

FUNDAMENTOS BÁSICOS PARA EXPLOTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA BACIA DO TUCUNDUBA – BELÉM/PA, COMO BASE PARA UM MODELO DE DESENVOLVIMENTO AUTO-SUSTENTÁVEL.

Andrei Batista de Figueiredo¹; Milton Antonio da Silva Matta²; Fabíola Magalhães de Almeida³; Érika Regina França Dias⁴ & Francisco Ribeiro da Costa⁵

RESUMO - O presente trabalho mostra parte dos resultados de uma pesquisa que vem sendo realizada pelo Departamento de Geologia da Universidade Federal do Pará na Bacia Hidrográfica do Tucunduba, na região sudeste da cidade de Belém/PA.

São mostrados aqui aspectos físicos e ambientais da bacia, as condições climáticas e meteorológicas locais, as características geológicas e hidrogeológicas da área, além das condições socioeconômicas da população envolvida.

O principal objetivo é o de contribuir para futuras propostas de desenvolvimento auto-sustentável dessa importante bacia, garantindo a melhoria da qualidade de vida da população.

ABSTRACT - This paper presents part of the results of a project that has studied the Tucunduba Basin, in the southwest part of the Belém City, Pará State. This project has been carried on by a group of interdisciplinary researchers of the Geology Department of the Federal University of Pará.

Several aspects of the basin are showed here, including physical and environmental characteristics, climatic and meteorological conditions, geological and hydrogeological data, and socioeconomic characteristics of the population.

The main goal of this work is to contribute the future proposals related to the development of this important basin, preserving the life quality of the population.

Palavras chave: Bacia, Tucunduba, Sócio-econômica.

^{1, 2, 3, 4, 5} Universidade Federal do Pará – Centro de Geociências - Caixa Postal 1611 – 66075-110 - Belém/PA

INTRODUÇÃO

Localizada a sudeste da cidade de Belém/PA a Bacia Hidrográfica do Tucunduba possui uma área de 10,55 Km², e é considerada a quarta maior bacia hidrográfica de Belém (**Fig. 01**). Engloba três distritos administrativos (DAGUA – Guamá, DABEN – Belém e DAENT – Entroncamento).

Possui uma população de aproximadamente 161.499 habitantes, atingindo os bairros do Guamá (o de maior população), Universitário, Terra Firme, Canudos e Marco (**Anexo 01**).

O igarapé Tucunduba é o principal curso hídrico da bacia, com 3.600 metros de extensão (PMB, 2000 b) e é também o maior contribuinte para os alagamentos dos terrenos baixos localizados no bairro do Guamá.

Nos últimos anos os poderes públicos municipal e estadual vêm desenvolvendo projetos que visam melhorar a vida da população que reside na área da bacia, com projetos voltados principalmente a drenagem e a retificação do igarapé do Tucunduba e abertura de novas vias de acessos.

O presente trabalho tem como principal objetivo mostrar os resultados parciais de um estudo do desenvolvimento sustentável da bacia do Tucunduba. Nesse contexto, o abastecimento de água da população envolvida assume importância impar.

Esse trabalho faz parte das atividades do projeto “Recursos hídricos subterrâneos de Belém: bem mineral estratégico para o desenvolvimento econômico do Pará e para a melhoria da qualidade de vida da população”, financiado pelo Governo do Estado do Pará, através do FUNTEC/SECTAM/FADESP e coordenado pelo Departamento de Geologia da Universidade Federal do Pará.

Dentro dos principais objetivos do projeto se encontra o estabelecimento de propostas alternativas de abastecimento de água potável para comunidades específicas, através de poços tubulares que captam água subterrânea.

Nesse sentido, apresenta-se os fundamentos básicos que nortearão a elaboração de um projeto de abastecimento de água para a região, como parte de uma proposta maior que contemplará o desenvolvimento sustentável da bacia.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A metodologia que foi seguida para a realização deste estudo pode ser entendida através das seguintes atividades:

1 - Pesquisa bibliográfica: Esta fase inicial consistiu de um amplo levantamento e estudo da bibliografia, enfatizando trabalhos desenvolvidos na bacia do Tucunduba e áreas similares;

2 - Coleta de informações técnicas: Nesta fase foram feitos contatos com empresas do setor público e privado que haviam trabalhado na área, visando à obtenção de todas as informações pertinentes ao trabalho;

3- Trabalhos de campo: Esta fase constituiu de levantamentos de campo para coleta de dados. Essa coleta contemplou dados geológicos, hidrogeológicos e socioeconômicos;

4-Tratamento dos Dados: Esta etapa possibilitou a sistematização das informações adquiridas ao longo das fases anteriores, a análise de confiabilidade, da unificação de linguagem e nomenclaturas. As informações coletadas foram tabeladas e todos os dados foram plotados em base cartográfica apropriada;

5- Interpretações e Conclusões: Todo o material pesquisado foi interpretado dentro da busca das características hidrológicas e sócio-econômicas da população da área de estudo e as primeiras conclusões foram elaboradas.

ASPECTOS FÍSICOS E AMBIENTAIS DA BACIA

Um dos principais condicionantes no planejamento da gestão dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica é o aspecto físico e ambiental.

Relevo

A área da bacia do Tucunduba é caracterizada por baixas cotas topográficas, variando de (0a 25 metros). Esse relevo é constituído praticamente por uma topografia plana, que envolve o Pediplano Pliocênico, o qual está relacionado com o topo da Formação Barreiras (cota 10-25 m), o Pediplano Neo-Pleistocênico, que está relacionado aos terrenos da cobertura detrítica Pleistocênica (cota 5-15 m) e a Planície de Inundação, que envolve os principais cursos hídricos da bacia (cota < 5 m).

Elementos climáticos e meteorológicos

O clima da cidade de Belém, de acordo com a classificação de Koppen, varia entre AM e AW tropical úmido de floresta.

A região é muito chuvosa, com precipitação média anual em torno de 3.158,20 mm, com período de chuvas indo de dezembro a abril, enquanto que de agosto a outubro ocorre uma significativa diminuição na precipitação pluviométrica (**Tabela 01**).

