



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**CENTRO DE GEOCIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**“Estudo Geológico e Geoquímico das Águas Térmicas  
de Monte Alegre, Pará.”**

**CONSULTA**

**Autora: Érica Cristina Acácio Viana**

**Orientador: Prof. Doutor Mário Vicente Caputo**

**TC01031-01**  
**MFN-7961**  
**CONSULTA**

TC010054  
CONSUL  
MFN-7961

MAI/2002

Parecer

Parecer sobre o TCC da aluna  
Érica Cristina Acião Viana que  
versa sobre "estudo geológico e  
geoquímico das águas térmicas  
de Monte Alegre, Pará" informo que  
o trabalho está bem elaborado e  
apresenta ideias originais que poderão  
ser aproveitadas por outros pesquisadores  
que trabalhem na região. Assim  
sendo, atribuo um grau excelente  
ao interessante trabalho ora realizado

Belém, 10 de maio de 2002

Mário Vicente Caputo, Ph.D.  
Professor de Geologia

*À minha amada mãe, por me ter proporcionado a felicidade  
da sua dedicação e companhia, todo o seu infinito amor.*

## AGRADECIMENTOS

Desejo expressar aqui meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram para a execução deste trabalho, em particular:

- ❖ A Deus.
- ❖ Aos meus pais, Emerentina Viana e Benedito Viana que nunca mediram esforços para realizar nosso sonho.
- ❖ A Matheus, meu amado sobrinho, pelo seu sorriso.
- ❖ À minha tia Luzia (Filó) pelo seu grande apoio, sem o qual tudo seria mais difícil.
- ❖ Ao meu querido Fhabio pelos momentos de carinho, compreensão e, sobretudo, companheirismo.
- ❖ Ao meu orientador Prof. Dr. Mário Vicente Caputo, pela valiosa ajuda e compreensão no decorrer do trabalho, pela sua experiência profissional e de vida.
- ❖ Aos professores doutores José Augusto e Fernando Pina de Assis pelas preciosas informações.
- ❖ A Leonardo Montalvão pela sua grande ajuda no campo e na aquisição de dados bibliográficos.
- ❖ À Daniele, Jairi e Neuci e a meu primo Nana, pela disponibilidade em ajudar.
- ❖ Ao químico Alcindo Rodrigues, à Rose Brabo, Rejane Pyle, Leila e Jaílson pelo auxílio e apoio.
- ❖ A todos os companheiros de turma, em especial àqueles que entendem o verdadeiro sentido da palavra coleguismo.
- ❖ À Prefeitura Municipal de Monte Alegre, pelo apoio técnico e incentivo ao trabalho.
- ❖ À Universidade Federal do Pará, que através do Centro de Geociências e do Laboratório de Hidroquímica, colaborou para a execução do estudo.
- ❖ Ao Programa BIA/PROINT/UFPA pela concessão de bolsa de Iniciação Científica.

## SUMÁRIO

- DEDICATÓRIA	i
- AGRADECIMENTOS	ii
- LISTA DE FIGURAS	v
- RESUMO	vi
<b>1- INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1- Objetivos	1
1.2- Localização e Acesso	1
1.3- Aspectos fisiográficos	3
1.3.1- Clima	3
1.3.2- Vegetação	3
1.3.3- Solos	3
1.3.4- Relevo	3
1.3.5- Hidrografia	4
<b>2- ASPECTOS SÓCIO- ECONÔMICOS</b>	<b>4</b>
<b>3- METODOLOGIA</b>	<b>5</b>
3.1- Fase pré- campo	5
3.2- Fase de campo	5
3.3- Fase pós- campo	6
<b>4- EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOLÓGICOS</b>	<b>7</b>
<b>5- ESTRATIGRAFIA E GEOLOGIA DA BACIA DO AMAZONAS</b>	<b>10</b>
<b>GRUPO TROMBETAS</b>	<b>13</b>
Formação Autás- Mirim	13
Formação Nhamundá	13
Formação Pitinga	13
Formação Manacapuru	14
<b>GRUPO URUPADI</b>	<b>14</b>
Formação Maecuru	14
- Membro Jatapu	14
- Membro Lontra	15
Formação Ererê	15

