOES\Imagens\Mombaça\mdt_color_Mombaça.tif*. Adicionar em *Mombaça.mxd*.
- Imagens ETM⁺-LANDSAT-7 e CBERS-2 :
 - No ENVI cortar, com as coordenadas da Folha, as cenas do ETM-7 (as 6 bandas espectrais e a pancromática). Exportar como *geotiff*, salvando como *ETM7_Mombaça.tif* (as 6 bandas) e *Pan_Mombaça.tif* em *C:\PROJETO_ALUVIOES\Imagens\Mombaça*. Quando necessário, mosaicar cenas antes do corte.
 - Idem para as imagens CBERS. Salvar em *C:\PROJETO_ALUVIOES\Imagens\Mombaça\CBERS_Mombaça.tif*.
- Drenagem:
 - Cortar arquivo de drenagem do Ceará com o polígono da Folha. Salvar como *drena_Mombaça* (*Feature class*). Adicionar em *Mombaça.mxd*.

- Criar no Geodatabase *PROALUV/Feature Dataset MOMBAÇA*, o Feature Class *Aluv_Mombaça* para digitalização dos aluviões.

Dessa forma, para cada Folha 1:100.000 foi criado um projeto.mxd constituído, de um modo geral, pelos seguintes *layers*:

- polígono da Folha;
- imagem SRTM;
- mdt com relevo sombreado colorido;
- declividade;
- curvas de nível;
- imagens ETM-7;
- imagens CBERS;
- drenagem e polígonos dos aluviões.

Concluída a etapa acima (criação e estruturação do banco de dados), para cada Folha 1:100.000, iniciou-se o processo de digitalização dos corpos aluvionares, considerados representativos, diretamente na tela do computador.

A delimitação das aluviões foi feita através de interpretação visual dos padrões fotográficos identificados nas imagens do Landsat ETM-7 (georreferenciadas pelos mosaicos ortorretificados *Geocover 2000*).

Técnicas de realces e transformações de imagens, envolvendo transformação do espaço de cores (RGB – IHS), filtragens, razões de bandas, análise por principais componentes, classificações automáticas, entre outras, foram implementadas.

Tendo em vista que os resultados, em termos de se obter produtos que destacassem significativamente as feições-alvo (aluviões), não foram considerados satisfatórios, optou-se por trabalhar com as imagens na forma “bruta”, utilizando-se composições coloridas RGB – 543, 431, 742, ou outras. Tudo a depender das características inerentes a cada área e/ou à subjetividade que a atividade interpretativa impõe ao técnico executor. Além das 06 bandas espectrais, com resolução espacial de 30 metros, utilizou-se também a imagem pancromática com resolução de 15 metros.

As imagens CBERS (resolução espacial de 20 metros), na composição RGB – 432, também serviram de apoio para a digitalização das aluviões. As cenas, tomadas em 2004 e 2005 (as do Landsat disponíveis são de 1999/2000), permitiram uma visão mais atualizada da rede de açudes, contribuindo para delimitar os polígonos das aluviões com mais precisão, respeitando os limites com os espelhos d’água.

As imagens de elevação SRTM, bem como seus produtos gerados - relevo sombreado, declividade e curvas de nível, foram importantes como controles topográficos que auxiliam na identificação de áreas favoráveis ou não à acumulação de depósitos aluvionares.

Algumas Folhas dispõem de fointerpretação das aluviões, anteriormente executada por outra equipe, em fotos aéreas nas escalas 1:60.000 e 1:70.000. Os mapas gerados, na escala 1:100.000, foram *scaneados*, georreferenciados e vetorizados no ArcScan (extensão do ArcGis). Quando sobrepostos às imagens de satélite verificou-se, em muitos casos, significativos deslocamentos e diferenças entre os contornos fointerpretados e os padrões texturais observados nas imagens. Tais fatos fizeram com que esses produtos não fossem plenamente utilizados, devido à demanda por intensas rotinas de edição vetorial a serem implementadas para os ajustes necessários.

Apesar de todos os recursos e ferramentas disponíveis ressaltam-se as dificuldades encontradas, considerando-se que a grande dimensão da área do projeto (praticamente todo o Nordeste Setentrional). Isso impossibilita, em função de custos e tempo, a utilização de produtos de sensoriamento remoto de resolução mais adequada para uma melhor identificação e definição das faixas aluvionares.

Deve-se considerar também a pouca expressão, de um modo geral, da maioria das aluviões localizadas em domínios do embasamento cristalino em regiões semiáridas. Outro fator relevante nessa avaliação, diz respeito à ausência de um padrão de resposta espectral característico para os sedimentos aluvionares, tendo em vista que, geralmente, as planícies fluviais constituem áreas de intensa ocupação (principalmente por culturas agrícolas diversas, pastagens e núcleos urbanos).

Algumas etapas de campo foram realizadas para consistência das ocorrências mapeadas. Durante a programação foram selecionados todos os pontos de fácil acesso e aqueles considerados mais “duvidosos” na interpretação das imagens de satélite, totalizando 278 pontos, dos quais 109 foram visitados.

Procurou-se observar as relações existentes entre os elementos de análise e interpretação das imagens (tonalidade, cor, textura e forma) e os elementos identificados no terreno (áreas e tipos de cultivos, presença de mata ciliar, áreas de pastagem, tipos de solo, relevo, nível de degradação, entre outros). O objetivo foi tentar estabelecer geo e bio-indicadores que auxiliassem na delimitação das feições-alvo (aluviões), o que não foi satisfatoriamente alcançado.

Algumas limitações do método podem ser destacadas:

- deve-se, considerar as limitações decorrentes dos tamanhos dos pixels das imagens compostas pelas bandas do Sensor LANDSAT 7 ETM+ (30m) e pela Declividade gerada no ARC GIS a partir do SRTM (90m). As grandezas obtidas nas imagens não são adequadas a aplicação de cálculos diretos no campo.
- perfis de declividades gerados no ARC GIS devem ser estudados dentro das limitações espaciais dos referidos *pixels*;
- as larguras das aluviões devem ser apreciadas, considerando-se que, a mancha de aluviões, eventualmente, deve englobar culturas irrigadas que jazem sobre coberturas não aluvionares;
- além das restrições das resoluções espaciais (*pixels* de 30m e 90m) devemos considerar as restrições da resolução espectral dos materiais. As bandas do LANDSAT 7 ETM+, dificilmente, distinguem bancos de areias, de afloramentos leucocráticos arrasados baixos, nas planícies de inundação dos rios;
- a escala de apresentação sendo de 1:100.000 presta-se a um mapeamento indicativo destas aluviões;

As figuras 3.2, 3.3 e 3.4, representam algumas etapas do processo utilizado, ajustado em função das respostas obtidas