O regime térmico é caracterizado por temperaturas elevadas em todos os períodos, resultando numa média anual de 27,1°C. A (**Tabela 02**) mostra os valores mensais e as médias anuais de temperatura, calculadas para uma série de 10 anos 1987 a 1996.

Estudos realizados por (OLIVEIRA, 1995), através da comparação de duas áreas com e sem urbanização, mostram que no ambiente sem arborização a temperatura é mais elevada que no

ambiente arborizado, em função da superfície exposta receber aquecimento direto através da radiação solar, em quanto que na superfície urbanizada ocorre uma certa diminuição considerável da radiação solar.

Com relação aos ventos, predominam os do quadrante NE, exceto nos meses de maio, junho e julho, quando sopram para SE (**Tabela 01**). A velocidade média mensal dos ventos é 4,82 m/s, notando-se que são mais fortes no verão do que no inverno. A pressão atmosférica mostra valores muito próximos em quase todos os meses (**Tabela 01**), exceto em maio e junho, cujas médias são de 913,96 atm, e 944,58 atm, respectivamente.

A umidade relativa do ar é muito alta, variando de 81,30 a 91,60, com uma média anual de 85,96 (**Tabela 01**).

Características da rede de drenagem da cidade de Belém

O município de Belém possui uma grande rede de drenagem, do tipo dentrítica, nas regiões sedimentares. Esta rede deságua na Baía do Guajará, a oeste da cidade e no rio Guamá, localizado ao sul da cidade.

A região continental de Belém possui 13 bacias hidrográficas, e contém cerca de um terço de suas áreas abaixo da cota de 5m. A densidade de drenagem é baixa, variando de 0,57 a 4,34km/km² (IDESP, 1979).

Tabela 01 - Dados meteorológicos de Belém - período de 1987 a 1996. Fonte: INMET/Belém.

MESES	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)	UMIDADE RELATIVA (%)	VENTO Velocidade (m/s)	EVAPOTAÇÃO (mm)	PRESSÃO (atm)
JANEIRO	390,6	88,90	4,14 NE	41,55	1011,11
FEVEREIRO	420,8	91,60	4,16 NE	34,30	1014,41
MARÇO	437,4	90,40	4,01 NE	37,31	1010,32
ABRIL	407,1	89,00	3,74 NE	36,91	1011,26
MAIO	291,1	87,11	3,83 SE	48,94	913,96
JUNHO	188,3	84,80	4,58 E	57,66	944,58
JULHO	188,3	85,10	4,77 SE	66,25	1012,94
AGOSTO	145,4	84,00	5,56 NE	98,33	1042,17
SETEMBRO	151,9	81,60	5,91 NE	73,57	1012,14
OUTUBRO	132,5	81,30	5,76 NE	69,69	1014,30
NOVEMBRO	167,6	82,70	5,89 NE	68,48	1014,35
DEZEMBRO	237,2	85,10	5,54 NE	57,27	1010,72
MÉDIA MENSAL	263,18	85,96	NE	55,02	1001,02

Tabela 02 - Dados climatológicos de Belém - período de 1987 a 1996. Fonte: INMET/Belém

Temperatura				
MESES	MÉDIA (°C)	MÉDIA DAS MÁXIMAS (°C)	MEDIA DAS MÍNIMAS (°C)	AMPLITUDE MÉDIA (°C)
JANEIRO	26,7	30,73	22,27	7,96
FEVEREIRO	26,7	30,22	22,98	7,24
MARÇO	26,7	30,29	23,03	7,26
ABRIL	27,1	30,75	23,31	7,44
MAIO	27,3	31,34	23,23	8,11
JUNHO	27,3	31,66	22,97	8,69
JULHO	26,9	31,34	22,40	8,94
AGOSTO	27,2	31,99	22,49	9,50
SETEMBRO	27,4	32,31	22,42	9,89
OUTUBRO	27,3	32,20	22,34	9,86
NOVEMBRO	27,5	32,21	22,80	9,41
DEZEMBRO	27,2	31,62	23,62	8,00
MÉDIA ANUAL	27,1	31,38	22,86	8,52

Estudos realizados nas bacias hidrográficas de Belém tem mostrado que a maioria possui problemas de drenagem, se caracterizando por apresentar cheias rápidas e danosas. Esses problemas estão relacionados a três características físicas das bacias: cotas altimétricas, fatores de forma (**Kf**) e coeficientes de compacidade (**Kc**), além de densidades de drenagem (**Dd**).

As cotas altimétricas muito baixas de Belém, em sua maioria abaixo dos 5m, torna-a vulnerável a alagamentos por marés altas.

O fator de forma, representando a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia e a densidade de drenagem, medida da relação entre o comprimento total do maior curso da água da bacia e sua área total, fornecem uma estimativa da eficiência da drenagem, variando inversamente com a extensão do escoamento superficial.

Características da rede de drenagem da Bacia do Tucunduba

A Bacia do Tucunduba é a quarta maior bacia de Belém (**Tabela 03**), e está localizada na parte sudeste da cidade. É composta por 13 canais, compondo cerca de 4.175 metros de extensão, dois quais 7.865 metros estão retificados.

O igarapé Tucunduba é o principal curso hídrico da bacia, com 3.600 metros de extensão (PMB, 2000 2b) além de ser também o maior contribuinte para o alagamento dos terrenos localizados na parte mais baixa do bairro do Guamá.

A Bacia do Tucunduba apresenta os seguintes parâmetros físicos (IDESP, 1979):

- Área com cota inferior a 5m 59 %
- Fator de forma (Kf) 0,53
- Fator de compacidade (Kc) 1,19
- Densidade de drenagem 0,99 km/km²

Aspectos geológicos da bacia do Tucunduba

Os diversos estudos realizados na área de Belém nas últimas décadas (GÓES & TRUCKENBRODT, 1980; ROSSET et al. 1989; IGREJA et al., 1990) mostram que o conjunto litoestratigráfico que compõe a bacia hidrográfica do Tucunduba é formado pela Formação Pirabas, Grupo Barreiras, Formação Pós-Barreiras e pelos sedimentos modernos (**Tabela 04**).

