

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM



**ESTUDO E PROPOSTA PARA
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
CIDADE DE BRAGANÇA**

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL
EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA - **PRIMAZ**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL**

**GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO
DIRETORIA DA ÁREA DE MINERAÇÃO**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE BRAGANÇA
SECRETARIA DE OBRAS**

**ESTUDO E PROPOSTA PARA
TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS**

CIDADE DE BRAGANÇA

**PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL
EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA - PRIMAZ**

**BRAGANÇA- PARÁ
ABRIL
1998**

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL EM
MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA - PRIMAZ**

**ESTUDO E PROPOSTA PARA
TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS**

CIDADE DE BRAGANÇA

**AUTOR: JOÃO BITENCOURT QUARESMA
ESPECIALISTA EM RESÍDUOS SÓLIDOS**



**Execução:
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM**

**ABRIL
1998**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

RAIMUNDO MENDES DE BRITO
Ministro de Estado

OTTO BITTENCOURT NETTO
Secretário de Minas e Metalurgia

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ

ALMIR JOSÉ DE OLIVEIRA GABRIEL
Governador do Estado

ALOISIO AUGUSTO LOPES CHAVES
Secretário de Estado de Indústria
Comércio e Mineração

PREFEITURA MUNICIPAL DE BRAGANÇA
JOSÉ JOAQUIM DIOGO
Prefeito Municipal

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CARLOS OITÍ BERBERT
Presidente

GIL PEREIRA DE SOUZA AZEVEDO
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

XAFI DA SILVA JORGE JOÃO
Superintendente Regional de Belém

CASSIO ROBERTO DA SILVA
Chefe do Departamento de Gestão Territorial

VALTER JOSÉ MARQUES
Chefe da Div. de Gestão Territorial da Amazônia

SYLVIO CHRISTINO DA CONCEIÇÃO
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

EQUIPE TÉCNICA

COORDENADOR EXECUTIVO: MANOEL DA REDENÇÃO E SILVA

SUPERVISÃO: AGILDO PINA NEVES - **Gestão Territorial**
ADIB LEAL DA CONCEIÇÃO - **Hidrogeologia e Exploração**

COORDENADOR DA ÁREA NORDESTE: HERBERT GEORGES DE ALMEIDA

EXECUTOR: JOÃO BITENCOURT QUARESMA

EQUIPE DE APOIO: PAULO AUGUSTO DA COSTA MARINHO – **Comp. Gráfica**
MARIA LÉA REBOUÇAS DE PAULA – **Bibliotecária**

DIGITAÇÃO E EDITORAÇÃO: SILVIO CARLOS MACHADO RODRIGUES
SILVANA DO SOCORRO MACHADO RODRIGUES
JOSIANE MACÊDO DE OLIVEIRA

DESENHO: CARLOS ALBERTO DO NASCIMENTO JÚNIOR

APRESENTAÇÃO

O Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia - PRIMAZ é uma forma de estudos integrados dos recursos minerais, hídricos e ambientais, com os diversos segmentos das áreas sociais, econômicas e de infra-estrutura. É, ao mesmo tempo, um instrumento de divulgação, de gestão ambiental e auxiliar dos Planos Diretores Municipais.

Seu principal objetivo é proporcionar às autoridades municipais os elementos necessários à elaboração de planos de desenvolvimento regional, consolidando as informações de caráter geográfico, social, econômico e de infra-estrutura urbana e resgatando os demais dados da área de Geologia, Hidrologia, Mineração, Hidrogeologia e Meio Ambiente.

A consecução de tal objetivo visa atender aos anseios das comunidades municipais, notadamente no controle e fiscalização dos recursos minerais, na regularização das pessoas envolvidas na atividade mineral, na determinação das potencialidades minerais, nas oportunidades de investimentos, na formulação de projetos de abastecimento de água, nas propostas de infra-estrutura destinadas à melhoria das condições de vida dos municípios, nas propostas de preservação ambiental e no fomento à produção de minerais de emprego imediato na construção civil, bem como de substâncias minerais para corretivo de solos, além de alternativas para a destinação final adequada dos resíduos sólidos.

Este é um trabalho desenvolvido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, contando, no âmbito estadual, com a participação da Secretaria de Indústria Comércio e Mineração - SEICOM e, a nível municipal, da prefeitura onde se desenvolve o Programa.

Este documento apresenta os dados relativos à problemática gerada pelo lixo produzido na Cidade de Bragança, constituído do diagnóstico sobre o sistema atual da limpeza urbana, coleta e destinação final dos resíduos sólidos. A partir desse diagnóstico, são recomendadas diretrizes de procedimento para a coleta e tratamento desses resíduos, necessários à melhoria da qualidade de vida da população humana.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	
1- INTRODUÇÃO	01
2- DIAGNÓSTICO	03
2.1- LOCALIZAÇÃO E ACESSO	03
2.2- ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS	03
2.2.1- ASPECTOS ECONÔMICOS	03
2.2.2- INFRA-ESTRUTURA	03
2.2.3- SANEAMENTO BÁSICO E SAÚDE	03
2.2.4- EDUCAÇÃO	07
2.2.5- TRANSPORTE, ENERGIA E TELEFONIA	07
2.3- ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	11
2.3.1- CLIMA	11
2.3.2- TEMPERATURA DO AR	11
2.3.3- PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	12
2.3.4- UMIDADE RELATIVA DO AR	12
2.3.5- VENTO	12
2.3.6- EVAPORAÇÃO	12
2.3.7- BALANÇO HÍDRICO	13
2.4- SOLO	16
2.5- VEGETAÇÃO	16
2.6- HIDROGRAFIA	16
2.7- ASPECTOS GEOLÓGICOS	16
2.8- ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS	17
2.9- SISTEMA DA LIMPEZA E COLETA DO LIXO DE BRAGANÇA	17
2.9.1- LIMPEZA E COLETA DO LIXO	17
2.9.2- DESTINO FINAL DO LIXO	18

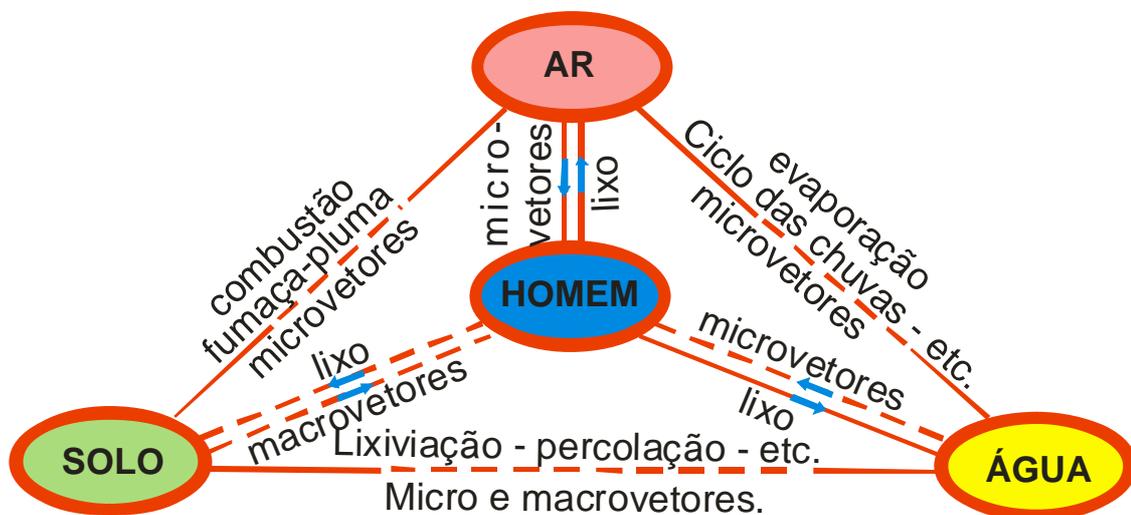
3- CONCLUSÕES	23
4- RECOMENDAÇÕES	25
4.1 – DESCRIÇÃO DA ÁREA RECOMENDADA	25
4.1.1 – LOCALIZAÇÃO	25
4.1.2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	25
4.1.3 – CARACTERÍSTICAS SANITÁRIA, AMBIENTAL E OPERACIONAL	25
5- PROPOSTA PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	28
5.1- SISTEMA DE COLETA SELETIVA	28
5.2- MINI-COMPLEXO PARA TRATAMENTO	28
5.2.1- RECEPÇÃO	30
5.2.2- RECICLAGEM	30
5.2.3- INCINERAÇÃO	30
5.2.4- COMPOSTAGEM	30
5.2.5- ATERRAMENTO	30
6- INVESTIMENTO, TEMPO E ÁREA NECESSÁRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DO MINI-COMPLEXO	33
7- CUSTO E RECEITA DA OPERAÇÃO DO MINI-COMPLEXO	35
8- VANTAGENS DO MINI-COMPLEXO	37
9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 - INTRODUÇÃO

De acordo com entendimentos mantidos entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - C.P.R.M, através da Superintendência Regional de Belém - SUREG-BE, e a Prefeitura Municipal de Bragança - PMB, foi proposta a realização de estudos sobre os resíduos sólidos gerados na área urbana de Bragança, visando a implantação de um Mini-Complexo para o tratamento desses resíduos, passível de ser financiado, a fundo perdido, pelo Ministério do Planejamento, ficando a sua coleta sob a responsabilidade da PMB. Os recursos humanos e materiais necessários ao funcionamento do Mini-Complexo, parte será mantida com a receita oriunda da comercialização dos produtos reciclados e compostados.

No Município de Bragança toda a população faz a disposição de seu lixo a céu aberto, transformando algumas áreas em verdadeiros lixões, favorecendo assim, o surgimento de agentes epidemiológicos (macro e micro vetores), responsáveis pela transmissão de doenças contagiosas e poluindo o solo, o ar e as águas superficiais e subterrâneas, além do contínuo e acelerado processo de deterioração do meio ambiente (Fig. 01).

Segundo o IBGE-1996, esse município, com uma população de 84.826 habitantes, tem sua sede municipal com 47.769 habitantes. Conta também com quatro núcleos urbanos (Fig. 02), dos quais se destacam Vila do Treme, Bacuriteua, Caratateua e Vila Cuéra com 1.790, 1.570, 1.504 e 303 habitantes, respectivamente.



Fonte: Lima,1983

Fig. 01

2 - DIAGNÓSTICO

2.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Município de Bragança, localizado no nordeste do Estado do Pará, na microregião Bragantina, ocupa uma área de 2.344,1 Km². Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, a sul com os municípios de Santa Luzia do Pará e Viseu, a leste com Augusto Corrêa e a oeste com Tracuateua (Fig. 03).

A sede municipal de Bragança, com área de, aproximadamente, 8,7 Km², encontra-se situado na porção central do município, com coordenadas geográficas que corresponde àquelas da prefeitura municipal de 01°03'40" S e 46°45'16" Wgr (Fig. 02) e altitude em torno de 19 m.

O acesso principal é, a partir de Belém, por via terrestre, através das rodovias BR-316 e PA-242, num percurso de 210 Km. Dista por estrada da cidade de Capanema 55 Km, sendo esta cidade o maior centro regional mais próximo. De Bragança para os núcleos municipais vizinhos usa-se a PA-242, PA-112 e estradas vicinais que cortam o município.

2.2 - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

2.2.1 - Aspectos Econômicos

O Município de Bragança possui uma Prefeitura Municipal e as seguintes secretarias municipais: Educação, Saúde, Agricultura, Obras, Administração, Finanças, Alimentação Escolar e Ação Social.

A região apresenta infra-estrutura semi-precária, onde a maioria da população depende economicamente das explorações agropecuária e florestal dos seus principais produtos (mandioca, peixe, gado, pimenta-do-reino, feijão e hortaliças). O comércio da sede municipal vive em função dos empregados federais, estaduais, municipais e aposentados.