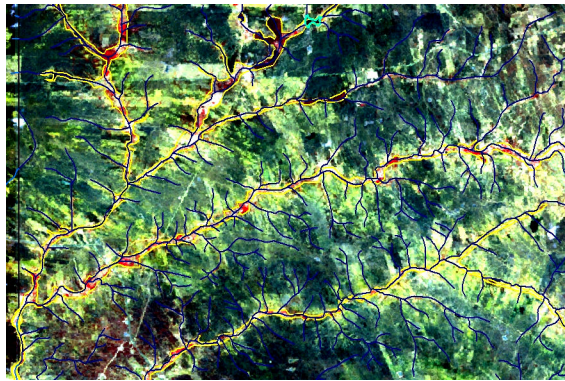


Figura 3.2 - Aluviões da Folha Sertânia, em vermelho, na composição 4R 3G 1B da imagem LANDSAT 7 ETM+

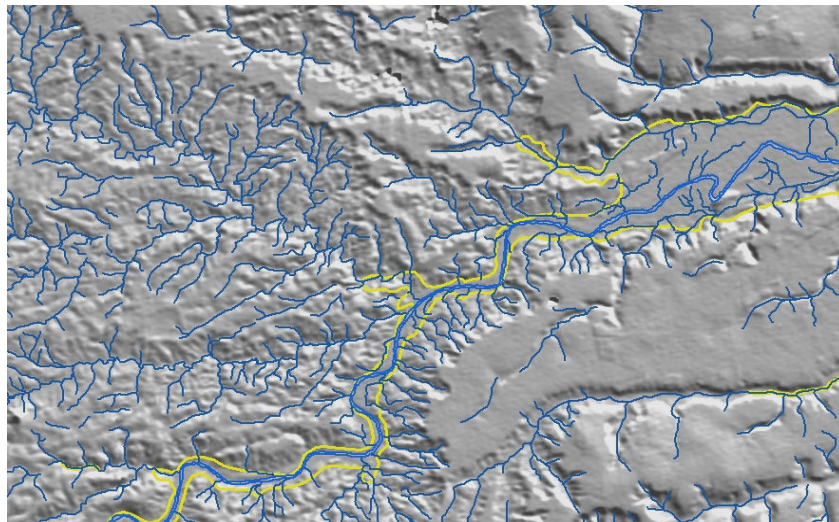


Figura 3.3 - Leito maior e planície de inundação do rio Paraíba na Folha Sapé vistos no Relevo

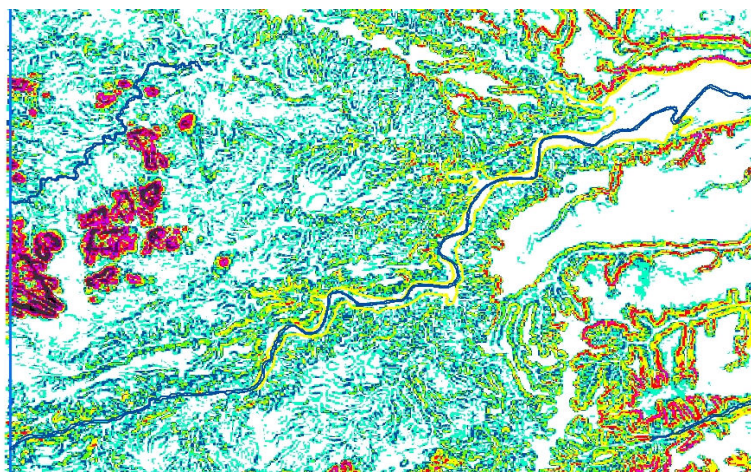


Figura 3.4 - Leito maior e planície de inundação do rio Paraíba na folha Sapé, vistos na declividade classificada - Aluviões com declividade < 2 graus

CARACTERIZAÇÃO DA POTENCIALIDADE DAS ALUVIÕES

ELABORAÇÃO DE MAPA BASE

Dispondo da indicação da ocorrência de aluviões, mapeáveis na escala 1:100.000 e assim dispostas, por folha, é possível elaborar um mapa base de ocorrência aluvionar, haja vista o mapeamento de toda linha de drenagem, na mesma escala de representação.

Assim, com base nos resultados alcançados com a recuperação e interpretação do dados constantes dos trabalhos de pesquisa é possível representar a capacidade potencial das aluviões como reservatório de águas. Esses dados servem exclusivamente para as áreas de estudo, com dados de largura e profundidade das aluviões, capacidade de produção de água e qualidade, impondo uma indicação pontual qualitativa da potencialidade dos depósitos aluvionares, com base na classificação pré-definida.

Com esse nível de informação, representado em uma base cartográfica procurou-se referências para calibração de atributos de potencialidade, aplicáveis às folhas cartografadas que não contavam com áreas pesquisadas, ou até em áreas diferentes, na mesma folha, entretanto sem nenhum dado pesquisado.

O banco de dados está inserido no SIG, parte integrante deste relatório.

APLICAÇÃO DE ATRIBUTOS DE POTENCIALIDADE E ELABORAÇÃO DE MAPA PRELIMINAR

A apresentação das áreas cartografadas em ambiente SIG, com drenagem revista e ajustada a imagem *geocover*, permite que as manchas de aluvião cartografadas sejam pesquisadas por bacias hidrográficas, estados, municípios, etc. e analisadas com base em informações radiométricas (assinatura espectral, índice de vegetação etc.) e morfométricas (área, perímetro, comprimento, largura, amplitude de relevo etc.). Todos os níveis de informação oriundos da interpretação dos produtos de sensores remotos ou mesmo acrescentadas posteriormente.

Esta análise é usada normalmente para hierarquizar as aluviões quanto a sua capacidade de armazenar e produzir água.

Na análise dos dados de pesquisas buscou-se estabelecer correlações estatísticas entre diversos parâmetros, que permitissem aplicá-los como atributo indicativo de potencialidade, para outras áreas cartografadas, com áreas homólogas. Dados também com vazão de base se mostraram ineficientes, principalmente devido a enorme área objeto da cartografia.

Todos os dados obtidos foram inseridos numa base de dados e incorporada a um Sistema de Informações Geográficas – SIG. Todos estes recursos foram utilizados para cartografar as manchas aluviais, mapeáveis na escala de trabalho, imprimindo uma indicação de potencialidade, por atributos geométricos em todas as 131 folhas. A disponibilidade em SIG permite que as pesquisas possam ter continuidade a medida que as demandas sejam identificadas.

AVALIAÇÃO DE CAMPO – CONSISTÊNCIA DE ATRIBUTOS

Para validar o mapeamento das manchas aluviais, sempre que necessário, foram realizadas visitas de campo. Alguns pontos representativos foram escolhidos para verificação. As

observações e constatações compuseram-se do dimensionamento tridimensional e da caracterização litológica da ocorrência aluvionar.

Este trabalho foi realizado através de um mapeamento detalhado da mancha de aluvião, com determinação de suas dimensões superficiais, e a realização de sondagens a trado em 2" e 4" .