Formação Pirabas: As ocorrências dessa formação estão principalmente na Ilha de Fortaleza, município de Primavera (PA), mas ocorrem também ao longo da faixa da costa do estado do Pará, nas localidades de Salinópolis, Maracanã, São João de Pirabas, Curuçá e arredores da cidade de Capanema. A extensão lateral da unidade é de grande expressão, com gradação em direção à plataforma para os sedimentos da Formação Amapá e na direção da Ilha do Marajó para os sedimentos da Formação Marajó. (Schaller *et al.*, 1971 *in* Sauma Filho, *op. cit.*). Essa unidade é composta de calcários muito fossilíferos e margas, intercalados com folhelhos rítmicos e arenitos.

Tabela 03 -Bacias Urbanas do Município de Belém (IDESP, 1979).

Bacias Urbanas	Área (km ²)	Porcentagem
ANANI	8,71	5,25%
AURÁ	20,2	12,18%
CAJÉ	2,23	1,34%
ESTRADA NOVA	9,49	5,72%
MATA FOME	5,7	3,44%
MURUCUTÚ	34,69	20,91%
OUTEIRO	6,27	3,78%
PARACURI	14,68	8,85%
REDUTO	1,06	0,64%
TAMANDARÉ	2,2	1,33%
TUCUNDUBA	11,83	7,13%
UNA	38,03	22,92%
VAL - DE - CÃES	10,81	6,51%
ÁREA TOTAL DAS BACIAS	165,9	100%

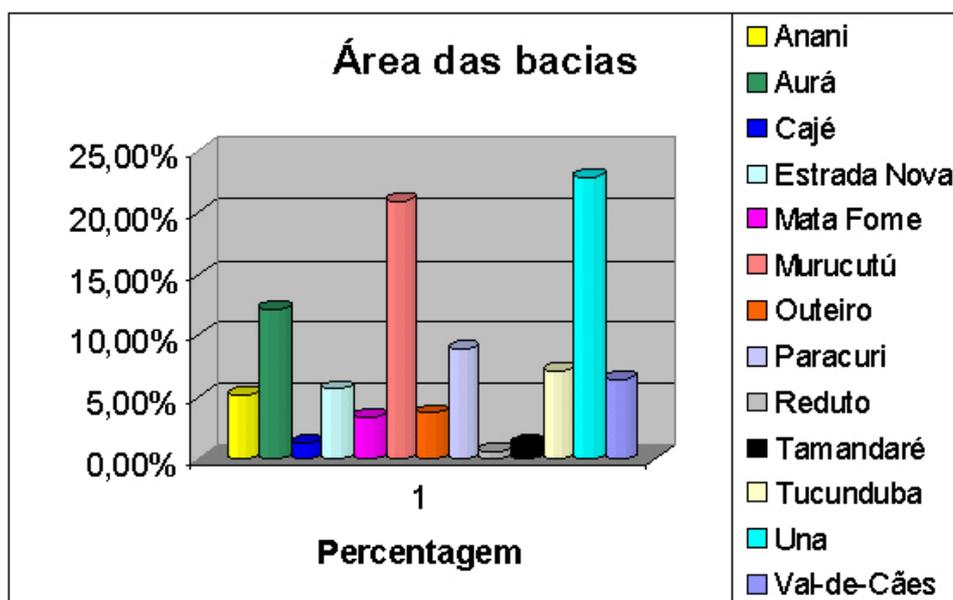


Figura 01 – Distribuição Areal das Bacias Urbanas do Município de Belém.

Grupo Barreiras: A ocorrência desse grupo é registrada na região do Salgado, Bragantina e nas adjacências da RMB.(ilha de Mosqueiro e Outeiro). Esta unidade apresenta, além de um sistema intercalado de areias e argilas, com geometria confusa, também conglomerados com cores variadas que estão laterizados, sob a forma de um perfil imaturo (Costa, 1991 in Sauma Filho 1996). O posicionamento das unidades litoestratigráficas que compõem este grupo é confirmado na descrição de poços tubulares na região de Belém. A ocorrência de ferro nas águas dos poços tubulares na região de Belém está diretamente associada ao Grupo Barreira.

Formação Pós-barreiras: Os sedimentos da Formação Pós-barreiras são areno-argilosos de granulometria grossa, amarelados e inconsolidados. Estão em discordância erosiva sobre o Grupo Barreiras, em um contato marcado por seixos rolados de arenito ferruginoso ou ainda fragmentos dos sedimentos Barreiras.

Sedimentos Modernos: São observados às margens dos igarapés e nas praias da região. São representados por clásticos do tipo areia, silte e argila. Também compõem a unidade os solos ricos em húmus, de coloração escura a amarronzada (Sá, 1969, in Sauma Filho).

Principais aquíferos da Bacia do Tucunduba

Através da análise de centenas de relatórios técnicos de perfuração de poços tubulares construídos no âmbito da bacia do Tucunduba, associado à pesquisa bibliográfica efetuada, foi possível se identificar a existência de três grandes sistemas de aquíferos na área (**Tabela 05**).

O Sistema Aquífero Pós-barreiras está relacionado às planícies aluviais e é composto por areias finas e médias, quartzosas, de origem continental, com espessuras médias de 10 metros, apesar de atingir, em certos locais, um pouco mais de 20 metros (PARÁ - SEICOM, 1995). Esse aquífero é o mais vulnerável a contaminação, devido a sua proximidade com a superfície e ausência de camadas confinantes. Suas vazões são inferiores a 20 m³/h.

O Sistema Aquífero Barreiras é formado por areias finas a médias, em alguns casos grosseiras, conglomeráticas, quartzosas e de origem continental (Pará - SEICOM, 1995). É o aquífero, mais explorado na região de Belém. A geometria de suas camadas aquífera é complexa, sendo caracterizada por uma alternância de camadas arenosas e argilosas, em padrões lenticulares e, em alguns casos, com fortes evidências de perturbações tectônicas. Suas profundidades chegam a 100m e fornece vazões de até 80 m³ /h. os altos teores de ferro de suas águas tem obrigado, em muitos casos, à construção de estações de desferrização, onerando essas captações.

Tabela 04 - Coluna estratigráfica da área da Bacia do Tucunduba.