2.2.2 - Infra Estrutura

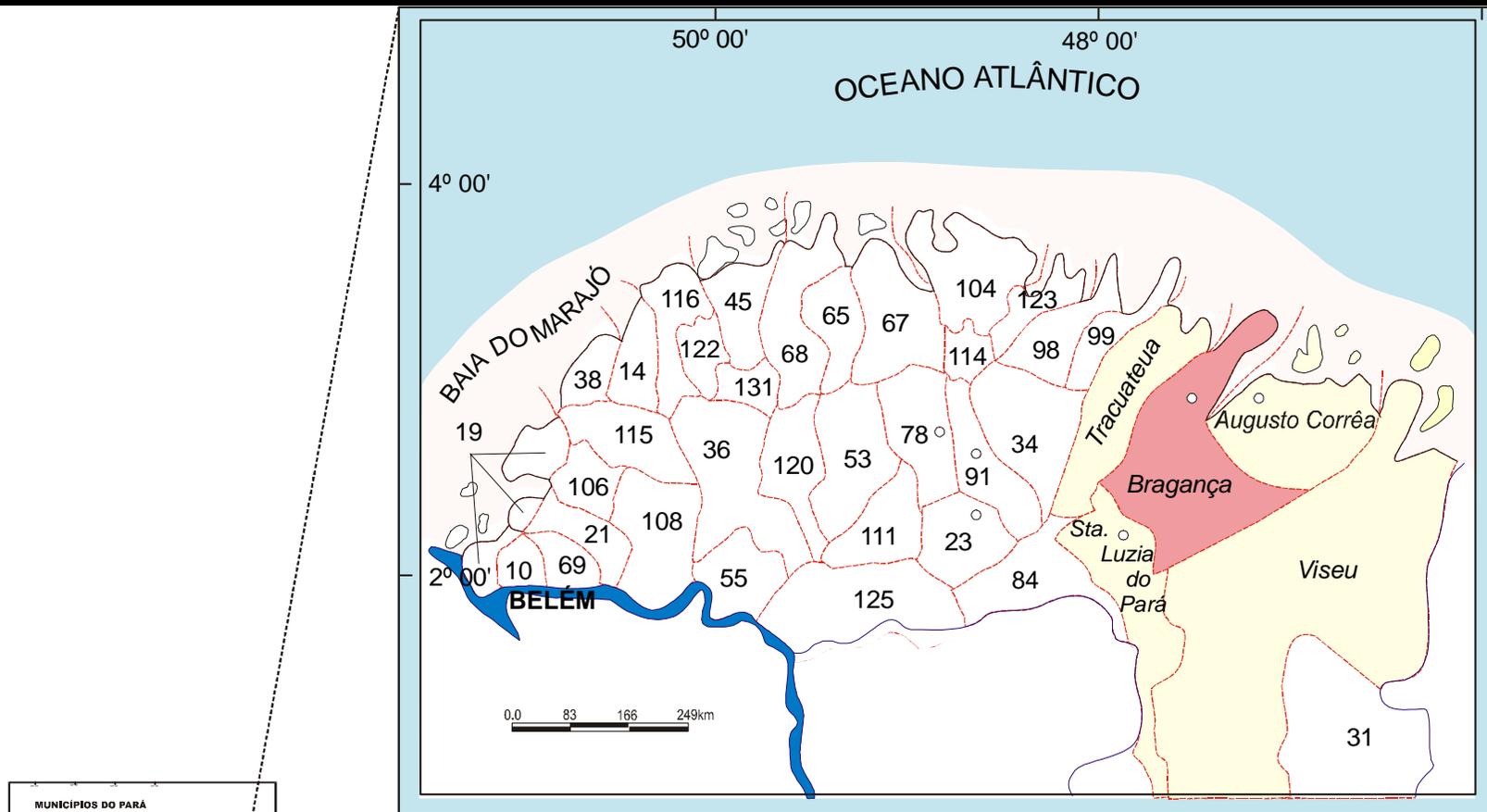
O traçado da cidade de Bragança é quase totalmente de forma ortogonal, com ruas formando retângulos ou quadrados, no qual se distribuem, aproximadamente, 9.524 imóveis, sendo residenciais, comerciais, serviços públicos, religiosos, etc. Nesses imóveis prevalece o tipo de construção mista (alvenaria e enchimento de barro) e encontram-se distribuídos em 12 bairros: Taira, Cereja, Centro, Aldeia, Alegre, Vila Nova, Morno, Riozinho, Perpétuo Socorro, Vila Sinhá, Padre Luiz e Samaumapara (Fig. 03 A).

2.2.3 - Saneamento Básico e Saúde

Os sistemas de saneamento têm um caráter básico para a segurança sanitária e para a melhoria da qualidade de vida da população. A inadequação do saneamento no Brasil tem sido demonstrada através de estatísticas de morbidade e mortalidade, decorrentes de falta de compromisso com a quantidade e qualidade de água, com o destino adequado dos resíduos sólidos, com a drenagem das águas pluviais, etc.

A cidade não dispõe de sistema de saneamento básico: as águas servidas e as pluviais drenam diretamente para o Rio Caeté através de tubulação e meio fios (Foto 01); os dejetos humanos são depositados em fossas negras ou sépticas, geralmente escavadas nos quintais das residências e em locais impróprios; os rejeitos produzidos no matadouro público são lançados inadequadamente no solo (Foto 02); as sucatas de embarcação de ferro são abandonadas no Rio Caeté em frente a sede municipal (Foto 03); e 30% do lixo urbano não coletado são depositados à céu aberto em terrenos baldios, ruas, etc. (Foto 04), com alto risco de contaminação dos recursos hídricos.

O abastecimento da Cidade de Bragança está sob a responsabilidade da COSANPA, obedecendo ao esquema da



FONTE: CECRESPA - PARAGUASSU ÉLERES (ADAPTADO COM OUTRAS FONTES)



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

FIG. 03

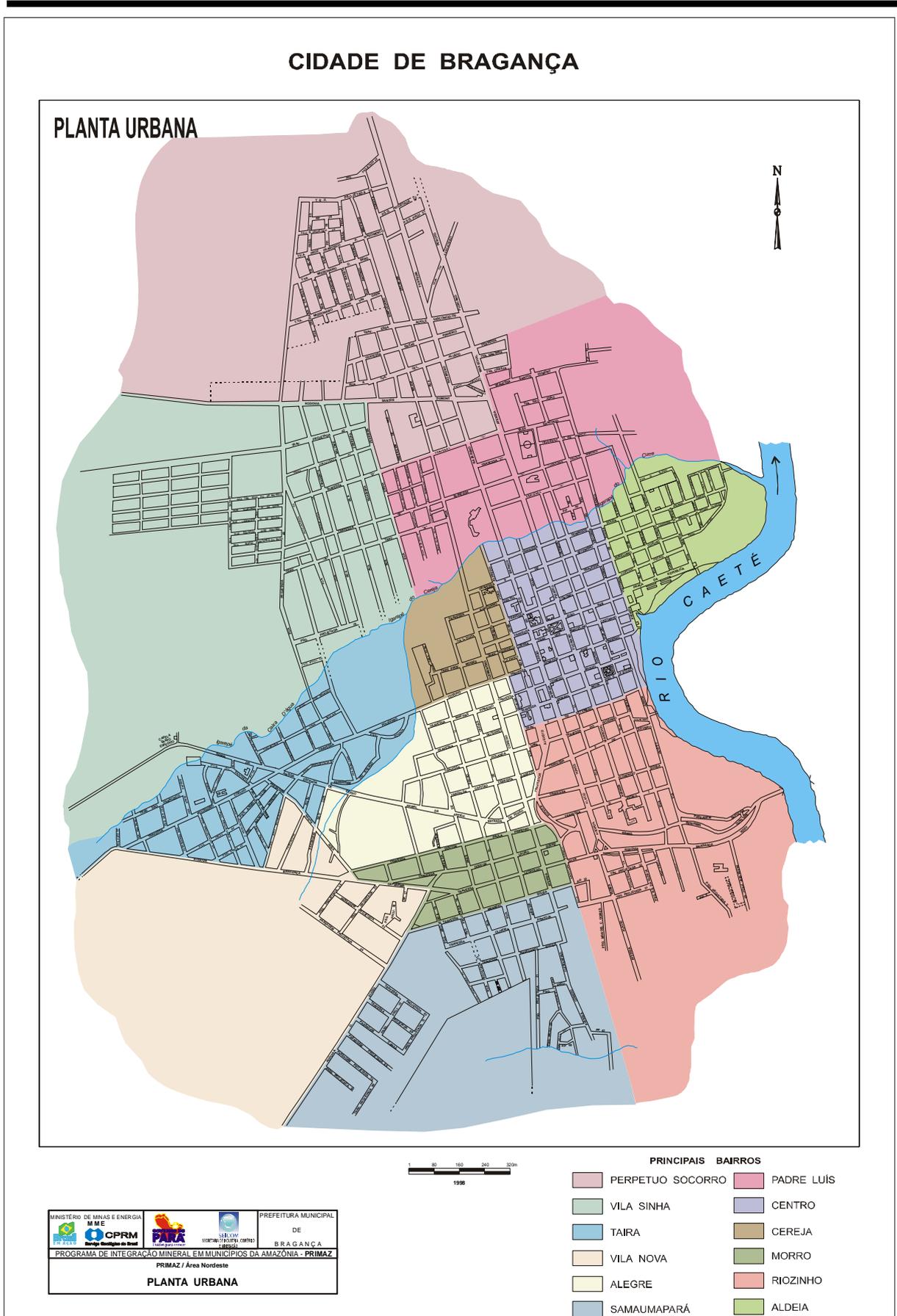
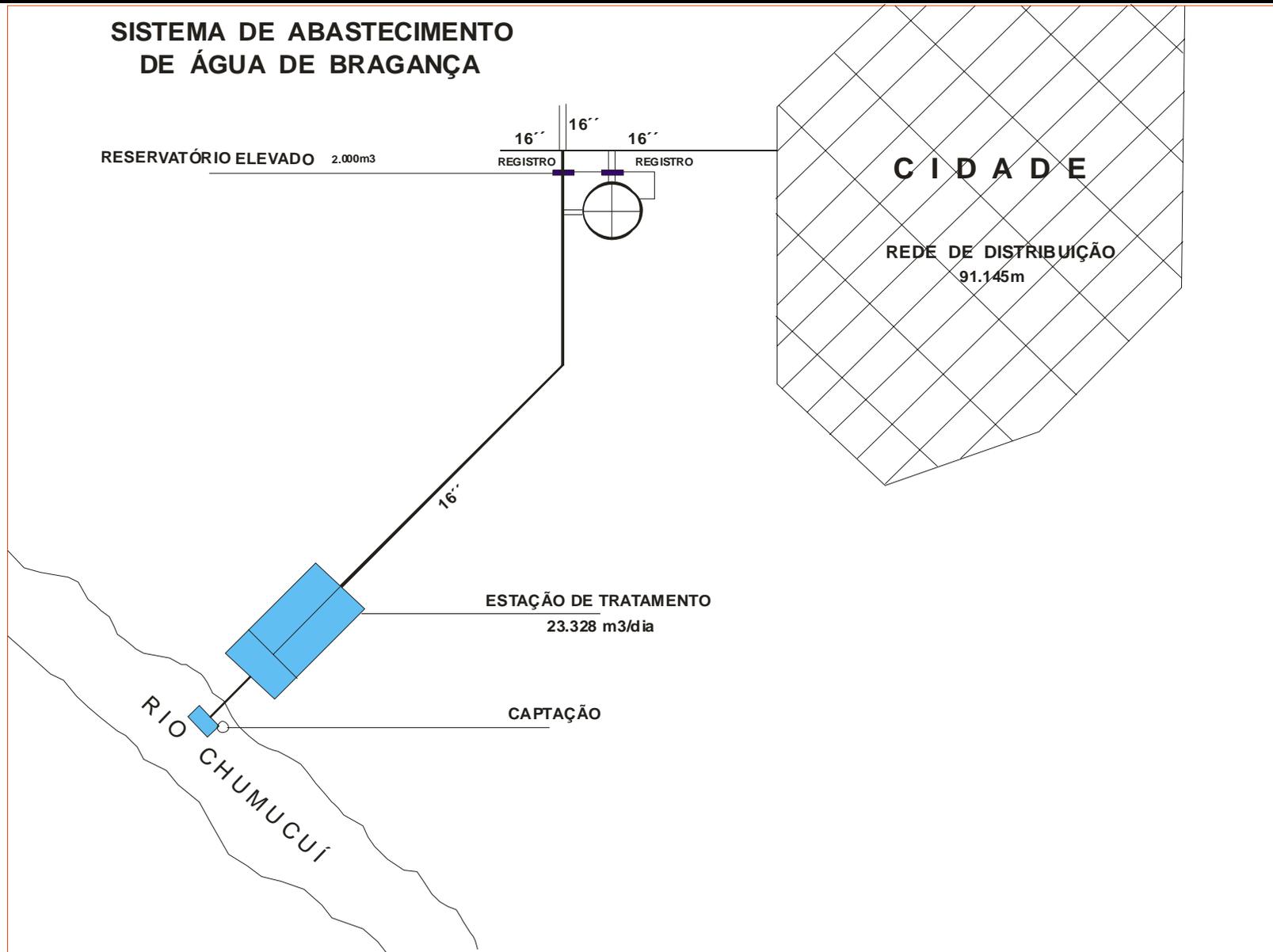