As sondagens foram realizadas a partir de perfis transversais e longitudinais programados, visando caracterizar a profundidade do embasamento, a razão fração arenosa x fração argilosa e a espessura saturada da fração arenosa. Em todas as visitas de campo, foram realizadas *in loco*, medições da condutividade elétrica da água e verificação do uso pela população local. Os dados coletados evidenciaram a impossibilidade de estender resultados pontuais para outras áreas aluvionares.

AJUSTES NO MAPA DE POTENCIALIDADE (FOLHA 1:100.000)

Os resultados da avaliação de campo foram determinantes para enquadramento da mancha aluvionar dentro de uma classificação qualitativa de potencialidade, definida anteriormente, com base no resultado das análises estatísticas realizadas e diversas tentativas de definição de atributos de potencialidade, representável na escala 1:100.000. O resultado forneceu subsídios para a realização de ajustes no Mapa de Potencialidade de cada folha e para calibração dos atributos geométricos utilizados.

ELABORAÇÃO DO MAPA FINAL

A elaboração do mapa indicativo do potencial de reserva hídrica foi feita gradativamente, por folha, acompanhando o ritmo da cartografia das aluviões. Apresentada em formato SIG o resultado final pode ser integrado ou, mais recomendado, explorado por folha, por município ou rede de drenagem. Consiste em um mapa indicativo da ocorrência e potencialidade Aluvionar, na escala 1:100.000 e em ambiente SIG, para as 131 folhas cartografadas.

4. ESTRUTURAÇÃO DE BASES DE DADOS EM SIG

INTRODUÇÃO

A exemplo de outros projetos desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil, este projeto, *Caracterização Regional e Difusão Tecnológica para Uso Sustentável dos Recursos Hídricos das Aluviões do Semiárido Brasileiro*, contempla a estruturação de um Sistema de Informações Geográficas – SIG, planejado e conduzido segundo os parâmetros especificados abaixo.

- Base de Dados - Criação de uma base de dados que será o repositório de todas os dados e informações geográficas nos formatos vetor, raster, grades e atributos alfanuméricos disponíveis. Essa base de dados deve ser obrigatoriamente estruturada levando-se em conta os objetivos do projeto e o seu caráter interdisciplinar. Consiste na principal e mais trabalhosa fase do projeto envolvendo atividades de inserção de novos dados levantados, digitação de mapas, consistência de dados e correções de erros, obtenção e conversão de dados eletrônicos em diferentes formatos e sistemas de coordenadas etc.
- Análises Espaciais - As equipes envolvidas no projeto deverão dominar as ferramentas de visualização e consultas por atributos e modelamento de dados utilizando SIG. O êxito desse projeto não pode prescindir de investimento na qualificação de pessoas nessa área da tecnologia da informação, capacitando-as para utilizar as ferramentas de geoprocessamento em análises espaciais complexas e funções de modelamento. Uma vez que os dados estejam organizados no ambiente SIG as operações envolvendo modelos probabilísticos processam-se rapidamente, o que permite várias simulações e aperfeiçoamentos contínuos.

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG ou GIS - Geographic Information System) é uma composição de hardware, software, informações espaciais e procedimentos computacionais, que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem. O Sistema de Informação Geográfica separa as informações em diferentes camadas temáticas, armazenando-as de forma independente e permitindo que as mesmas sejam trabalhadas de modo rápido e simples. Com um SIG é possível compatibilizar informações provenientes de diversas fontes, como informações de sensores espaciais (detecção remota / sensoriamento remoto), informações captadas com GPS ou obtidas com os métodos tradicionais da topografia. Possibilita ainda ao usuário, relacionar as informações existentes através da posição e topologia dos objetos, com o fim de gerar novas informações.

Os SIG têm aplicações numa enorme variedade de campos: Logística, Geologia, Agricultura, Planejamento, Segurança Pública, Preservação de Recursos Naturais e muitos outros. Em quase todos esses campos, há necessidade de ênfase na coleta, integração e análise de dados espaciais, que naturalmente podem ser tratados por um SIG. Entre as questões em que um SIG pode ter um papel importante podemos encontrar:

- Localização: Inquirir características de um lugar concreto
- Condição: Cumprimento ou não de condições impostas aos objectos.
- Tendência: Comparação entre situações temporais ou espaciais distintas de alguma característica.
- Rotas: Cálculo de caminhos ótimos entre dois ou mais pontos.
- Modelos: Geração de modelos explicativos a partir do comportamento observado de fenômenos espaciais.

Os campos de aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica, por serem muito versáteis, são muito vastos, podendo-se utilizar, na maioria das atividades, como uma componente espacial, da cartografia a estudos de impacto ambiental ou de prospeção de recursos, constituindo o que poderá designar de Sistemas Espaciais de Apoio à Decisão. A profunda revolução que provocaram as novas tecnologias afetou decisivamente a evolução da análise espacial.

4.1. SIG PROALUV

Uma das metas do projeto “Caracterização Regional e Difusão Tecnológica para Uso Sustentável dos Recursos Hídricos das Aluviões do Semiárido Brasileiro” – PROALV é a estruturação de um Sistema de Informações Geográficas que atenda às necessidades do projeto, tendo em vista a quantidade e variedade de informações a serem geradas no desenvolvimento do mesmo, não esquecendo o seu caráter interdisciplinar.

O referido Sistema de Informações Geográficas servirá como uma poderosa ferramenta de gestão e acompanhamento das atividades do projeto, reunindo e organizando as informações de forma que os usuários do sistema possam desenvolver pesquisas, gerar mapas temáticos, realizar análises espaciais complexas, funções de modelamento, monitoramento das ações, entre outros. O SIG poderá servir ainda, após o término do projeto, como fonte de pesquisa para desenvolvimento de projetos futuros sobre recursos hídricos subterrâneos.

As atividades desenvolvidas na alimentação do banco de dados e na elaboração do Sistema de Informações Geográficas, PROALUV-SIG, estão divididas nas seguintes etapas:

4.1.1. Cartografia dos depósitos aluvionares

A cartografia dos depósitos aluvionares, representativos na escala 1:100.000 e contidos na área de interesse do projeto, corresponde a um dos principais produtos contemplados no PROALUV. A delimitação das manchas aluvionares, juntamente com informações sobre a potencialidade hídrica e qualidade das águas desses depósitos fornecerão informações importantes sobre áreas potencialmente favoráveis à construção de barragens subterrâneas que, juntamente com a infra-estrutura necessária, possibilitará o fornecimento de água para comunidades locais.