ERA	PERIODO	ÉPOCA	UNIDADE	DESCRIÇÃO SUMÁRIA
<i>Cenozóico</i>	<i>Quaternário</i>	<i>Holoceno</i>	Sedimentos modernos	Areias de granulometria fina a média, marrons, intercaladas a argilas escuras, com restos vegetais, distribuídos nas orlas dos rios e igarapés.
		<i>Pleistoceno</i>	Pós-Barreiras	Sedimentos inconsolidados, areno-argilosos, finos a médios, com concreções ferruginosas.
	<i>Terciário</i>	<i>Mioceno-Plioceno</i>	Grupo Barreiras	Arenitos ferruginosos, areias finas a médias, siltosas e argilosas.
		<i>Oligo-Mioceno</i>	Formação Pirabas	Calcários muito fossilíferos e margas, intercalados com folhelhos rítmicos e arenitos calcíferos.

O Sistema Aquífero Pirabas é constituído por areias de granulação fina, média e grossa, com seixos arredondados de quartzo. Essas areias estão intercaladas com folhelhos, margas e argilitos. Esse aquífero está localizado a profundidades de até 300m. Fornece vazões de até 300 m³ /h. É um aquífero confinado, muito utilizado no abastecimento público e de indústrias, devido as suas elevadas vazões e boas qualidades físico-químicas, se destacando pH e teores de ferro dentro dos padrões para o consumo humano.

Tabela 05 - Principais características dos aquíferos da RMB, Fonte (Pará - SEICOM, 1995).

AQUÍFEROS	Relacionados ao Quaternário	Relacionados aos sedimentos Barreiras	Relacionados a Formação Pirabas
PROFUNDIDADE	Até 20m	Máxima de 100m	Pelo menos até 300m
CONSTITUIÇÃO	Níveis arenosos de granulometria fina a média, quartzosos, de origem continental.	Areias de granulometria variando de fina média, por vezes grossa, conglomeráticas, quartzosas, de origem continental.	Areias de granulometria fina, média e grossa, com seixos arredondados a subarredondados de quartzo. Estão intercalados a calcários fossilíferos, argilas, folhelhos, margas e argilitos.
VAZÃO	Menores que 20 m ³ /h	Em torno de 80 m ³ /h	Até 300 m ³ /h
OBSERVAÇÃO	Estão sujeitos a contaminação por serem livres e possuírem uma pequena continuidade lateral	São os mais explotados na RMB. Suas águas possuem elevados teores de ferro com distribuição irregular, cuja origem se dá pela imigração da superfície. Isso implica na necessidade de tratamento por aeração e filtragem.	Em geral são usados para abastecimento publico ou por industrias. Possuem grande extensão lateral e boa espessuras, o pH e os teores de ferro estão dentro dos padrões para o consumo humano.

Abastecimento de água

Das vezes cruzam áreas de água estagnada e lixo em baixo destas, sendo bastante comum a prática de perfurações da rede de abastecimento, devido aos problemas de baixa pressão. Estes fatores facilitam a infiltração de água contaminada nas tubulações, comprometendo assim a qualidade da água captada pelas residências.

Praticamente não existem poços escavados (Amazonas) ou mesmo cisternas, pois o perfil geológico nas áreas do Riacho Doce e Pantanal não permite, devido à espessura da camada superior de argila, que alcança cerca de 15 metros de profundidade.

Os dados do programa Família Saudável 2001 apontam que 89,21% dos domicílios são atendidos pela rede pública de abastecimento de água; 8,61% utiliza poço ou nascente; e 2,18% outras formas de captação de água.

LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA

Em uma pesquisa realizada junto à população residente às margens do igarapé Tucunduba, realizada pelos técnicos da SESAN e coordenada por Voyner Cañete (1998), foi possível identificar situação sócio-econômica das famílias residentes nesta área da bacia, procurando correlacionar “família x moradia”, como um importante indicador das condições socioeconômicas da população para basear propostas de desenvolvimento auto-sustentável.

A pesquisa foi realizada com a utilização de formulários próprios, onde estão contidas as informações básicas como: nome, idade, endereço, proveniência, estado civil, constituição da família, número de moradores, renda familiar, grau de escolaridade, tipo de imóvel, quantidade de compartimentos, tipo de esgoto sanitário, abastecimento de água, energia elétrica entre outros.

Entre os múltiplos aspectos cobertos pela pesquisa e as dezenas de gráficos que gerou, destacam-se aqui apenas alguns fatores de relevância para os objetivos do trabalho:

- quase 50% das famílias da área conseguiram o espaço através da concessão do dono **(Fig. 02)**;
- há um total de 53,3% de famílias que usam a mesma cozinha para preparar seus alimentos **(Fig. 03)**;
- a população da área possui 31% de crianças (0 a 13 anos) e 26% entre crianças, adolescentes e jovens (11 a 20 anos), isso indica que essa população é muito jovem, recaindo sobre os adultos, a menor parte do total, a responsabilidade pela busca de meios para a reprodução social do grupo **(Fig. 04)**;
- 28% dessa população possui uma atividade econômica com renda mensal estável (Serviço Público, Serviço Privado, Autônomo e Aposentado), enquanto que 22% dessa população encontra-se desempregada **(Fig. 05)** agravando ainda mais a situação do quadro de pobreza em que se encontra a população dessa área;
- menos de 37% da população na idade escolar está, efetivamente estudando. Destes, quase 75% está no primeiro grau e somente 0,2% cursa o ensino superior **(Tabela 06)**;
- em termos de moradia, 91,5% das casas estão construídas sobre terreno alagado e somente 8,5% em terreno seco **(Tabela 07)**;
- 95% das casas são construídas de madeira e somente 5% são de alvenaria **(Tabela 08)**;
- somente 3% da população tem coleta de lixo e 3,4% possuem fossa séptica **(Tabela 09)**.