Fig.03A



Fonte : COSANPA - BRAGANÇA

Fig. 03B

Fig. 03B, cujo ponto inicial é o rio Chumucuí, afluente pela margem esquerda do Rio Caeté. Esse ponto, distante cerca de 5 Km do centro de Bragança, localiza-se na interseção da Rodovia PA-112 com o Rio Chumucuí, e de onde é feita a captação de água bruta (Foto 05) para a Estação de Tratamento d'Água-ETA, distante 150 m da captação e capacidade de tratamento para 23.328 m³/dia (Foto 06). Após o tratamento a água é transportada por uma adutora 4.850 m de extensão e 16 polegadas de diâmetro, diretamente para 91.148 m de rede de distribuição e para um elevado de concreto com capacidade de 2.000 m³, como reserva para atender à população no horário de maior demanda (Foto 07). Atende a 5.534 imóveis, representando 58% dos domicílios, durante 24 h. O restante das residências, devido à inexistência de rede de distribuição em alguns bairros carentes, utilizam água de má qualidade explorada de poços tubulares rasos e/ou amazonas, nas mais diversas atividades domésticas (lavagem de roupas, limpeza de utensílios, etc.), como para consumo humano.

Na saúde, Bragança apresenta uma estrutura que vai do nível elementar ao hospitalar. Conta hoje com o Hospital Central de Bragança, Hospital Santo Antônio e Hospital das Clínicas, que prestam serviços como: atendimento médico, odontológico, de enfermagem, social, radiológico, fisioterápico, controle de endemias, pequenas cirurgias, etc. Na zona rural os núcleos municipais contam com postos de saúde para primeiros socorros, urgência e emergência. Os pacientes em caso grave de saúde, e que exigem tratamento especializado, são transferidos para Bragança e quando necessário para Capanema ou Belém.

O perfil epidemiológico do município está relacionado às doenças da pobreza. Por isto, foi priorizado pelos membros do Conselho Municipal de Saúde justamente por estar associado à falta de saneamento básico, principalmente, na sede e nos núcleos municipais.

2.2.4 - Educação

Bragança dispõe de 16 creches para atender crianças de 03 à 06 anos. Estão distribuídas pelo município, sob a gerência da Secretaria da Ação Social do Município.

Existem, atualmente, 24.842 alunos matriculados na rede de ensino fundamental, utilizando 217 escolas, sendo 84 estaduais e 133 municipais. Pará esse contingente emprega-se um total de 803 professores, distribuídos nas áreas urbana e rural.

Há o Campus Avançado da Universidade Federal do Pará que oferece os cursos de Licenciatura em Matemática, Ciências, Geografia, História, Pedagogia, Letras e Ciências Sociais. Quanto aos cursos de especialização, funcionam o de Geografia da Amazônia e Educação Ambiental.

O município dispõe ainda de Cursos Técnicos Profissionalizantes, oferecidos pelo SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), assim como, àqueles voltados especificamente para a área de saúde, como: Técnico e Auxiliar de Enfermagem.

2.2.5 - Transporte, Energia e Telefonia

Com relação ao meio de transporte, Bragança conta com ônibus que fazem a linha Bragança-Belém e vice-versa, oferecendo ao usuários opções de escolha do executivo ou comercial. Entre a Sede e os núcleos municipais são usados ônibus e caminhões particulares, em estado precário de conservação.

O fornecimento de energia elétrica é de responsabilidade da CELPA, através da Usina Hidroelétrica de Tucuruí, atendendo 9.524 imóveis residenciais, comerciais e outros, para o total de 100% dos domicílios da sede municipal durante 24 horas.



Foto 01. Águas servidas e pluviais lançadas diretamente no rio Caeté, em frente de Bragança.



Foto 02. Rejeitos do Matadouro Público lançados inadequadamente no solo.



Foto 03. Sucatas de embarcações de ferro abandonadas em frente à Bragança.



Foto 04. Lixo depositado, a céu aberto, em terrenos baldios.



Foto 05. Conjunto de bombas operando na captação da água bruta do Rio Chumucuí.



Foto 06. Estação de Tratamento de Água - ETA, localizada na PA-112 à 5 Km de Bragança.



Foto 07. Elevatória de água tratada de 2.000 m³, utilizada na compensação da pressão no horário de maior demanda

A comunicação é feita pelos serviços da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (EBCT), enquanto a telecomunicação através da EMBRATEL com serviços telefônicos residenciais, comerciais, celulares, etc. Possui também, duas emissoras de rádio, um jornal que circula aos sábados e uma retransmissora de televisão.

2.3 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

2.3.1 – Clima

O estudo do clima da área tornou-se indispensável, devido à importância econômica da região e à necessidade de dados climatológicos que possam ajudar no seu desenvolvimento. O clima da região nordeste do Pará tem sido estudado visando o conhecimento dos parâmetros meteorológicos, tais como:

temperatura do ar, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, vento e evaporação. É com base nesses parâmetros que o clima, segundo Köppen, é classificado como do tipo Am e caracterizado como quente e úmido de monção.

2.3.2 – Temperatura do Ar

O regime térmico é expresso por valores de temperatura elevada em todos os meses do ano, resultando na média anual de 26,8° C, sendo a média das máximas de 31,2 ° C e a média das mínimas de 22,4° C, com amplitude térmica média que alcança 8,8° C (Tab. 01 e Fig. 04). O mês mais frio é o de agosto (26,2° C) e o mais quente é dezembro (27,9° C). A menor amplitude foi determinada no mês de fevereiro (6,6° C) e a de maior em novembro com (11,0° C).

DADOS METEOROLÓGICOS (1991 - 1996)

TEMPERATURA MESES	MÉDIA (°C)	MÉDIA MÁXIMA (°C)	MÉDIA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE MÉDIA (°C)
JANEIRO	27.0	31.0	22.9	8.1
FEVEREIRO	26.3	29.6	23.0	6.6
MARÇO	26.3	29.9	22.8	7.1
ABRIL	26.3	29.8	22.9	6.9
MAIO	26.7	30.5	22.9	7.6
JUNHO	26.3	31.2	22.1	9.1
JULHO	26.5	31.0	22.0	9.0
AGOSTO	26.2	31.0	21.5	9.5
SETEMBRO	26.9	31.8	22.0	9.8
OUTUBRO	27.5	32.9	22.1	10.8
NOVEMBRO	27.5	33.0	22.0	11.0
DEZEMBRO	27.9	33.1	22.7	10.4
MÉDIA ANUAL	26.8	31.2	22.4	8.8

Fonte: INMET - TRACUATEUA

Tab. 01

2.3.3 - Precipitação Pluviométrica

A precipitação pluviométrica média anual é de 2.086,3 mm, sendo os meses de janeiro a julho os mais chuvosos e os de agosto a dezembro os de menor precipitação, correspondendo a 96,7% e 3,3% da precipitação anual, respectivamente (Tab. 02 e Fig. 05). O mês de agosto mostra a transição do inverno para o verão, ao passo que o de dezembro representa a transição do verão para o inverno.

2.3.4 - Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar varia entre 68,5% e 96,4%, sendo a maior em março e a menor em outubro (Tab. 02 e

Fig. 06). É importante salientar que a umidade nos meses de agosto e dezembro, denominados de transição, apresenta decréscimo e acréscimo, respectivamente.

2.3.5 - Vento

Não houve dados da velocidade do vento, porém a direção predominante é NE e N nos meses de fevereiro e julho (Tab. 02).

2.3.6 - Evaporação

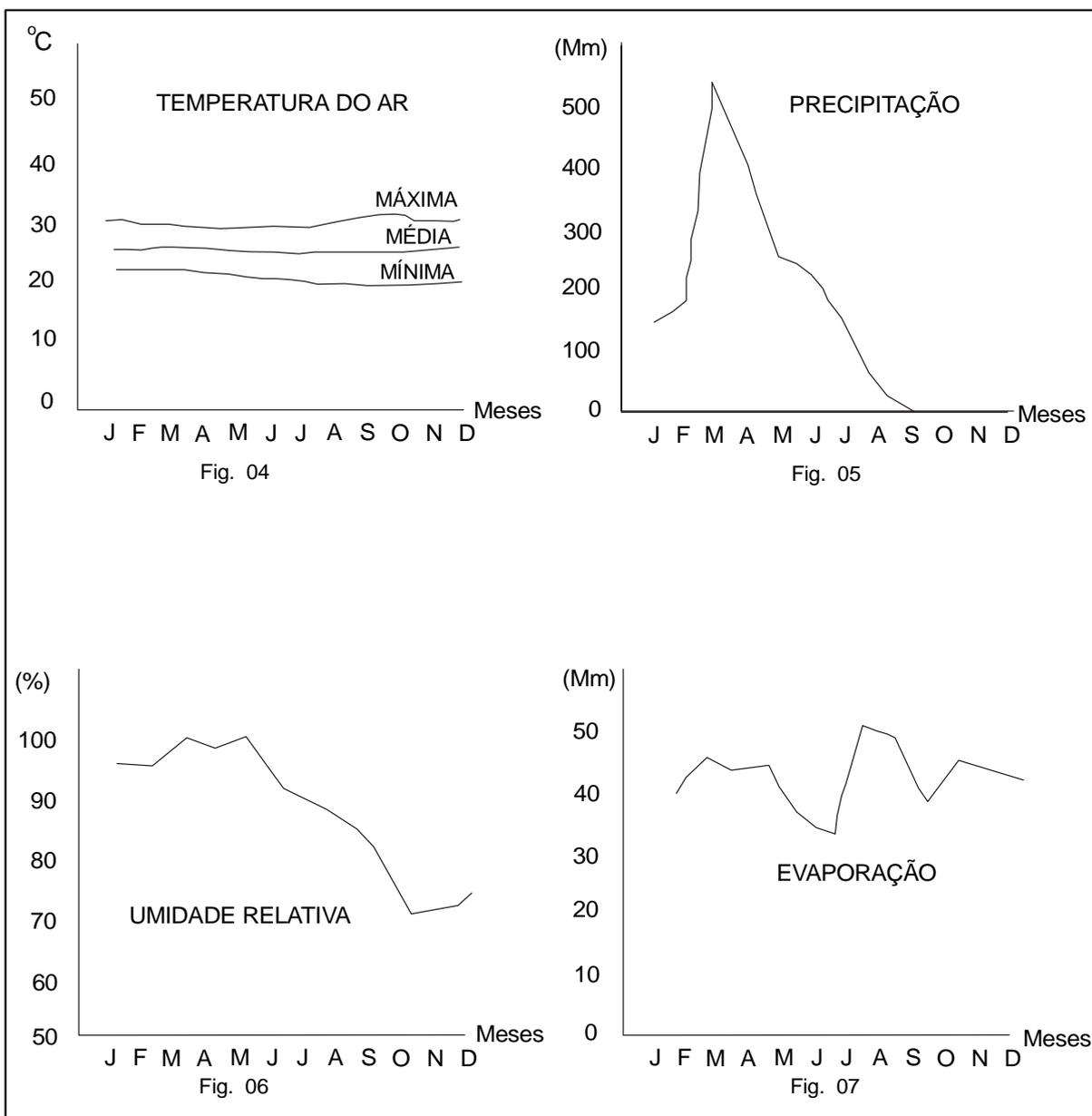
A menor evaporação foi registrada em junho, sendo de 41,6 mm, e a máxima foi verificada em julho, com 58,2 mm (Tab. 02 e Fig. 07).