METODOLOGIA UTILIZADA

Com o objetivo de cartografar as referidas aluviões, foram utilizadas técnicas de análise e processamento de imagens de satélites (Figura 4.1), procedimentos como aplicação de contrastes, composições coloridas, filtragens, correlações de bandas e classificações de imagens. Utilizou-se ainda de mapeamentos aluvionares realizados, em épocas anteriores, pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

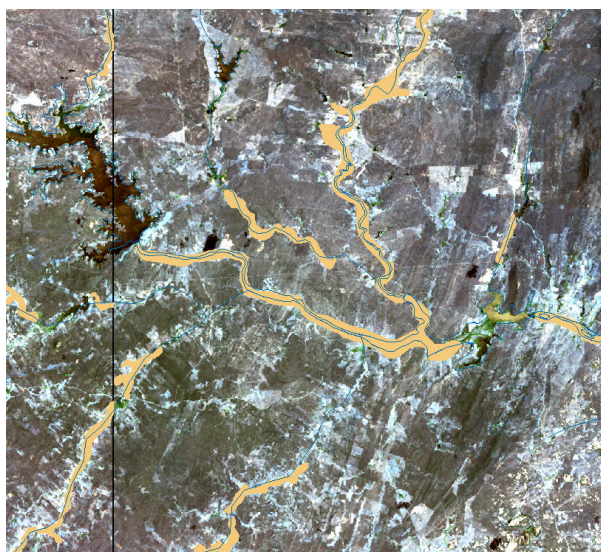


Figura 4.1 – Extração das manchas de aluvião a partir de imagens de satélite.

4.1.2. Verificação da ligação entre as folhas cartografadas

A metodologia usada na cartografia aluvionar, por folha 1:100.000, pode acarretar alguns problemas nas fronteiras entre as folhas, caso não sejam tomados alguns cuidados. Como exemplo desses problemas, podemos mencionar aluviões que deveriam estar presentes em duas folhas vizinhas, na região limítrofe entre elas, porém, a aluvião é cartografada em uma das folhas, mas não tem sua continuidade na folha ao lado (Figura 4.2).

Outro exemplo é quando temos uma mancha de aluvião que pertence a duas folhas vizinhas, está cartografada nas duas folhas, porém a ligação entre elas está errada, acontecendo de uma mancha está deslocada em relação a mancha na folha ao lado, quando deveriam estar se ligando (Figura 4.3).

Esses problemas podem ser evitados, quando se tem o cuidado de, ao iniciar a digitalização de uma folha vizinha à outra que já tenha sido finalizada, colocar as duas folhas em um mesmo arquivo, verificar a ocorrência desses problemas e solucioná-los antes de dar a situação da folha como finalizada. Como alguns dos técnicos, responsáveis pela cartografia aluvionar, passaram despercebidos por esses detalhes, foi necessário corrigir o limite das folhas, nas quais esse tipo de erro tenha sido detectado.

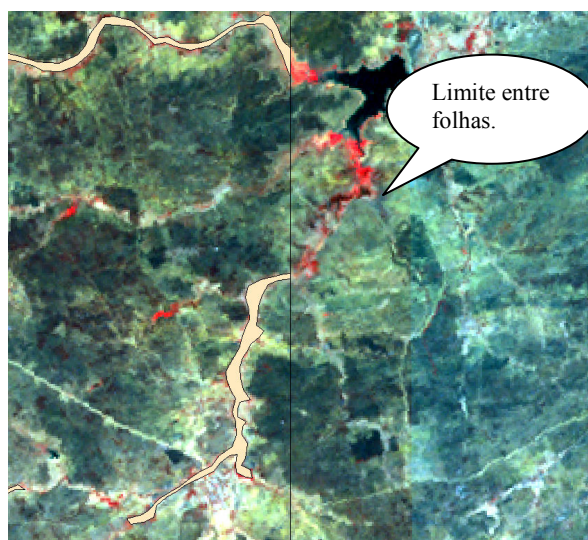


Figura 4.2 – Erro de digitalização no limite das folhas

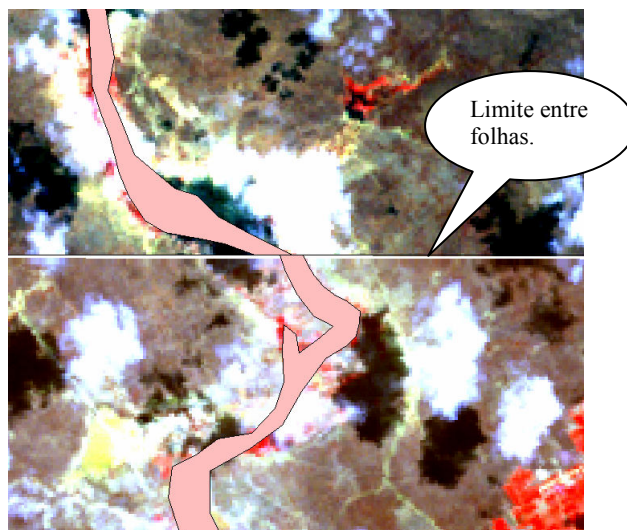


Figura 4.3 – Erro de digitalização no limite das folhas

METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia utilizada na identificação e correção dos erros de ligação entre folhas consiste em inserir as folhas digitalizadas, juntamente com suas respectivas imagens de satélite, em um único arquivo, possibilitando a visualização de todas as folhas, lado a lado, com seus limites coincidentes (Figura 4.4). Em seguida, identificam-se as folhas que possuam problemas em suas ligações, destacando os mesmos com um círculo, envolvendo cada erro (Figura 4.5).

Identificados todos os problemas, o arquivo é enviado a um dos geólogos responsáveis pela cartografia aluvionar, que realizará as alterações necessárias. As correções são feitas digitalizando a continuação do polígono na folha em que o mesmo foi omitido, no caso de erros conforme indicado na figura 4.2 ou fazendo coincidir os limites dos polígonos que representam à continuação da mesma aluvião nas duas folhas, no caso de erros conforme indicado na figura 4.3. O resultado dessas correções pode ser visualizado na figura 4.6.

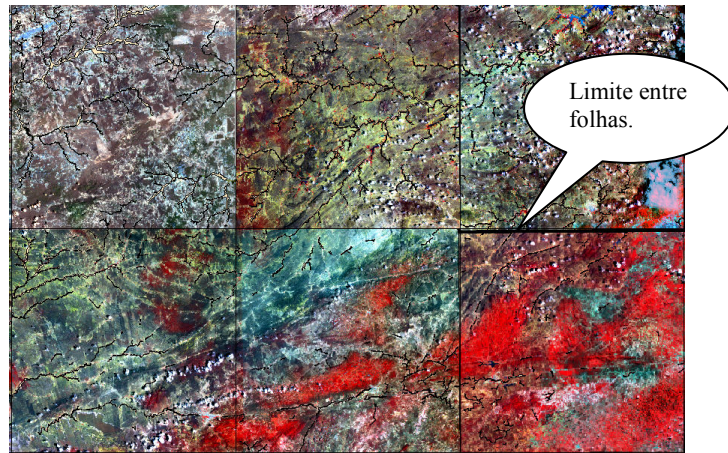


Figura 4.4 – Folhas inseridas em um mesmo arquivo para verificação de erros nos limites.