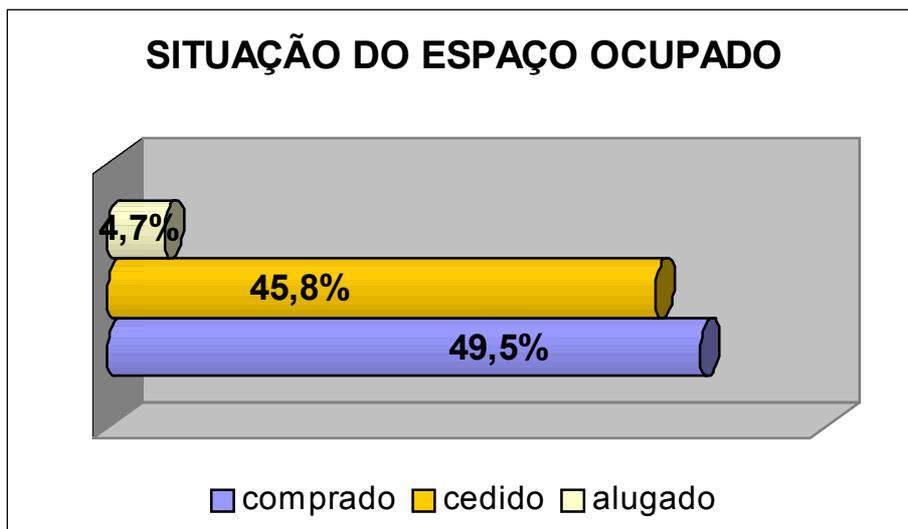


Figura 02 - Situação do espaço ocupado. (Cañete, 1998)

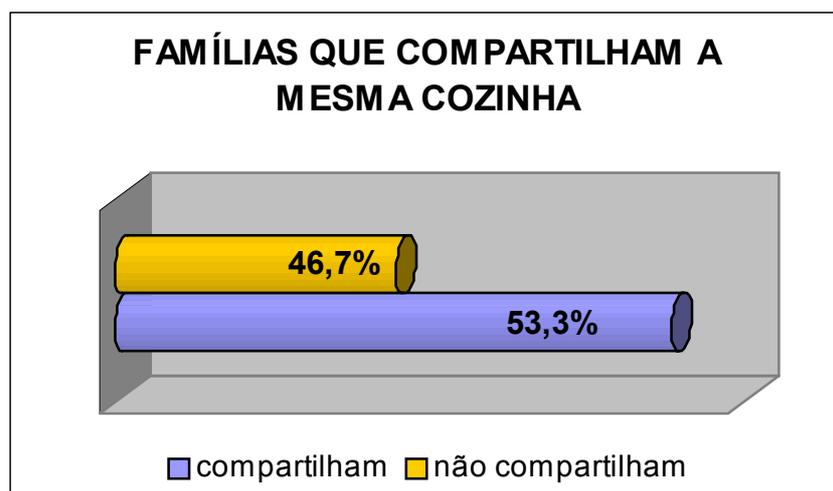


Figura 03 - Famílias que compartilham a mesma cozinha. (Cañete, 1998)

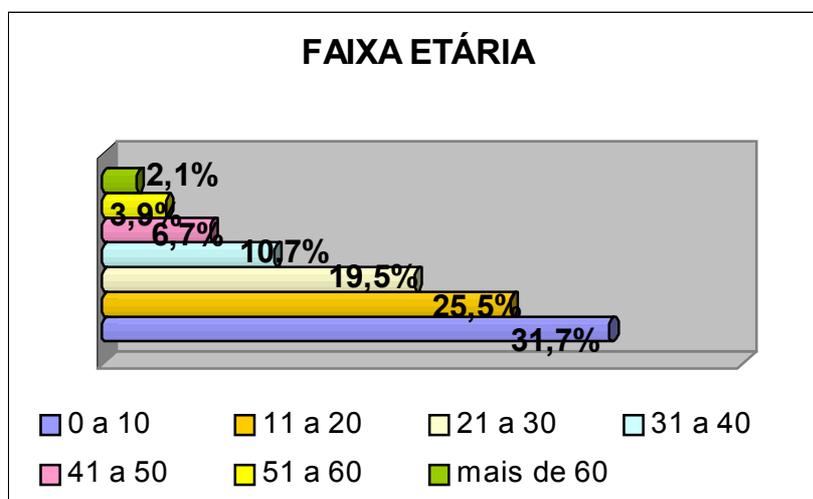


Figura 04 – Distribuição das faixas etárias. (Cañete, 1998)

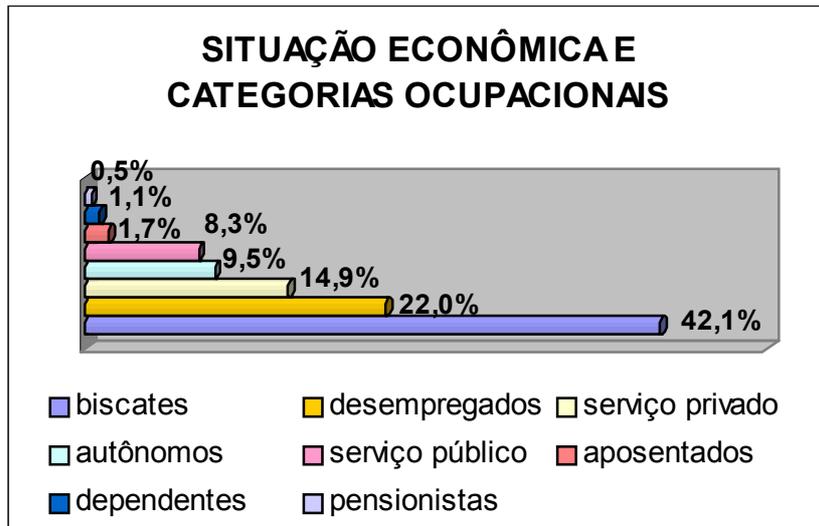


Figura 05 - Situação econômica e categorias ocupacionais. (Cañete, 1998)

Tabela 06 - Divisão estudantes e não estudantes, Fonte: Cañete (1998).

Residentes	Estudantes	Não estudantes	TOTAL		
Valor absoluto	484	830	1314		
Valor relativo	36,8%	63,2%	100%		
ESTUDANTES	pré-escola	1º grau	2º grau	universidade	TOTAL
Valor absoluto	94	362	27	1	484
Valor relativo	19,4%	74,8%	5,6%	0,2%	100%

Tabela 07 - Condição do terreno. Fonte: Cañete (1998).

Condição do terreno	Seco	Alagado	TOTAL
Valor absoluto	20	214	234
Valor relativo	8,5%	91,5%	100%

Tabela 08 - Tipo de construção. Fonte: Cañete (1998).