DADOS METEOROLÓGICOS (1991 - 1996)

MESES	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)	UMIDADE RELATIVA (%)	DIREÇÃO DO VENTO	EVAPORAÇÃO (mm)
ABRIL	418,5	95,2	NE	51,2
MAIO	266,3	92,4	NE	43,4
JUNHO	244,8	88,8	NE	41,6
JULHO	173,2	86,6	N	58,2
AGOSTO	55,4	86,4	NE	56,4
SETEMBRO	10,1	78,2	NE	46,3
OUTUBRO	0,5	68,5	NE	52,2
NOVEMBRO	0,0	69,3	NE	50,9
DEZEMBRO	3,6	72,0	NE	JANEIRO
MÉDIA MENSAL	173,9	84,6	NE	FEVEREIRO
MÉDIA ANUAL	2.086,3	-	-	MARÇO

Fonte INMET Tracueteua

Tab. 02



2.3.7 - Balanço Hídrico

Utilizando os dados de temperatura e precipitação dos últimos cinco anos, obtidos pelo posto meteorológico do INMET da cidade de Tracuateua, foi realizado o balanço hídrico da Região Nordeste do Pará, conforme observado na Tab. 03 e Fig. 08. Com os resultados encontrados, observa-se que de janeiro até o final de julho $P \geq ETP$, havendo assim excesso de água no

solo, chegando a escoar pela superfície e/ou drenada para os aquíferos. No período de agosto até o final de dezembro $P \leq ETP$, ocorre retirada e deficiência de água do solo. Após esse período, a precipitação volta a ultrapassar a evapotranspiração potencial, havendo inicialmente reposição de água no solo, e, posteriormente, o excedente escoar superficialmente e/ou percola para os aquíferos.

BALANÇO HÍDRICO DA REGIÃO NORDESTE DO PARÁ

MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	TEMP. MÉDIA °C	ETP (mm) DIÁRIA	CORREÇÃO	ETP (mm) MENSAL	PRECIP. (P) (mm)	P- ETP (mm) MENSAL	NEGT. ACUMUL.	ARMAZ.	ALT.	ETR (mm)	DEF. (mm)	EXC. (mm)
JANEIRO	27,0	4,8	31,2	150	158,9	8,9	0	100	+100	150,0	0	-91,1
FEVEREIRO	26,3	4,4	28,2	124	188,4	64,4	0	100	0	124,0	0	64,4
MARÇO	26,3	4,4	31,2	137	566,6	429,6	0	100	0	137,0	0	429,6
ABRIL	26,3	4,6	30,3	139	418,5	279,5	0	100	0	139,0	0	279,5
MAIO	26,7	4,5	31,2	140	266,3	126,3	0	100	0	140,0	0	126,3
JUNHO	26,3	4,5	30,3	136	244,8	108,8	0	100	0	136,0	0	108,8
JULHO	26,5	4,3	31,2	134	173,2	39,2	0	100	0	134,0	0	39,2
AGOSTO	26,2	4,8	31,2	150	55,4	-94,6	-94,6	38	62	117,4	32,6	0
SETEMBRO	26,9	5,0	30,2	151	10,1	-140,9	-235,5	9	29	39,1	111,9	0
OUTUBRO	27,5	5,0	31,2	156	0,5	-155,5	-391	1	3	6,5	149,5	0
NOVEMBRO	27,5	5,0	30,3	151	00	-151,0	-542	0	1	2,0	149,0	0
DEZEMBRO	27,9	5,2	31,2	162	3,6	-158,4	-700,4	0	0	4,6	157,4	0
TOTAL	26,8	-	-	1.730	2.086,3	356,3	-	-	0	1.129,6	600,4	956,7

Tabela elaborada a partir das Tab. 01 e Tab. 02

AFERIÇÃO DO BALANÇO

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ETP} &= \Sigma \text{ETR} + \Sigma \text{DEF} \\ 1.730 &= 1.129,6 + 600,4 \\ \Sigma \text{P} &= \Sigma \text{ETR} + \Sigma \text{EXC} \\ 2.086,3 &= 1.129,6 + 956,7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{P} &= \Sigma \text{ETP} + \Sigma (\text{P} - \text{ETP}) \\ 2.086,3 &= 1.730 + 356,3 \\ \text{ALT} &= 0 \\ \text{ZERO} &= \text{ZERO} \end{aligned}$$

CONVENÇÕES

- ETP- Evapotranspiração Potencial
- ARMAZ- Armazenamento
- ALT- Alteração
- ETR- Evapotranspiração Real
- DEF- Deficiência
- EXC- Excedente

Tab. 03

BALANÇO HÍDRICO DA REGIÃO NORDESTE DO PARÁ

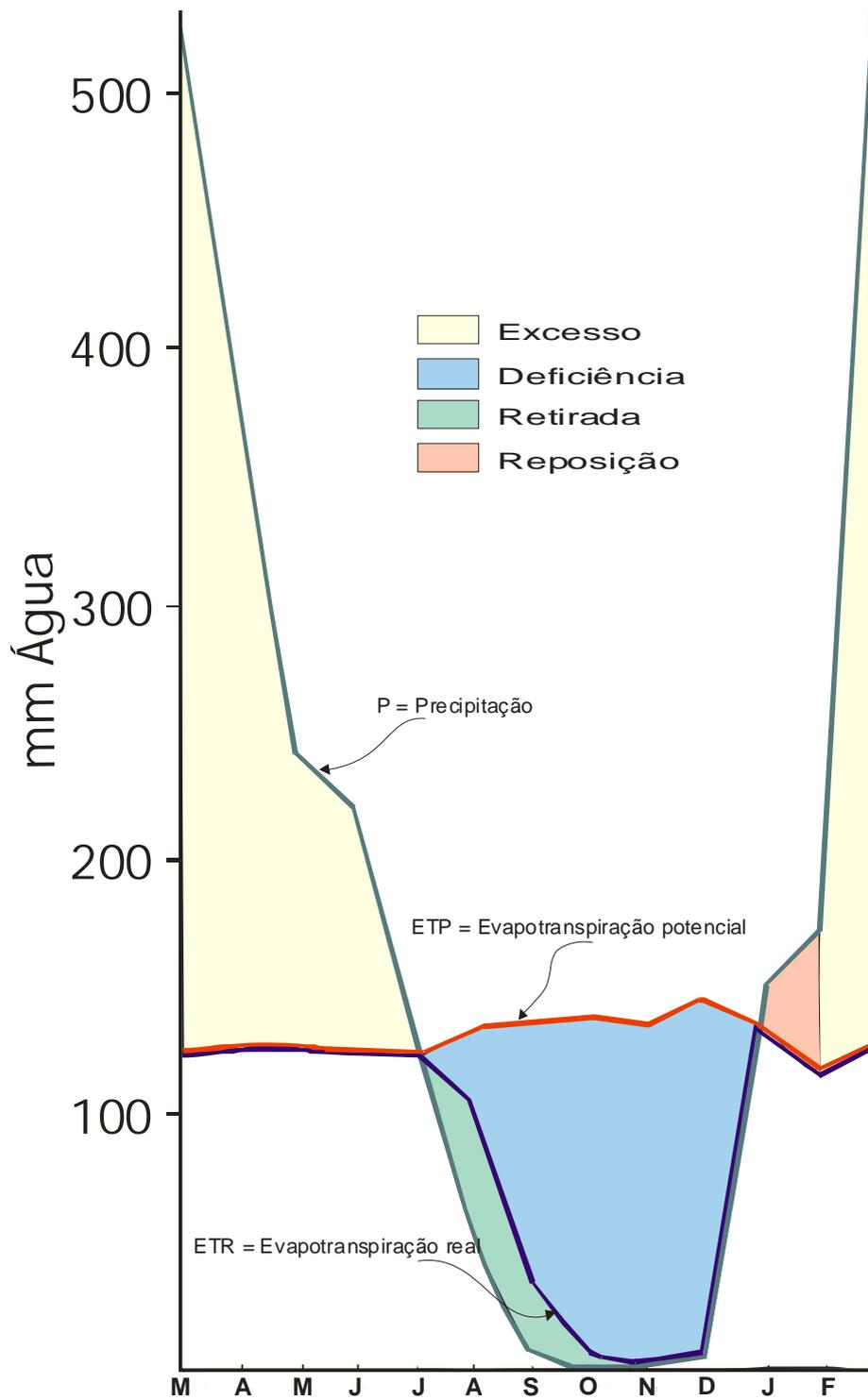


FIG. 08

2.4 - SOLOS

Ocorrem solos envelhecidos, fortemente ácidos de boa drenagem, permeáveis e de baixa fertilidade natural (latossolo amarelo). Existe na parte norte da região, solos de baixadas inundáveis, pouco profundos e com características associadas ao encharcamento (solos indiscriminados de mangue) e também solos minerais predominantemente em desenvolvimento, provenientes de deposição fluvial e do arraste na bacia hidrográfica (solos hidromórficos aluviais).

2.5 - VEGETAÇÃO

A região era recoberta predominantemente por vegetação florestal perenifólia, higrófila e floresta amazônica de terra firme, mas profundamente modificada, pelos empreendimentos colonizadores da Estrada de Ferro Belém-Bragança, já extinta. Predomina hoje a vegetação florestal secundária e de lavouras temporárias. Ocorrem, ainda, no litoral densos Manguezais e Campos Aluviais flúvio-marinhos, assim como, a noroeste da cidade de Bragança, a floresta densa, com as seguintes espécies características: Acapú, Tachi, Açai e Pau Mulato. Os manguezais que acompanham continuamente a faixa litorânea e os baixos cursos d'água, até onde se faz sentir a influência das marés, são, regionalmente, denominados de "Äpicum". Entre as principais espécies destacam-se o Mangue Vermelho e o Mangue Seriva ou Siriúba.

Os Campos Aluviais flúvio-marinhos são ocupados, principalmente, pelo Capim-de-maneca e por uma palmeira semelhante ao babaçu.

2.6 - HIDROGRAFIA

O principal curso d'água da Região Bragantina é o Rio Caeté, que nasce no Município de Nova Timboteua, ao Sul da Zona Bragantina. É um rio que sofre

nfluência do movimento das marés.