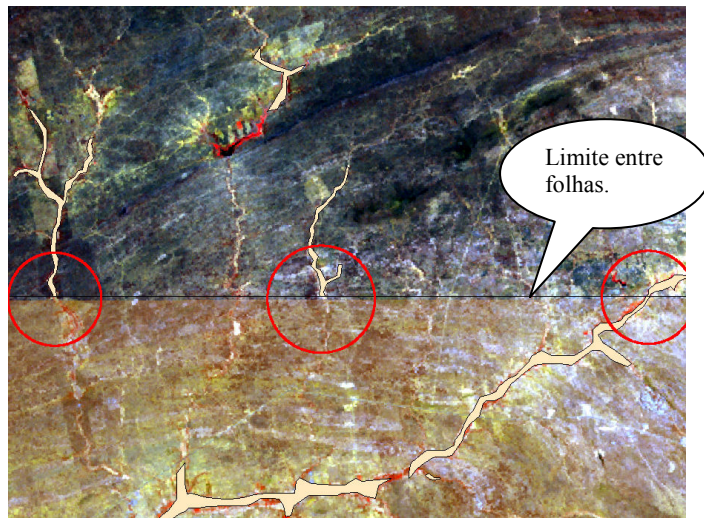


Figura 4.5 – Identificação dos erros nos limites das folhas.

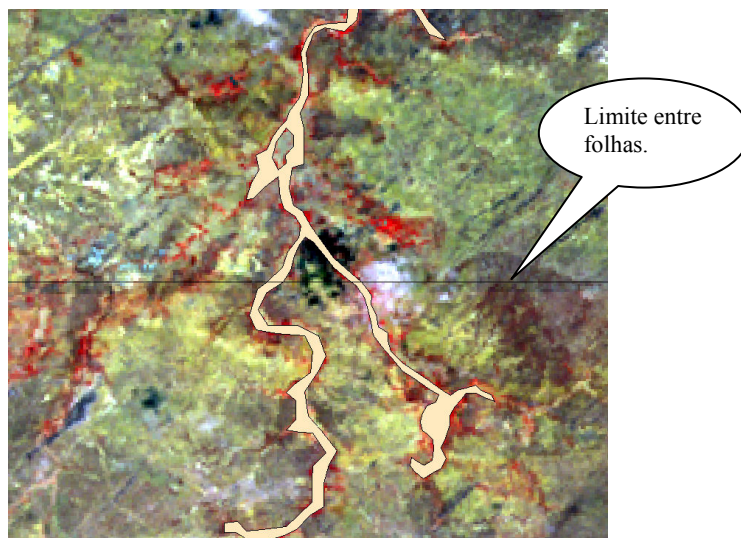


Figura 4.6 - Resultado da correção dos erros entre limites.

4.1.3. Ajuste da drenagem à imagem *geocover*

Em virtude da não existência de uma base cartográfica vetorial na escala 1:100.000, ajustada à imagem *Geocover*, que sirva como base para a área de estudo contemplada pelo projeto PROALUV, gerou-se a necessidade de realizar um trabalho de ajuste, à referida imagem, das folhas planimétricas disponíveis para o projeto, na escala 1:100.000, que já se encontram em meio digital, porém não ajustadas à *Geocover*.

Essa etapa de trabalho prevê apenas o ajuste da drenagem, ficando de fora os demais níveis de informações, sendo esses o sistema viário, núcleos urbanos e sedes municipais. Estes outros níveis de informações não serão contemplados nesse momento, devido ao fato do prazo de conclusão do projeto está próximo, impossibilitando a entrega dos mesmos em tempo hábil; pois os mesmos requerem que sejam feitas, não apenas o ajuste à imagem, mas atualizações através de mapas oficiais, tais como mapa viário do DNER e imagens de satélites mais recentes, o que demanda certo trabalho e tempo disponível.

A importância do ajuste de todos os níveis de informação da base planimétrica à imagem *Geocover*, está no fato de se obter uma base confiável e atualizada, na qual se possa elaborar não somente o Sistema de Informações Geográficas do projeto PROALUV, mas todos os projetos atuais e futuros que venham a ser desenvolvidos no âmbito da CPRM e/ou parcerias desta com outros órgãos e empresas. Vale salientar que atualmente o IBGE, órgão responsável pela geração e distribuição de bases cartográficas em território brasileiro, não disponibiliza, em meio digital, uma cartografia na escala 1:100.000 que cubra a área abrangida pelo PROALUV.

Algumas folhas não possuíam sua drenagem em meio digital, neste caso procedeu-se ao escaneamento das mesmas e posteriores georeferenciamento e vetorização.

METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia de ajuste da drenagem vetorial existente à imagem *geocover* foi dividida nas seguintes etapas:

- aquisição das imagens de satélite – consiste em adquirir, no banco de imagens da CPRM, as cenas das imagens *geocover* referente à área de abrangência do projeto, tendo-se o cuidado de selecionar, quando possível, imagens que possuam boa definição e que tenham baixa cobertura de nuvens;
- seleção da drenagem das folhas a serem ajustadas – consiste em filtrar os níveis de drenagem, dos demais níveis planimétricos e altimétricos presentes nas bases vetoriais existentes na SUREG-RE, e gerar um arquivo apenas com a drenagem, para cada folha do projeto. Este procedimento é realizado com o uso do *software Autodesk Map 3D*;
- sobreposição da drenagem com a imagem *geocover* – a sobreposição da drenagem com a imagem, pode ser feita usando o *software ArcView 9.1* ou o *Autodesk Map 3D*. Neste caso, optou-se pelo uso do segundo, devido ao fato do mesmo ser superior, em termos de recursos para edição. A sobreposição é feita a partir da inserção da imagem *geocover* nos arquivos de drenagem de cada folha (Figura 4.7), tendo-se o cuidado de informar ao *software* o sistema de coordenadas em que cada feição se encontra, para que a sobreposição das informações seja realizada de forma correta;