Tipo	Alvenaria	Madeira	Barro	Palha	TOTAL
Valor absoluto	7	227	0	0	234
Valor relativo	3,0%	97,0%	0,0%	0,0%	100%

PESQUISA SÓCIO-AMBIENTAL

Com o objetivo de contribuir para a melhor caracterização das condições socioeconômicas da bacia do Tucunduba, realizou-se uma pesquisa sócio-ambiental na área.

Utilizou-se um questionário que foi respondido por um conjunto da população, escolhido segundo critérios estatísticos e foi realizada em duas etapas, a primeira contemplou a área de invasão denominada de Riacho Doce e a segunda etapa foi desenvolvida com os moradores da área de invasão denominada de Pantanal.

Tabela 09 - Infra-estrutura existente na área. Fonte: Cañete (1998).

Infra-estrutura	Valor absoluto	Valor relativo
Luz	226	96,6%
Água	218	93,1%
Coleta de lixo	7	3,0%
Fossa	8	3,4%
Poço	0	0,0%
Pavimentação	1	0,4%
Iluminação Pública	158	67,5%
Escola	171	73,7%
Feira	137	58,8%
PM box	44	18,8%
Posto médico	55	23,5%
Estiva	108	46,2%
Praça	11	4,7%
Telefone público	147	62,8%
Transporte	106	45,3%

Em ambas as áreas foram entrevistadas trinta pessoas, sendo que dessas trinta, 20 eram adultos e 10 eram crianças, na faixa de 7 a 14 anos.

Nas entrevistas, foram levantados aspectos tais como: doenças veiculadas pela água do igarapé Tucunduba, utilização da água do igarapé pelos moradores da área, procedência da água consumida pelos moradores, poluição causada pelo lixo, existência de vida no igarapé, a importância de se preservar o igarapé Tucunduba e infraestrutura para uma melhor condição de vida.

Parte desses resultados são apresentados aqui e permitem as seguintes considerações:

- as doenças mais abundantes na população são as de veiculação hídrica como doenças da pele, doenças gastrintestinais, dengue e vermes (**Fig. 06**);
- posto médico (30%), rede de esgoto (15%) e asfalto (13,33%) estão entre os serviços infraestruturais que à população mais anseia em ter (**Fig. 07**);
- a principal utilização das águas do igarapé do Tucunduba está sendo para recreação (63,34%), ficando todas as outras abaixo de 17% (**Fig. 08**);

- a quase totalidade da população da bacia (98,34%) se abastece com água da COSANPA (Fig. 09).

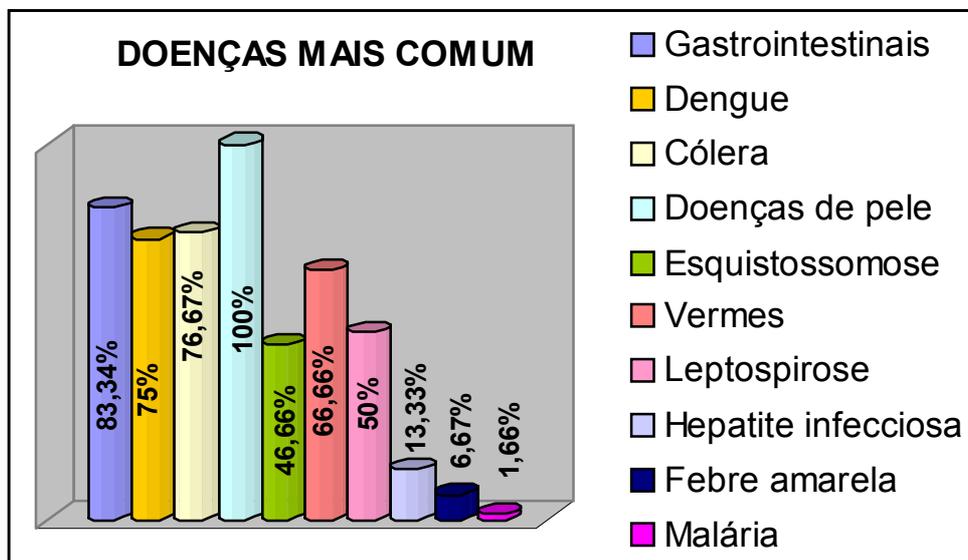


Figura 06 - Percentagem de doenças encontradas na população estudada.

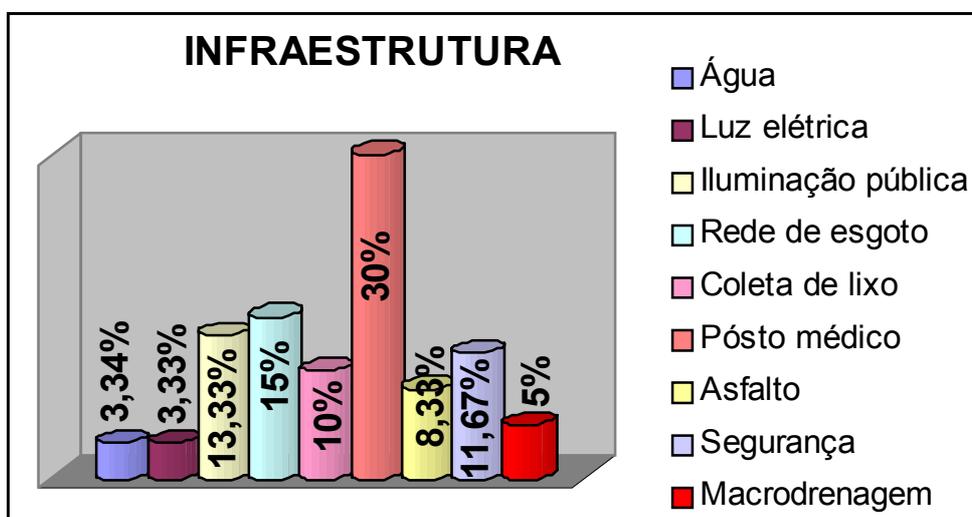


Figura 07 - Valores absolutos dos serviços desejados pela população.