Seu desaguadouro apresenta-se sinuoso e com pequenos trechos de pouca profundidade. Possui no território bragantino um trecho de, aproximadamente, 60 Km navegáveis por embarcações de até 200 toneladas e em outras partes navegáveis por pequenas embarcações de até 20 toneladas. Na sua margem esquerda, numa planície de pequeno declive, está situada a cidade de Bragança, distante 25 Km de sua foz. Outros rios menores, que sobressaem na região, são: Tracuateua, Jejuí, Cajueiro, Urumajó e Quatipurú.

2.7 - ASPECTOS GEOLÓGICOS

Segundo os dados geológicos levantados pela equipe do PRIMAZ (Costa, 1997), o espaço geográfico do Município de Bragança, localizado na Região Nordeste do Estado do Pará, está inserido sob os domínios da: Bacia Costeira Cretácea Bragança – Viseu; faixa de Cisalhamento Gurupi; e Coberturas Tércio-Quaternárias. Os aspectos geomorfológicos que contextualizam a área municipal são marcadas por uma morfologia de relevo plano, suavemente ondulado e localmente colinoso.

Três unidades litoestratigráficas são reconhecidas e descritas na área segundo os diversos autores que discorrem sobre a geologia da mesma – **Costa et al. 1975 e 1977; Costa (no prelo); Ackermann, 1964; Souza Filho, 1995** dentre outros: Grupo Gurupi; Grupo Barreiras e; Coberturas , Terciário e Quaternário.

Grupo Gurupi – (Proterozóico Inferior)

O **Grupo Gurupi** apresenta área de exposição na porção sul do município, sob forma ligeiramente elíptica, com o eixo maior orientado segundo a direção NW-SE. As rochas que representam esta unidade encontram-se muito alteradas e desenvolvem um solo argiloso micáceo, avermelhado, sem estruturação aparente perceptível e podem estar relacionadas às litologias da **Formação Rio Piritoró**.

Grupo Barreiras – (Terciário)

Costa (no prelo) adota a denominação de **Grupo Barreiras** para a sedimentação clástica que ocorre na região nordeste do Pará e constituída por dois sistemas deposicionais conforme propõem **Pastana et al., 1996**: um continental, com leques aluviais e depósitos fluviais de rios meandrantos e um outro, de natureza marinha, dominado por marés.

A ocorrência dos sedimentos terciários nos limites geográficos do Município de Bragança chega a representar cerca de 65% de toda esta área e, suas melhores exposições ocorrem em cortes ao longo das estradas estaduais e em algumas vicinais do município além, de barrancos do Rio Caeté. Para **Costa et al. (no prelo)** esta unidade é representada por um sistema de morros alongados segundo a direção **NNW** e possuem, de um modo geral, espessura média de 15 metros.

As rochas constituintes do **Grupo Barreiras** são representadas por argilitos maciços de diversas colorações; arenitos de diversas cores e granulometrias, estratificados ou não; conglomerados mal selecionados, variando de subangulosos a subarredondados; arenitos argilosos; argilitos arenosos.

O **Grupo Barreiras** recobre rochas do **Grupo Aurizona** e **Formação Pirabas** e é recoberto por sedimentos inconsolidados recentes. A estes sedimentos estão relacionados diversos depósitos de areia, cascalho, seixo e grês do Pará (pedra para construção), evidenciando claramente o potencial que o Grupo Barreiras representa para a construção civil no município e para toda a região bragantina.

Terciário e Quaternário

Referências a blocos ferruginosos, lentes de seixos de quartzo de pouca espessura, sedimentos inconsolidados constituídos de grãos de quartzo, fração silte e argila e depósitos de areias brancas

são feitas por **Sá, 1969**, e que tais depósitos de areia branca seriam dunas, porém não fossilíferas, como afirmado por **Ackermann, 1969**.

2.8. – ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Os dados hidrogeológicos conhecidos na área urbana de Bragança e adjacências, são insuficientes para caracterizar os parâmetros hidrodinâmicos e definir as potencialidades aquíferas da região.

Apesar dos poucos conhecimentos hidrogeológicos do Município de Bragança, mas considerando o seu contexto geológico, são admitidos como unidades aquíferas: os sedimentos inconsolidados do Quaternário, o Grupo Barreiras, a Formação Pirabas e, talvez o Granito Tracuateua e seu manto de intemperismo.

As três primeiras unidades e o manto de intemperismo são caracterizadas pela porosidade granular, sendo que a Formação Pirabas apresenta níveis cársticos. Pelos dados conhecidos há exploração da água dos sedimentos quaternários e do Grupo Barreiras, através de poços tubulares e amazonas com profundidades de 7 m a 80 m e que fornecem vazões de até 60 m³/h. Também há a possibilidade de captação através de poços profundos, da Formação Pirabas e dos meios fissurais do Granito Tracuateua. E, para atender pequenas demandas e por meio de poços rasos, é possível captar água do manto de intemperismo do Granito Tracuateua.

2.9 – SISTEMA ATUAL DE LIMPEZA URBANA DE BRAGANÇA

2.9.1 – Limpeza e Coleta do Lixo

O serviço da limpeza urbana e coleta regular do lixo proveniente das atividades domésticas, de estabelecimentos comerciais e industriais, de hospitais e área urbana, bem como proveniente de embelezamento,

arborização de praias, praças, ruas, feiras livres e mercados, são atribuições diretas da administração municipal.

Para esses trabalhos, a Prefeitura de Bragança, emprega 85 pessoas, todas usando apenas luvas como material de proteção. Também utiliza 03 caçambas basculante Chevrolet (Foto 08), 01 trator CNT-8440 (Foto 09), 01 trator Agrale 420 (Foto 10), 02 tratores Massey Ferguson 265 (Foto 11), todos com carreta, 01 trator D4 para remover e aterrar o lixo e 01 pá mecânica.

Os recursos humanos e os equipamentos acima mencionados atendem apenas a limpeza e a coleta de, aproximadamente, 20.062 Kg de resíduos sólidos gerados nas residências, nos comércios, nos hospitais, na limpeza de meio fio, boca de lobo e mercados, além dos entulhos de podagem, roçagem e jardinagem das praças e canteiros das avenidas. Nos 4 núcleos municipais a população se encarrega da limpeza urbana e da destinação final do lixo produzido.

2.9.2 – Destino Final do Lixo

A – 20.062 kg de resíduos sólidos e inertes, equivalentes a 70% do total do lixo gerado diariamente em Bragança, são coletados e lançados aleatoriamente no solo, em uma área de 12,5 ha (Fig. 02). Essa área localiza-se na margem esquerda da PA-112, a 3,4 km a sudeste da sede municipal; está transformada em verdadeiro lixão a céu aberto, atraindo macro e micro vetores e catadores (Fotos 12 e 13). Há queima do lixo e remoção periódica para declives, através de um trator D4, desobedecendo o Art. 3ºb da Resolução Conama – 004 de 15 de setembro de 1985.

A maior parte desse lixo domiciliar é acondicionado em sacos plásticos, colocados diretamente no alinhamento do

meio fio e logradouros, facilitando, assim, acesso de animais, que danificam os sacos e, conseqüentemente, provocam o espalhamento dos resíduos sólidos na via pública, prejudicando o trabalho dos garis (Foto 08).

B – 8.598 kg de lixo doméstico e comercial são originados dos bairros Vila Sinhá, Perpétuo Socorro e Vila Nova. São bairros que não dispõem regularmente de coleta, fazendo com que a própria população se encarregue desses serviços, lançando o lixo diretamente na via pública, margens de estradas, terrenos baldios, etc. e formando diversos monturos de lixo a céu aberto (Foto 04).

Na área do lixão, estima-se que, diariamente, 20 catadores efetuem a reciclagem manual e armazenamento do produto aproveitáveis para futura comercialização (Fotos 12 e 13).

A cidade de Bragança produz, em média, 500 Kg de lixo hospitalar ou de alto risco diariamente. São acondicionados em sacos plásticos e armazenados inadequadamente nos hospitais e coletados pelo próprio carro que transporta o lixo doméstico (Foto 14). Tem o mesmo destino final do lixo doméstico e comercial (Foto 15). Quanto aos rejeitos provenientes da sala de cirurgia (placenta, tecidos disformes, etc.), são depositados em fossas impermeáveis construídas na própria área do hospital.

Há também, o matadouro municipal, construído a 4,5 Km do centro de Bragança, na margem direita da estrada de acesso a Juruteua (Fig 02), que lança, aleatoriamente, no solo os rejeitos provenientes do abate de bovinos e suínos, sem qualquer preocupação ambiental (Foto 02). Registre-se ainda o lixo fluvial, proveniente de sucatas de embarcações de ferro abandonadas no Rio Caeté em frente da sede municipal (Foto 03).



Foto 08. Caçamba da Prefeitura na coleta do lixo doméstico.



Foto 09. Tratar CBT- 8440 da Prefeitura na coleta de lixo comercial.



Foto 10. Trator Agrale 420, da Prefeitura, na coleta do lixo proveniente da limpeza de logradouro.



Foto 11. Trator Massey Ferguson 265, da Prefeitura, na coleta do lixo doméstico.

O fluxograma da Fig. 09 mostra a quantificação estimada, e confirmada em campo, do lixo doméstico coletado e não

coletado na cidade de Bragança e os destaques A e B a sua destinação, de acordo com a descrição do item seguinte:

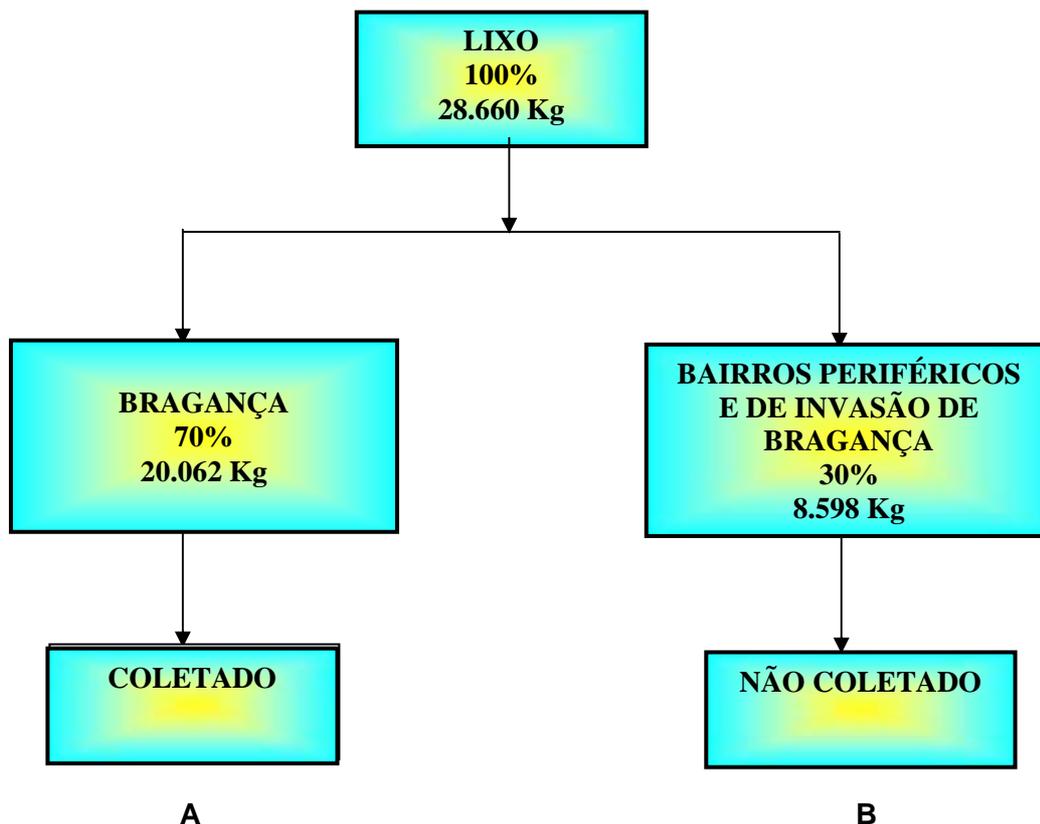


Fig. 09

Obs: População urbana de Bragança
Taxa per capita
Total de lixo produzido

47.769 hab
600 g/hab/dia
28.660 kg/dia



Foto 12. Deposição final do lixo doméstico, hospitalar, etc., por caçamba da Prefeitura Municipal, sem qualquer preocupação ambiental, além de acesso livre aos catadores.