- ajuste da drenagem à imagem – no caso de linhas simples (rios e riachos), identifica-se, quando possível, o traçado dos mesmos na imagem de satélite. Posteriormente é feito o deslocamento dos cursos d'água, que se encontram fora do traçado da imagem, para cima do traçado correto. Para os polígonos (açudes, lagoas e rios de margem dupla), é realizada a identificação dos espelhos d'água ou manchas de umidade na imagem de satélite, que representem o traçado correto desses polígonos. Posteriormente é realizado o deslocamento das linhas de contorno dos mesmos para cima do local identificado na imagem;
- identificação de novos açudes – pode ocorrer a identificação, na imagem de satélite de algumas folhas, espelhos d'água de açudes que são representativos na escala 1:100.000, porém não estavam presentes na drenagem original. Mediante essa identificação, é feita a digitalização desses contornos e, caso necessário, digitaliza-se também o curso d'água que ligue esses açudes ao rio ou riacho existente mais próximo, para que o mesmo não fique isolado do restante da drenagem;
- vetorização da drenagem das folhas que não estão em meio digital – é feito o escaneamento da folha analógica, em um *scanner*, tamanho A0. Posteriormente, é feita a preparação da imagem adquirida, procurando restringir a área útil da imagem, como sendo a área contida nos limites do reticulado de coordenadas, eliminando as informações desnecessárias ao georeferenciamento da folha (convenções, legendas, notas, etc.) e minimizando assim os possíveis erros inerentes ao processo (Figura 4.8). Feito o tratamento da imagem, é realizada a escolha de no mínimo 40 pontos de coordenadas conhecidas (preferencialmente o cruzamento das linhas do reticulado de coordenadas) para realização do georeferenciamento da imagem escaneada. Demarcados os pontos de origem (reticulado da imagem) e destino (coordenadas reais do reticulado), é feita a análise do erro médio, RMS, fornecido pelo *software* e, em caso de erro admissível para a escala da folha, é feito o georeferenciamento propriamente dito (Figura 4.9). Em seguida digitaliza-se a drenagem da folha (Figura 4.10) e, posteriormente, faz-se o ajuste da mesma à imagem *geocover*, conforme itens “a, b, c, d, e”. O *software* utilizado no processo é o *Autodesk Map 3D*. O erro médio (RMS) conseguido em cada folha, no processo de referência ficou em torno dos 15 metros e, conseqüentemente, dentro do erro tolerável para a escala 1:100.000;

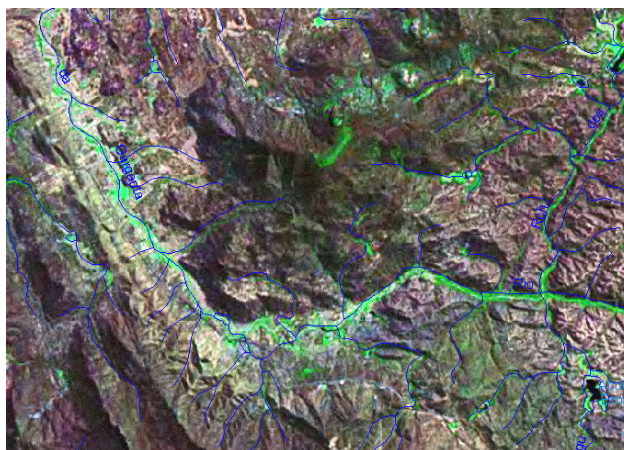


Figura 4.7 – Ajuste da drenagem à imagem *geocover*.

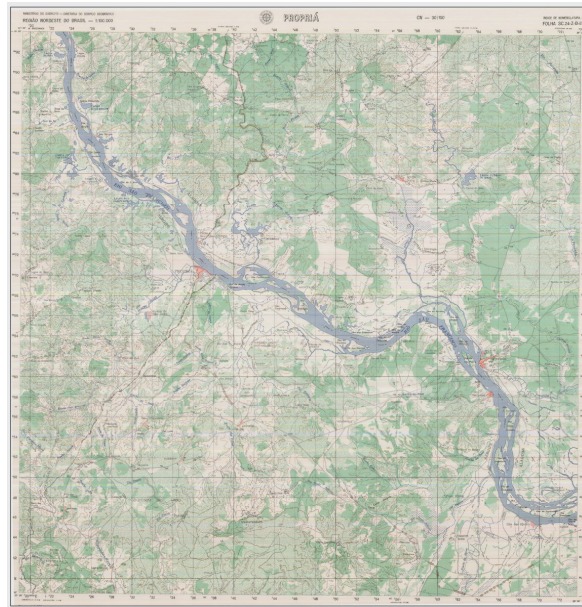


Figura 4.8 – Imagem pronta para georeferenciamento.

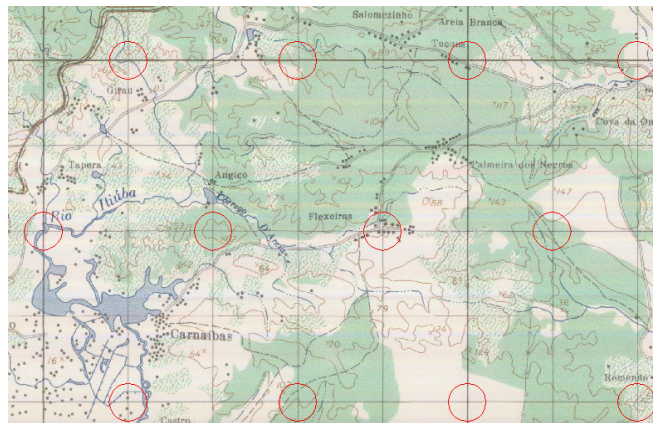


Figura 4.9 – Escolha dos pontos de coordenadas conhecidas.

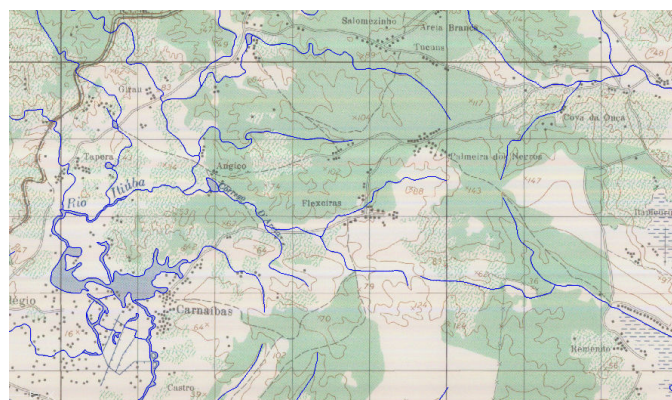


Figura 4.10 – Digitalização da drenagem da folha.

4.1.4. alimentação do banco de dados vetoriais

Os repositórios (*geodatabases*) PROALUV_FOLHAS_100.000 e PROALUV_SIG que compõem a base de dados do PROALUV estão destinados ao armazenamento dos dados vetoriais gerados no decorrer do projeto, entre eles, a cartografia aluvionar e a drenagem. Os referidos repositórios estão divididos em sub-repositórios (*feature datasets*) que tem como principais funções atribuir características espaciais às diversas camadas de informações (*feature classes*) neles depositadas e organizar as mesmas em temas específicos. As *feature datasets* foram criadas com as seguintes características espaciais: Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum WGS_1984; estabelecendo um padrão de referência espacial a todas as camadas de informações do projeto.

O *geodatabase* PROALUV_FOLHAS_100.000 destina-se ao armazenamento dos dados vetoriais de cada folha do projeto separadamente, ou seja, cada sub-repositório armazena os dados de uma folha específica. O *geodatabase* PROALUV_SIG destina-se ao armazenamento dos mosaicos gerados a partir dos dados de cada folha, por esse motivo, ele será o repositório a ser usado na alimentação do Sistema de Informações Geográficas do Projeto, sendo o repositório PROALUV_FOLHAS_100.000 usado apenas para verificação, pesquisa e impressão dos dados relativos a cada folha.