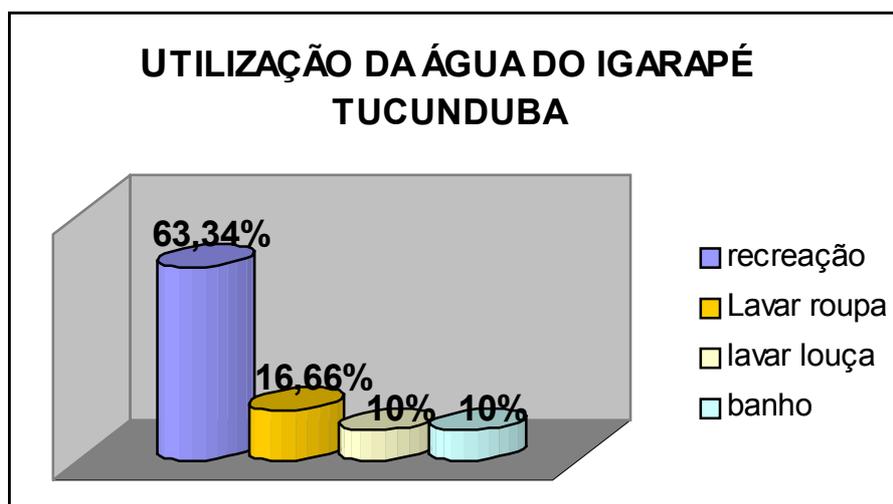


Figura 08 - Principias atividades que utilizam a água do igarapé Tucunduba.

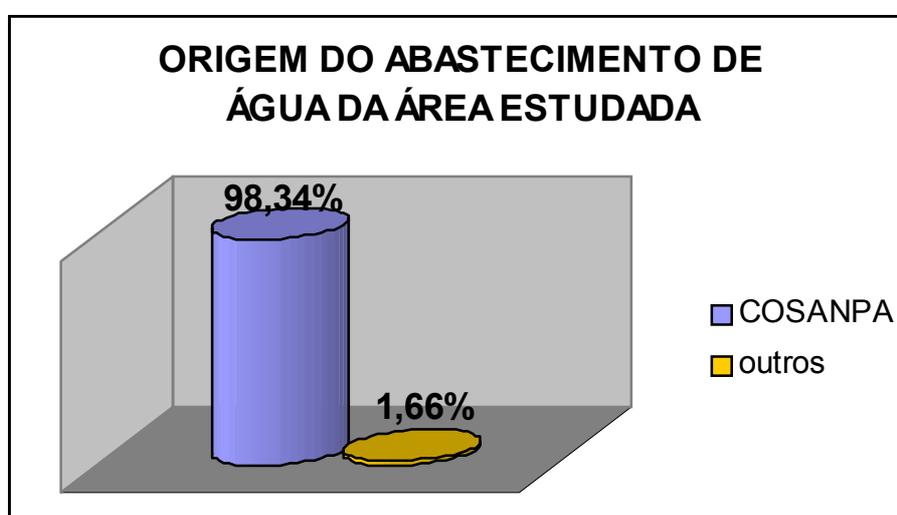


Figura 09- Origem da água que abastece a área estudada.

CONCLUSÕES

Os dados aqui expostos e discutidos possibilitaram um conjunto de elementos que deverão, em futuro próximo, servir de base para o desenvolvimento de uma proposta de desenvolvimento sustentável para a bacia do Tucunduba que vise o desenvolvimento socioeconômico da área com melhoria da qualidade de vida da população.

Constatou-se, através das pesquisas realizadas, os principais elementos para compor a matriz do desenvolvimento da área em termos de:

- situação geográfica
- características climáticas e meteorológicas
- condições de relevo
- características da drenagem
- aspectos geológicos locais

- aspectos dos sistemas aquíferos da área
- situação socioeconômica e ambiental

Com certeza deu-se um salto importante no sentido de se conhecer os elementos fundamentais para que os tomadores de decisão dos poderes públicos estadual e municipal possam embasar propostas de desenvolvimento sustentável para a área.