Foto 13. Deposição final do lixo doméstico, por trator da Prefeitura Municipal, sem qualquer preocupação ambiental, além de acesso livre aos catadores

3 – CONCLUSÕES

O equacionamento dos problemas gerados pelos resíduos sólidos nos países em desenvolvimento tem sido um desafio, pela sua disposição inadequada. Os efeitos desses problemas no meio ambiente e na saúde da população têm levado a situações muitas vezes irreversíveis, pela contaminação de aquíferos, rios, solo e ar.

A maneira como vem sendo disposto o lixo, representa um grande perigo para a comunidade de Bragança e para o meio ambiente. O procedimento adotado gera, inevitavelmente, diversos malefícios do ponto de vista sanitário, dos quais destacam-se: a proliferação de transmissores de doenças (moscas, ratos, mosquitos, baratas, fungos, bactérias, etc.) e a produção, a partir do lixo, de fumaça e líquido escuro (chorume)

altamente contaminantes e acarretando problemas ambientais.

As montoeiras de lixo pelas ruas, margens de estradas, terrenos baldios que além da proliferação de transmissores de doenças (micro e macro vetores), vêm inutilizando áreas potencialmente aproveitáveis e reduzindo a vida média útil de locais que poderiam ser aproveitados na destinação adequada dos resíduos sólidos produzidos no Município de Bragança.

À essas situações e a inobservância ao que dispõe a Resolução Nº 004/CONAMA/15.09.85, associam-se muitas doenças na população e o alto índice de mortalidade infantil, como registrados nos mais diversos países em desenvolvimento; bem como a poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas, contrariando ao que dispõe o Art. 3º da Lei Nº 6.938 de 31 de Agosto de 1981.



Foto 14. Coleta do lixo hospitalar pelo mesmo carro que transporta o lixo domiciliar



Foto 15. Destino do lixo de alto risco no mesmo local do lixo doméstico e com catadores nas proximidades.

4- RECOMENDAÇÕES

Diante desse quadro e objetivando atender ao que dispõe o Art.3b da Resolução Conama – 004 de 15 de setembro de 1965 e da Lei n.º 6938, de 31 de agosto de 1981, recomenda-se A implantação de um “Sistema de Coleta Seletiva” e de um “Mini-Complexo Para Tratamento de Resíduos Sólidos” produzidos na área urbana de Bragança, que venha oferecer benefícios sanitários, ambientais, ecológicos e econômicos à comunidade local. Outra possibilidade é a formação de um consórcio intermunicipal envolvendo os municípios próximos (Bragança, Tracuateua, Augusto Corrêa e outros), para o complexo de reciclagem, compostagem e incineração dos resíduos sólidos produzidos nesses municípios. Neste caso, sua implantação, administração e manutenção ficariam a cargo do Governo Estadual e a coleta e o transporte do lixo sob a responsabilidade de cada prefeitura.

Para implantação desse Mini-complexo recomenda-se a permanência da área usada atualmente para disposição final do lixo (Fig. 10).

Quanto ao matadouro, sugere-se instalações de lagoas de estabilização para tratamento dos rejeitos proveniente do abate dos bovinos e suínos, evitando, assim, odores desagradáveis para o povoado Acarajó II, localizado em frente ao mesmo.

Recomenda-se a retirada do lixo fluvial do local onde se encontra atualmente, para evitar assim, possíveis acidentes fluviais e aspectos negativos ao turismo da região.

4.1 – DESCRIÇÃO DA ÁREA RECOMENDADA

4.1.1 – Localização

A área sugerida à destinação final do lixo produzido em Bragança, fica localizada na margem esquerda da PA

112 A 3,4 Km A sudeste da sede municipal, com dimensão de 300 x 600m.equivalente a 18 ha, coordenadas central de 01° 05' 15"S e 46° 46' 40"WGr. Atualmente 150x200m equivalente a 3 ha desta encontra-se sendo utilizada para deposição inadequada, do lixo gerado nessa cidade, permanecendo os 15 ha restantes virgens. (Fig. 10).

4.1.2 - Características Físicas

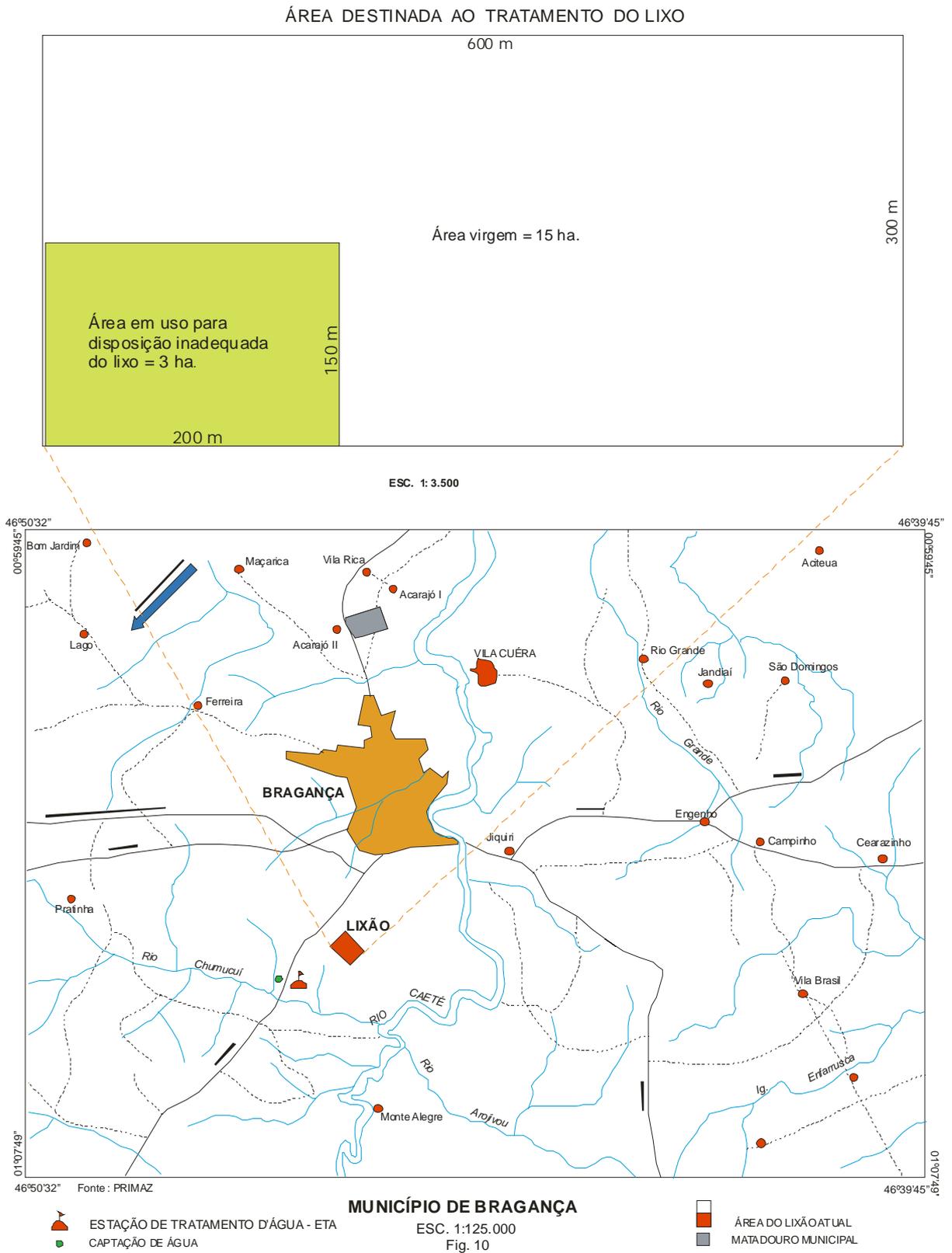
Geologicamente, constitui-se de sedimentos inconsolidados recentes, areno-argilosos ou siltico-argilosos de idades terciária e quaternária, com espessura média de 15 metros, proveniente da alteração de rochas do Grupo Barreiras.

Encontra-se coberta por vegetação secundária ou antrópica e latossolo amarelo, envelhecidos, fortemente ácidos, de boa drenagem, não aconselhado para implantação de fossas sépticas e deposição inadequadamente do lixo, visto a sua elevada permeabilidade.

Devido aos ventos predominarem, durante todo o ano, no sentido NE para SW e N para S dificilmente o perímetro urbano será alcançado por odores maus cheirosos e/ou partículas geradas na área sugerida para a disposição final do lixo. Não se encontra seccionada por cursos d'água atendendo o que dispõe o Art. 2º da Lei 4771, de 15 de Setembro de 1965. Não se prevê o crescimento da cidade em seu sentido e nem a desvalorização de terrenos e habitações próximo da área, especialmente se a destinação final do lixo for adequada.

4.1.3 - Características Sanitária, Ambiental e Operacional

Havendo a destinação adequada dos resíduos sólidos, associados a um sistema de reciclagem, compostagem do lixo orgânico, aterramento dos rejeitos produzidos durante o seu beneficiamento, bem como da incineração do lixo hospitalar e aterramento dos inertes elimina-se da área os problemas sanitários, ambientais e operacionais



tais como: aparecimento de fogo, fumaça, mau cheiro, vetores de doenças, poluição do ar, solo e das águas, paisagismo

desagradável, difícil acesso e redução da vida útil da área, inutilização da área no futuro,etc.

5 – PROPOSTA PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

5.1. – SISTEMA DE COLETA SELETIVA

O sistema de coleta seletiva dos resíduos sólidos gerados numa cidade, consiste basicamente, de uma fase interna de responsabilidade do gerador do lixo (residências, comércios, etc.), compreendendo seu acondicionamento e armazenamento e outra fase externa, abrangendo o chamado serviço de limpeza urbana de responsabilidade da administração municipal.

É importante que a população se conscientize que, durante a geração do lixo, efetue uma pré-reciclagem das diversas classes de componentes em diferentes sacos plásticos para seu acondicionamento. Para o armazenamento do lixo, utilizar lixeiras de 0,1 m³, de difícil acesso para animais e colocá-las junto às portas das residências e/ou do alinhamento do logradouro, para facilitar o trabalho dos garis. Para fontes geradoras de grande quantidade de lixo, como hospitais, fábricas, quartéis, hotéis, mercados, feiras e supermercados, recomenda-se recipiente do tipo “container”, para armazenar de 2 a 3 m³ de lixo diário. E, em pontos de grande movimento recipientes de coleta seletiva devem ser colocados para entrega voluntária.(Fig.10A).