4.1.5. Validação e tratamento dos dados vetoriais

A validação dos dados a serem inseridos na base de dados do PROALUV consiste basicamente em verificar o tipo de extensão do dado (shp, dxf, dwg, tif, mdb, dbf, etc), os atributos espaciais contidos nesse dado (Sistema de Coordenadas, Datum, Meridiano Central, Escala, e outros), a fonte da informação, e outras. Essas informações são de fundamental importância para o armazenamento dos dados nos locais corretos dentro da base de dados, seguindo a estrutura determinada para a mesma, bem como o preenchimento dos metadados de cada camada de informação.

Essa validação ainda contempla a verificação da ocorrência de problemas cartográficos nesses dados, tais como os problemas mencionados acima. Tudo isso contribui para que se tenha uma base de dados confiável e de fácil pesquisa por informações.

METODOLOGIA UTILIZADA

Os dados destinados ao armazenamento na base de dados do PROALUV, são armazenados inicialmente no diretório ARQTRAB, a partir do qual são extraídas, de cada um desses dados, as informações já mencionadas.. São verificados também os possíveis erros cartográficos de cada dado e, caso necessário, verifica-se o ajuste do dado vetorial à imagem *geocover*. Caso as informações a cerca de fonte, escala, sistema de coordenadas e datum não sejam fornecidas juntamente com os dados, faz-se o contato com quem elaborou ou forneceu o dado em questão, para que essas informações sejam esclarecidas. As informações espaciais de um dado são de fundamental importância para um SIG, pois são através delas que os programas de manipulação desses dados conseguem fazer os cálculos necessários para sobrepor os diversos temas e realizar cálculos de projeção, gerar grades de coordenadas, converter os tipos de extensões, entre outros.

Devido a grande variedade de tipos de arquivos que chegam ao diretório ARQTRAB (shp (*ArcView*), dxf (*AutoCad*) e dwg (*AutoCad*)) e dos vários sistemas de coordenadas e datum desses arquivos, a adoção das seguintes medidas faz-se necessária:

- no caso de arquivos com extensão shp, informar no *ArcCatalog* (programa de gerenciamento de banco de dados do ArcGis) o sistema de coordenadas e datum nos quais esses arquivos foram gerados;
- para arquivos nas extensões dxf e dwg, convertê-los para a extensão shp, tendo-se o cuidado de agregar aos mesmos suas respectivas tabelas de atributos. A conversão dessas extensões pode ser feita no *Autodesk Map 3D* ou no *ArcCatalog*. Após a conversão, informar as características espaciais desses arquivos, conforme item “a”;
- o datum adotado pela CPRM, na elaboração de Sistemas de Informações Geográficas, é o WGS_1984, Sistema de Coordenadas Geográficas. Por esse motivo, os dois *geodatabases* do PROALUV foram criados com essas mesmas características e, portanto, os arquivos com extensão shp devem, caso necessário, ser convertidos para esse sistema de coordenadas antes de serem importados para os seus respectivos *geodatabases*;
- os dados a serem inseridos no *geodatabase* PROALUV_SIG, são gerados a partir do mosaico dos dados vetoriais de cada uma das 137 folhas do projeto, ou seja, dos dados armazenados no *geodatabase* PROALUV_FOLHAS_100.000. Para se obter os referidos mosaicos, é necessária a junção dos arquivos (*featureclasses*) de cada folha, utilizando ferramentas do *software ArcToolbox*, que pode ser acessado via *ArcMap* ou *ArcCatalog*. Ao realizar a junção desses arquivos, faz-se necessário realizar pequenas edições nos polígonos que estão nas divisas de duas folhas, pois ao unir os arquivos de duas folhas, o polígono da divisa resultante da junção dos polígonos de cada folha, ficará com uma linha divisória no seu interior (Figura 4.11), a pequena edição a ser feita, é no sentido de remover essa linha divisória, caso seja realmente necessário. Pode ocorrer, durante o processo de junção, de o próprio *software* remover as linhas divisórias dessa junção.

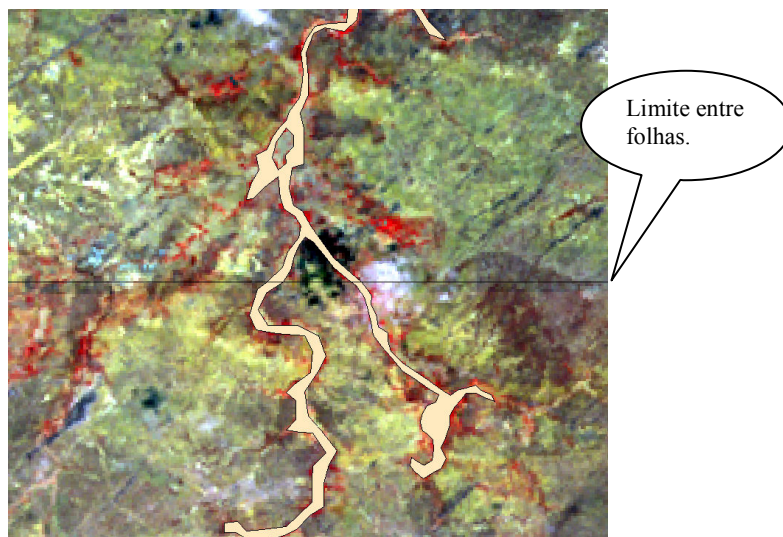


Figura 4.11 – Exemplo de problemas resultantes da junção de folhas.

ENTRADA DE DADOS NOS GEODATABASES

Os *geodatabases* PROALUV_FOLHAS_100.000 e PROALUV_SIG encontram-se subdivididos em diretórios (*featuredatasets*) conforme já mencionado no Relatório de Estruturação da Base de Dados e ilustrado nas figuras 4.12 e 4.13.

METODOLOGIA UTILIZADA

Os dados gerados durante a execução do projeto, que forem trabalhados, em nível de folha 1:100.000, e que já tenham passado pelas etapas de validação e tratamento dos dados vetoriais, são armazenados no *geodatabase* PROALUV_FOLHAS_100.000. Tem-se como exemplo desses dados a cartografia aluvionar e a drenagem de cada folha do projeto. A alimentação do banco de dados é feita importando os arquivos, que contém as informações de cada folha, para dentro dos diretórios criados com o nome de cada uma delas. Por exemplo, a drenagem e a cartografia aluvionar da folha Surubim, são importadas para a *featuredataset* de nome Surubim.