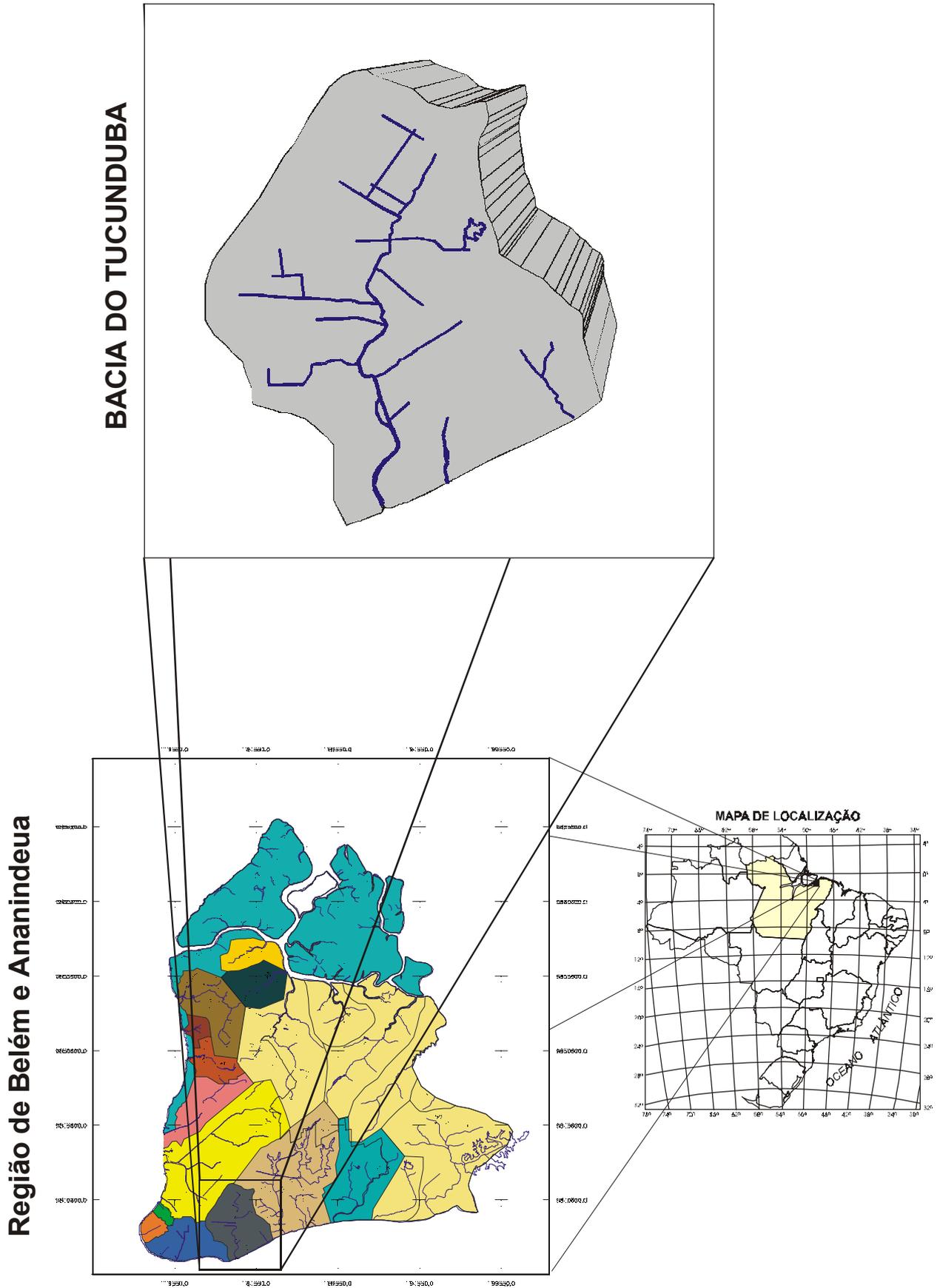
Agradecemos à Universidade Federal do Pará, através do Departamento de Geologia-CG que tornou possível a realização desse trabalho e do programa PROINT que o financiou.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANDÃO FILHO, E. de O**, 1983- Contribuição ao Estudo Hidrogeológico da Região Metropolitana de Belém/PA. TCC. Universidade Federal do Pará-CG. DGL. 29p.
- CODEM** – 1975. Plano de desenvolvimento da Grande Belém: metodologia, estudos básicos, prognósticos, desenvolvimento e sistema. Belém, DNPM-CPRM. V.1.
- COSTA, M. M**, 1985 - Contribuição ao Estudo Hidrogeológico da Região de Barcarena através da construção de um poço tubular. TCC. Universidade Federal do Pará-CG. DGL. 56p.
- GÓES, A. M.; & TRUNCKENBRODT, W.** 1980. Caracterização faciológica e interpretação ambiental dos sedimentos Barreiras na Região Bragantina, nordeste do Pará. In: CONG. BRAS. GEO., 31. Camboriú, 1980, SBG., vol. 2, p. 766-771.
- IDESP**, 1979. Instituto do Desenvolvimento Econômico-Social do Pará. Sistema Estadual de Planejamento. Polomazônia, EMBRAPA/IDESP. Levantamento de Solos do pólo Marajó. Belém (PA).
- INMET**, 1996. Normal Climatológica (1987 a 1996) – Brasília – DF.
- MATTA, M. A. da S.**; 2000. Águas Superficiais e Subterrâneas da Bacia Tocantins-Araguaia como Subsídio para um Estudo de Impacto Ambiental. Anais do I Cong. Mundial Integ. De Águas Subterrâneas. Fortaleza. CD.
- MATTA, M. A. da S**; Cabral, N. M. T.; TAGLIARINI, E. M. 2000. Fundamentos Para Uso e Proteção das Águas Superficiais e Subterrâneas da Região Leste de Belém/PA. Anais do I Cong. Mundial Integ. De Águas Subterrâneas. Fortaleza. CD.
- MATTA, A. da S.**, Costa, F. R. da Moraes, M. C. da S. Águas Superficiais e Subterrâneas da Região Oeste da Cidade de Belém/Pa. I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas. Fortaleza-Ce, período 31 a 04 de agosto de 2000.
- MATTA, M. A. da S**; MORAES, M.C.; COSTA, F.R. da. Qualidade das Águas da Região do Canal da Hidrovia do Marajó. Submetido à Revista Brasileira de Geologia. SBG

- MORAES, M. C. da S.** Avaliação do Regime de Precipitação na Região de Belém (RMB) e sua Relação com a Hidrologia Subterrânea. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)/CG/DMET/UFGA. 1999. p.45
- MORAES, M. C. da S., Matta, A. da S., Moraes, J. C., Costa, F.** Relação Entre Precipitação Pluviométrica e Água Subterrânea no Setor Nordeste da Cidade de Belém/Pa. Um estudo de Caso. XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro, outubro 2000.
- MUTÓ, J** 1997- Caracterização Geométrica das camadas Aquíferas da Região Metropolitana de Belém - Bairro de Nazaré. Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências, 69p. TCC.
- OLIVEIRA, de M.C.F; ROCHA, da E.J.P; RIBEIRO, J. B. M. e MOTA, . V.** – 1995. Estudo das Alterações Meteorológicas Associadas á Urbanização de Belém – Pará; IX CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA – Campina Grande – PB; pág. 117 a 119.
- NASCIMENTO, M. H. O** - 1999 Caracterização da Geometria das Camadas Aquíferas do Bairro de Val-de-Cães como base para uma proposta de abastecimento de Água Subterrânea para o Bairro. TCC. Universidade Federal do Pará. CG. DGL. 56p.
- REBOUÇAS, A. C.** – 1994 – Fundamentos de Gestão de Aquíferos. Curso Pré-Congresso – 2º Congresso Latino-Americano de Hidrologia Subterrânea. ALSUD. Santiago/Chile. 35 p.
- ROSSETI, D. de F.; GÓES, A. M.; & TRUNCKENBRODT, W.** 1989. A influência marinha nos sedimentos barreiras. Mus. Par. Emílio Goeld, Belém, v.2 , p. 17 a 29. Série Ciências da Terra.
- SOUTO, F. A. F.** - 1997- Projeto de Abastecimento de Água para a Região de Invasão, “Riacho Doce” - Belém/PA. Universidade Federal do Pará. CG. TCC. 47p.
- SOUZA, C. W. F,** 1993- Correlação de Perfis Geofísicos de poços da Área de Belém. TCC. Universidade Federal do Pará. CG. DGL. 35p.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO TUCUNDUBA



Anexo 01 – Área de Localização da Bacia do Tucunduba.