A produção diária do lixo doméstico, comercial, etc. da cidade de Bragança é de aproximadamente 28.660 kg (Fig. 09). Para coletar totalmente esses resíduos sólidos é necessário aumentar o quadro de funcionários no setor de limpeza urbana em 25 elementos, sendo: 15 na varrição, podagem e capinagem; 08 garis; e 02 motoristas. Faz-se ainda necessária a aquisição, através da prefeitura, dos equipamentos complementares abaixo discriminados, com seus respectivos preços:

01 Papa lixo (capacidade 10 m ³)	R\$ - 80.800,00
01 Caminhão	R\$ - 50.000,00

05 Containers (capacidade de 2 a 3 m ³)	R\$ - 5.000,00
100 Recipientes ou Lixeiras (capacidade 0,1 m ³)	R\$ - 5.000,00
03 Conjuntos de Recipientes para entrega voluntária	R\$ - 4.500,00
Total	R\$ - 145.300,00.

A participação da população nesse sistema é essencial para uma coleta bem sucedida. É fundamental que os dias e os horários de coleta de lixo domiciliar sejam definidos, informados e cumpridos a risco. Hábitos regulares devem ser criados através de medidas educativas e estimular a participação da população com o intuito de assegurar que o lixo seja bem acondicionado e depositado adequadamente na via pública, em dia e horário próximos da coleta, para evitar a acumulação indevida e todas as conseqüências indesejáveis.

Qualquer alteração na forma de operação do sistema deve ser amplamente divulgada à população, através dos órgãos de comunicação, evitando custos altíssimos da circulação vazias de caminhões de coleta seletiva. Aos coletores devem ser fornecidos equipamentos de proteção individual (EPI) tais como: luvas, calças, camisas, capas de chuvas e sapatos leves com solado antiderrapante e exigido o seu uso durante o trabalho.

O sucesso de um projeto de tratamento de lixo, está diretamente relacionado com o nível de participação da população, através da coleta seletiva e da educação ambiental da comunidade geradora desses resíduos sólidos.

5.2. – MINI-COMPLEXO PARA TRATAMENTO

Esse Mini-Complexo destina-se ao tratamento total do lixo produzido diariamente pelas atividades domésticas, comerciais, etc., na cidade de Bragança, de acordo com as especificações existentes no Balanço de Massa (Fig. 11). Parte das despesas com a manutenção

SISTEMA DE COLETA SELETIVA



Fo nte: Mod elo de Gestã o de Resíduo s Sólidos e m Belo Ho rizont e

LOCAIS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA

Fig.10A

do Mini-Complexo, poderá ser obtida da venda do material reciclado e do adubo produzido da matéria orgânica tratada.

Esse sistema de tratamento inclui reciclagem e compostagem do lixo urbano, incineração do lixo de alto risco e aterramento dos rejeitos inertes. Consiste basicamente das operações de recepção, reciclagem, incineração, compostagem e aterramento, (Fig. 12). Havendo acréscimo na geração do lixo, em função do crescimento populacional, é possível aumentar o número de receptores (silos), esteira rotativa da reciclagem e o pátio da compostagem da usina, pois sua implantação é modular.

5.2.1 - Recepção - Este setor compreende as instalações e o controle dos fluxos do lixo na entrada do sistema, a partir dos veículos até o seu interior, utilizando silos de chapa de ferro com formato de um cone truncado e disposição inclinada, de maneira a fazê-lo deslizar e descarregá-lo no equipamento seguinte. Antes do descarregamento do lixo nos silos, os caminhões coletores devem passar pela balança instalada na entrada do mini-complexo. Este dado torna-se importante, pois facilita o dimensionamento do lixo gerado na cidade.

5.2.2 - Reciclagem - Este procedimento consiste na separação dos materiais a serem reutilizados. O principal equipamento é a esteira de borracha, com polias nas extremidades, que desliza por roletas, movimentando o lixo de uma extremidade à outra, permitindo, assim, a retirada dos materiais recicláveis. Para retirar o máximo possível de metais, a esteira deve ser dotada de um separador magnético, que pode constar de um eletroímã ou uma polia imantada. Todo material reaproveitado será armazenado em galpões após sofrer trituração e/ou compactação em equipamento específico e de simples manejo, facilitando o seu transporte e venda, inclusive para outras regiões.

5.2.3 - Incineração - Trata-se da queima do lixo hospitalar em alta temperatura,

acima de 900°C, em mistura com uma apreciável quantidade de ar durante um tempo pré-estabelecido. Atualmente, é a melhor alternativa de tratamento para esse tipo de resíduo, reduzindo-o a uma pequena quantidade de cinza inerte, que deverá ser aterradas.

5.2.4 - Compostagem - É o sistema que se inicia com a trituração, em moinho de martelo ou outro, do material que passa pela reciclagem, com a finalidade de promover uma melhor mistura da matéria orgânica, sendo esta disposta em leiras. Estas leiras são reviradas periodicamente, apressando a decomposição microbiológica, para ser obtido o adubo orgânico ou biofertilizante, num período mínimo de 100 dias. Quando esse tratamento é bem feito evita o aparecimento do chorume, em caso contrário o mesmo é tratado por uma pequena lagoa de estabilização (Fig. 13). Para esta operação é necessária uma área de 0,92 ha, demonstrada nos cálculos a seguir:

Produção do Lixo 28.660 Kg/dia
 População Urbana 47.765 hab
 Taxa "Per Capita" 600 gr/hab/dia
 Peso específico da Matéria Orgânica 600 Kg/m³
 Produção diária do lixo orgânico (0,48 X 28.660 Kg/dia) Lo= 13.757 Kg/dia
 Volume da matéria orgânica (13.757 Kg/dia ÷ 0,6 ton/m³) Vo=22,9 m³/dia.

Configuração geométrica das leiras:

Largura = 2m

Altura H= 1,5 m

Área Frontal (2 x 1,5) ÷ 2 A= 1,5 m²

Comp. (22,9 m³ ÷ 1,5 m²) C=15,3 m

Área da base da leira (15,3 m x 2m)=30,6 m²

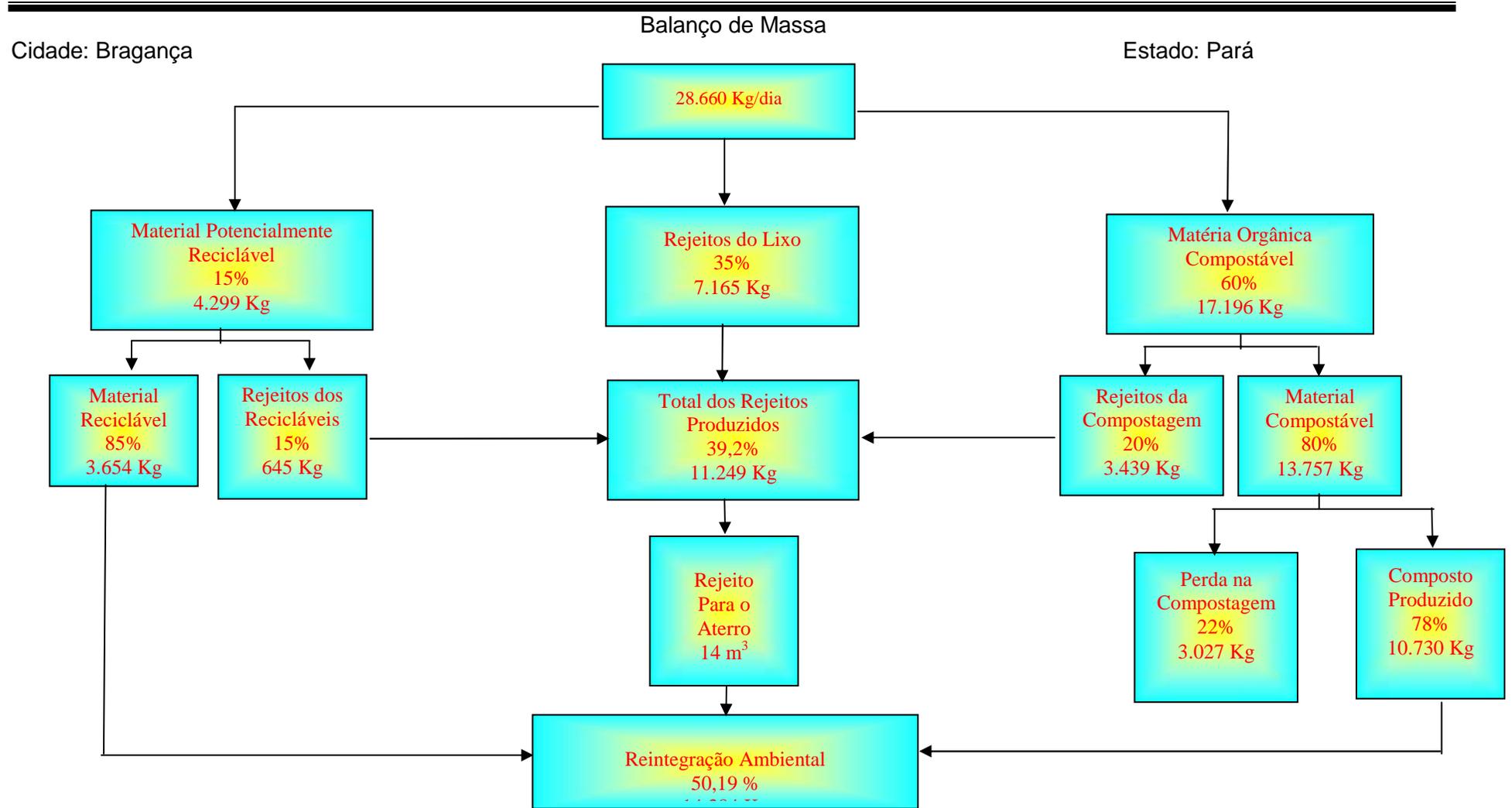
Área do pátio, incluindo área para reviramento (30,6 m² x 2x100) = 6120 m²

Período mínimo da compostagem natural Δt= 100 dias.

Considerando um crescimento de 15% na S_p destinada a circulação, temos.

Área final da Compostagem (6.120 m² x1,15) Sf=0,92 ha.

5.2.5 - Aterramento - O aterramento, empregando as técnicas de proteção ambiental, é o método adequado para disposição final dos resíduos sólidos, sem



Data: 04-03-98

Fig. 11

Autor: João B. Quaresma

causar danos ao ambiente, nem malefícios ou prejuízos à saúde pública. Prevê-se que os rejeitos provenientes da reciclagem, compostagem, incineração do lixo hospitalar de Bragança são de aproximadamente, 11.249 Kg, equivalentes a 14 m^3 , considerando o peso específico do rejeito inerte de 800 g/m^3 (Fig. 12), os quais serão aterrados em células de $3,5 \times 2 \times 2$ metros e cobertas com uma camada de terra, ao final da operação diária. A vida útil da área destinada para esta operação (16,08 ha), é de, aproximadamente, 26 anos contra 16 anos para destinação através de lixão com 2 metros de altura da superfície considerando um crescimento populacional em torno de 6% ao ano, a partir de 1998 e recebendo todo o lixo produzido em Bragança, como calculado abaixo:

Área total do Mini-Complexo = 18ha
Área da recepção, reciclagem e incineração = 1,0ha.
Área de compostagem = 0,92 ha.
Área restante para aterramento 18 ha - (1,0 ha + 0,92 ha) 16,08 ha = 160.800 m^2 .
Vida útil aproximada = 26 anos.
Área da célula de aterramento ($3,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$) $\times 1,15 \times 360 = 2.898 \text{ m}^2/\text{ano}$.
A área da reciclagem será coberta, contendo espaço para circulação, depósitos, refeitório, sanitários e descanso dos empregados. A unidade de recepção, reciclagem e incineração requer uma área coberta de 1,0 ha, o pátio de compostagem de 0,92 ha e a área restante de 16,08 ha suporta, com base nos dados atuais, uma vida útil de, aproximadamente, 26 anos de aterramento dos inertes.