A alimentação do *geodatabase* PROALUV_SIG, como se pode observar na figura 4.13, é composta por arquivos que representam mosaicos de toda a área de abrangência do projeto, bem como arquivos gerados nos trabalhos realizados nas áreas-piloto do projeto. No diretório (*featuredataset*) PLANIMETRIA, por exemplo, são armazenados dados de drenagem geral, sistema viário, sedes municipais, entre outros;

No diretório TEMAS GERAIS, armazena-se a cartografia aluvionar geral, que é a junção de todas as folhas 1:100.000 e nos diretórios das ÁREAS-PILOTO, são armazenados os dados gerados exclusivamente para as áreas-piloto do PROALUV, tais como, solos, geologia, estações pluviométricas, fluviométricas, etc. A figura 4.14 ilustra os passos da alimentação dos *geodatabases* em um fluxograma.



Figura 4.12 – Geodatabase PROALUV_FOLHAS_100.000

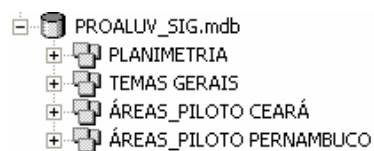


Figura 4.13 – Geodatabase PROALUV_SIG

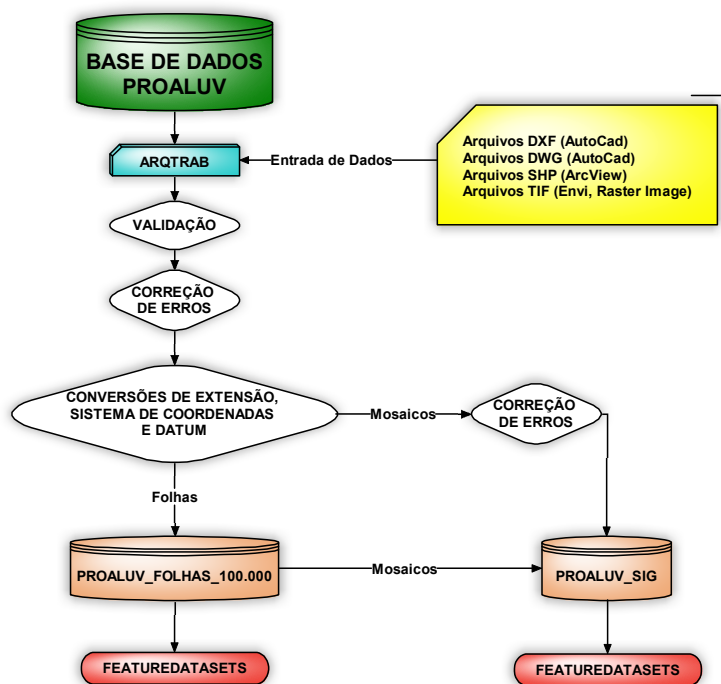


Figura 4.14 – Alimentação dos Geodatabases

4.1.6. Alimentação da base de dados (windows)

A Base de Dados do PROALUV, além dos *geodatabases* mencionados anteriormente, é composta por diretórios do *windows*, nos quais são armazenadas informações geradas pela área social do projeto, informações técnicas sobre a construção das barragens subterrâneas, monitoramento das área-piloto, etc. A organização principal dos diretórios está ilustrada na figura 4.15 e seu detalhamento encontra-se descrito no Relatório de Estruturação da Base de Dados.

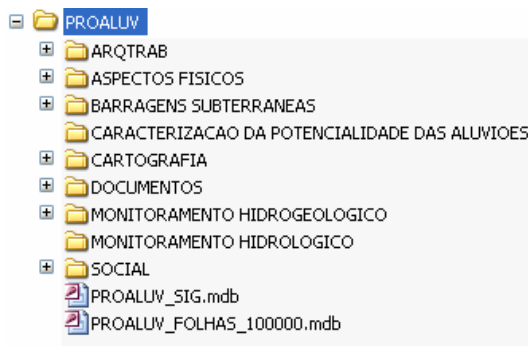


Figura 4.15 – Base de Dados do Projeto PROALUV

TRIAGEM DOS DADOS

Os dados gerados pelas equipes técnicas envolvidas no PROALUV passam por uma triagem, antes de serem armazenados na base de dados. O objetivo dessa triagem é o armazenamento de cada dado em seu devido lugar, dentro da estrutura montada para a base de dados do PROALUV. Desta forma, a desorganização é evitada, facilitando a busca por informações, que é um dos principais objetivos da estrutura montada.

METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia para armazenamento de dados nos diretórios *windows* é simples, devido à organização dos referidos diretórios, ter sido feita de forma a separar os diversos tipos de arquivos em seus respectivos temas. Em seguida serão mencionados alguns exemplos de armazenamento de dados na seção *windows* da base de dados.

- o armazenamento das imagens de satélite utilizadas na cartografia aluvionar é armazenada no diretório CARTOGRAFIA, na pasta IMAGENS. Nesta pasta existem sub-pastas com o nome de cada folha 1:100.000, já que a referida cartografia foi dividida desta forma;
- os dados levantados ou gerados sobre as barragens subterrâneas são armazenados no diretório BARRAGENS SUBTERRÂNEAS;
- as informações geradas pela área social do projeto são armazenadas no diretório SOCIAL, em suas respectivas pastas;
- todos os outros dados e informações geradas no decorrer do projeto seguem essa mesma linha de raciocínio, no que diz respeito à alimentação da base de dados *windows*;

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recuperação de 226 trabalhos de prospecção aluvionar com dados de sondagens, testes de bombeamento e análises físicoquímicas, organizados em banco de dados, reveste-se de extrema importância para orientar novas pesquisas e evitar retrabalhos na mesma área. O banco de dados facilita a alimentação com novos dados e agiliza a recuperação daqueles referentes aos trabalhos recuperados.

A escala de trabalho utilizada, 1:100.000 não é apropriada para mapeamento das manchas aluviais que ocorrem no Nordeste. Os resultados obtidos indicam as folhas com maior concentração de aluviões de maior largura, mas não serve para tomada de decisões sobre o descarte de áreas, haja vista que em várias linhas de drenagem pode existir aluviões estreitos e promissores para locação de barragem subterrânea, por exemplo.

O uso de sensores remotos para avaliação de manchas aluviais, que permita investigação em grande resolução, com o máximo de aproximação e definição, é uma ferramenta de elevadíssima utilidade.

O PROALUV tentou avançar no campo de definição de atributos de potencialidade aluvionar, em escala de planejamento, a partir de considerações como vazão de base, largura e espessura das aluviões, relações diversas entre frações argilosas e arenosas, além de parâmetros relacionados a qualidade de água, com o objetivo de regionalizar a informação para área sem dado nenhum de sondagens ou análises da água. O resultado, satisfatório para um sítio de pesquisa não se mostrou eficiente quando transferido para áreas aparentemente homologas. Uma exceção preliminar, ocorre para os dados geométricos e de declividade.

As folhas cartografadas no PROALUV e disponibilizadas em ambiente SIG, embora em escala muito pequena, para o objeto que é a aluvião, oferecem informações facilitadoras para escolha de drenagens a serem trabalhadas e, cruzamento com qualquer tipo de informação georreferenciada, seja na área geológica, hidrológica, econômica, ambiental ou social.