6 - INVESTIMENTO, TEMPO E ÁREA NECESSÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO DO MINI-COMPLEXO

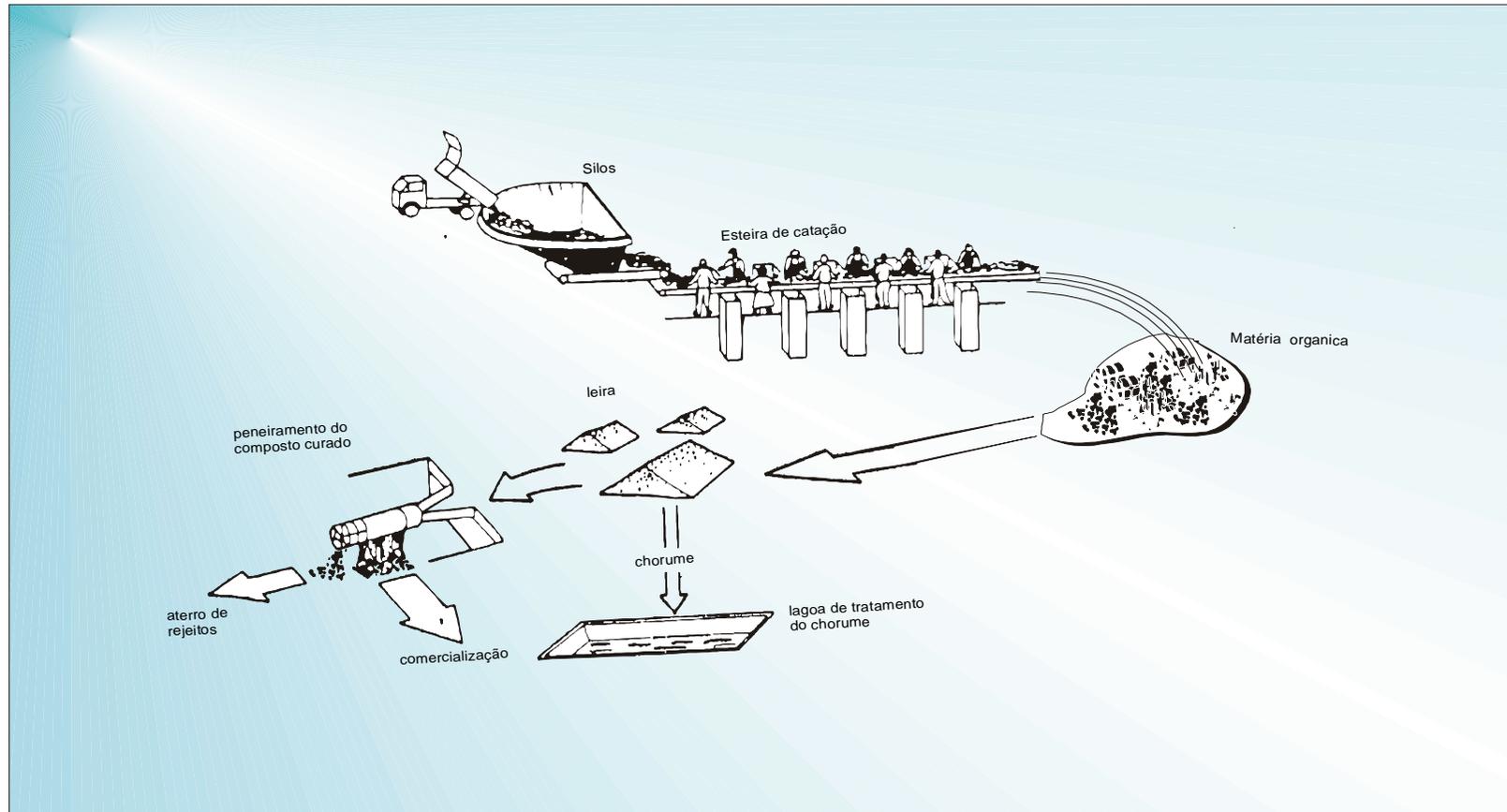
Estima-se que o custo médio de investimentos por tonelada/dia, de capacidade instalada para tratar os resíduos sólidos urbanos numa usina de reciclagem, compostagem, incineração e aterramento, e adotando o processo natural de cura da matéria orgânica, seja da ordem de R\$ 11.000,00, aproximadamente. A contratação de terceiros para terraplenagem e preparação do pátio nessa região, é de R\$ 50.000,00. O custo de instalação do Mini-Complexo para tratar 28.660 Kg/dia é de R\$ 70.000,00. O incinerador para o lixo de alto risco é de R\$ 30.000,00. O investimento total é da ordem de R\$ 480.000,00, de acordo com o demonstrativo abaixo, tornando-o passível

de financiamento, a fundo perdido, pelo Ministério do Planejamento.

USINA DE TRATAMENTO (30 ton/dia x 11.000,00)	R\$ 330.000,00
TERRAPLENAGEM E PREPARAÇÃO PÁTIO	R\$ 50.000,00
INSTALAÇÃO DO MINI-COMPLEXO	R\$ 70.000,00
INCINERADOR PARA O LIXO DE ALTO RISCO	R\$ 30.000,00
TOTAL DE INVESTIMENTO	R\$ 480.000,00

O tempo de implantação de uma usina com estas especificações é de aproximadamente, 6 meses, e exige uma área de, no mínimo, 5 ha.

USINA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS . CIDADE DE 05 A 50 MIL HABITANTES



Fonte: Lixo Municipal - Manual de gerenciamento integrado -IPT

Fig. 12

7 - CUSTO E RECEITA DA OPERAÇÃO DO MINI-COMPLEXO

Para operar o sistema como um todo, o Mini-Complexo necessita empregar 26 pessoas, a custo mensal de R\$ 5.840,00, encargos sociais de R\$ 4.672,00, fornecimento de alimentação

aos empregados de R\$ 3.500,00 mensal e aquisição de equipamentos de proteção para reposição de R\$ 1.500,00 por mês. Essas despesas totalizam R\$ 17.512,00, considerando os custos de transporte para os centros de comercialização de R\$ 2.000,00, de acordo com o demonstrativo abaixo:

Quadro da Receita de Operação do Mini-Complexo	
PESSOAL + 50% de periculosidade e insalubridade	R\$ 5.840,00
01 ADMINISTRADOR	R\$ 800,00
01 VIGIA	R\$ 240,00
10 RECICLADORES	R\$ 2.000,00
05 COMPOSTADORES	R\$ 1.000,00
03 ACONDICIONADOR DOS RECICLADOS	R\$ 600,00
02 INCINERADOR	R\$ 400,00
04 ATERRADORES	R\$ 800,00
ENCARGOS SOCIAIS 80%	R\$ 4.672,00
ALIMENTAÇÃO MENSAL	R\$ 3.500,00
REPOSIÇÃO DE MATERIAL DE PROTEÇÃO MENSAL	R\$ 1.500,00
FRETE BRAGANÇA/BELÉM	R\$ 2.000,00
TOTAL	R\$ 17.512,00

Para amenizar os custos operacionais do Mini-Complexo os produtos da reciclagem (Tab. 04) podem ser comercializados e o adubo orgânico utilizado em hortas comunitárias e/ou

doado aos pequenos agricultores da região. Os municípios de Viçosa e Coimbra, no Estado de Minas Gerais, são exemplos deste “Sistema de Tratamento de Lixo”

COMPONENTES PUTRESCÍVEIS, RECICLÁVEIS E REJEITÁVEIS DO LIXO URBANO DA CIDADE DE BRAGANÇA

COMPONENTES	PUTRESCÍVEL (kg)	ADUBO ORGÂNICO (kg)	RECICLÁVEL (Kg)	REJEITOS DA LIMPEZA URBANA (Kg)
BORRACHA			219	
COURO				
MADEIRA			365	
MAT. ORGÂNICA	13.757	10.730		
METAIS. FERROSOS			329	
METAIS N/FERROSOS			256	
PAPEL			439	
PAPELÃO			475	
PLÁSTICO DURO			439	
PLÁSTICO MOLE			475	
TRAPOS			292	
VIDRO			365	
DIVERSOS				1.456,8
TOTAIS	13.757	10.730	3.654	11.249

Tab. 04

8 - VANTAGENS DO MINI-COMPLEXO

1 - Melhoria das condições da saúde pública, com a eliminação dos ciclos evolutivos das doenças relacionadas com o lixo;

2 - Redução da área reservada ao lixo;

3 - Incentivos à participação comunitária e ao resgate da cidadania, além da geração de novos empregos;

4 - Melhoria nas condições de vida de catadores, dando-lhes um trabalho digno, com vestimentas e alimentação adequadas e atendendo-os com os benefícios da Previdência Social e os direitos de um trabalhador assalariado;

5 - Proteção ao meio ambiente, pois cada tonelada de papel reciclado são poupadas do corte, no mínimo, 50 árvores do tipo acácia ou eucalipto, com cinco anos de crescimento;

6 - Eliminação do mau cheiro, quando o tratamento é perfeito, evitando o aparecimento de chorume;

7- Melhoria da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e dos solos e conseqüente aumento da produtividade agrícola, fator decisivo no combate a desnutrição;

8 - Evita que seres humanos se alimentem com o lixo diretamente, em condições sub-humanas;

9 - Diminuição do número de vetores tais como ratos, moscas, baratas e mosquitos portadores e transmissores de diversos tipos de doenças;

10 - Aumento na eficiência da limpeza urbana e na coleta do lixo; e

11 - Retorno do lixo, após tratamento, às prateleiras, pois deve ser encarado como uma mercadoria a ser vendida.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 – ACKERMANN, F. L. Esboço para a geologia entre as cidades de Belém – Rio Gurupi e Atlântico – Rio Guamá, Belém: 1969. 83p.
- 2 – ARAÚJO, Viana. Levantamento de Reconhecimento de Solo e Aptidão Agrícola das Terras do Município de Santarém. Belém. CPRM/PRIMAZ, 1996. 80 p. il.
- 3 - CIMASA. Usina de compostagem e reciclagem de lixo. Santa Cruz do Sul-RS: [s.d.] 21p.
- 4 – COSTA, J. L. da – Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil... Programa Grande Carajás, Castanhal. Folha SA.23-V-C Estado do Pará; texto explicativo. Brasília: DNPM/CPRM, (no prelo)
- 5 – COSTA, E. J. S. Geologia e Favorabilidade para Tipos de Jazimentos, Município de Bragança. Belém: CPRM/PRIMAZ, 1997.
- 6 – DIOGO, J. J. Bragança...Fatos históricos. Bragança – PA: Prefeitura Municipal de Bragança, 19? 21p. il.
- 7 – DIOGO, J. J. Plano de redirecionamento da atividade agropecuária do Município de Bragança. Bragança – PA: Prefeitura Municipal de Bragança, 1997.
- 8 - JARDIM, N.S. et al. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado, São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995.
- 9 - LIMA, E. P. et al. Modelo de um aterro sanitário para disposição final dos resíduos sólidos na cidade de Castanhal e o estudo de impacto ambiental. Belém: UFPa/NUMA, 1993. 74p. il.
- 10 - LIMA, L. M. Q. Tratamento de Lixo no Brasil. Curitiba: [S N T] 1983.
- 11 – PASTANA, J. M. do N. – Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil...Programa Grande Carajás, Turiaçu/Pinheiro. Folhas SA.23-V-D/SA.23-Y-B Estados do Pará e do Maranhão; Texto explicativo. Brasília DNPM/CPRM, 1995. 240p. il. Mapas.
- 12 – PLANO Municipal de Saúde. Programação e orçamentação da Secretaria Municipal de Saúde de Bragança...1997. Bragança – PA: Prefeitura Municipal de Bragança-Pa, 1997.