<b>GRUPO CURUÁ</b>	<b>15</b>
<b>Formação Barreirinha</b>	<b>16</b>
<b>Formação Curiri</b>	<b>16</b>
<b>Formação Oriximiná</b>	<b>16</b>
<b>FORMAÇÃO FARO</b>	<b>17</b>
<b>FORMAÇÃO MONTE ALEGRE</b>	<b>18</b>
<b>FORMAÇÃO ITAITUBA</b>	<b>18</b>
<b>FORMAÇÃO NOVA OLINDA</b>	<b>19</b>
<b>FORMAÇÃO ANDIRÁ</b>	<b>20</b>
<b>FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO</b>	<b>22</b>
<b>DIABÁSIO PENATECAUA</b>	<b>24</b>
<b>ALUVIÕES</b>	<b>24</b>
<b>6- GEOLOGIA LOCAL</b>	<b>26</b>
<b>6.1- Formação Ererê (Devoniano Médio)</b>	<b>27</b>
<b>6.2- Grupo Curuá (Devoniano Superior)</b>	<b>28</b>
<b>6.3- Formação Faro (Carbonífero Inferior)</b>	<b>30</b>
<b>6.4- Formação Monte Alegre (Carbonífero Superior)</b>	<b>31</b>
<b>6.5- Formação Itaituba (Permo- Carbonífero)</b>	<b>32</b>
<b>6.6- Diabásio Penatecaua (Juro- Cretáceo)</b>	<b>32</b>
<b>6.7- Formação Alter do Chão (Cretáceo- Terciário)</b>	<b>33</b>
<b>6.8- Aluviões (Quaternário)</b>	<b>33</b>
<b>7- ORIGEM DO DOMO DE MONTE ALEGRE</b>	<b>36</b>
<b>7.1- Relação entre os falhamentos no Domo de Monte Alegre e as fontes     termais</b>	<b>37</b>
<b>8- HIDROGEOLOGIA</b>	<b>41</b>
<b>8.1- Fontes Termiais</b>	<b>41</b>
<b>8.1.1- Aspectos geológicos</b>	<b>41</b>
<b>8.1.2- Estudos Anteriores</b>	<b>42</b>
<b>8.1.3- Identificação das Fontes</b>	<b>45</b>
<b>8.1.4- Fontes do Menino Deus</b>	<b>50</b>
<b>8.1.5- Vazão das Fontes do Menino Deus</b>	<b>53</b>
<b>9- CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>54</b>
<b>10- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>55</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Mapa de localização	<b>2</b>
<b>Figura 2-</b> Mapa de localização da Bacia do Amazonas	<b>12</b>
<b>Figura 3-</b> Arcabouço estrutural da Bacia do Amazonas	<b>13</b>
<b>Figura 4-</b> Carta Estratigráfica da Bacia do Amazonas	<b>25</b>
<b>Figura 5-</b> Relevo na forma de <i>hogbacks</i>	<b>26</b>
<b>Figura 6-</b> Disposição dos vales em V	<b>27</b>
<b>Figura 7-</b> Afloramento da Formação Ererê ocorrendo como lajedo	<b>28</b>
<b>Figura 8-</b> Fraturas com direções N-S e NW- SE (Formação Curiri)	<b>29</b>
<b>Figura 9-</b> Disposição dos acamamentos da Formação Oriximiná	<b>30</b>
<b>Figura 10-</b> Fraturas com direção N-S nos arenitos da Formação Faro	<b>31</b>
<b>Figura 11-</b> <i>Bounders</i> de diabásio no leito do Igarapé- Açú	<b>33</b>
<b>Figura 12-</b> Mapa do domo de Monte Alegre	<b>34</b>
<b>Figura 13-</b> Coluna Estratigráfica Local	<b>35</b>
<b>Figura 14-</b> Deslocamento de placas sobre <i>hot spots</i> ao longo de milhões de anos	<b>38 e 39</b>
<b>Figura 15-</b> Sondagem nº 84	<b>40</b>
<b>Figura 16-</b> Classificação de bacias de acordo com as condições hidrodinâmicas	<b>41</b>
<b>Figura 17-</b> Aspectos da infraestrutura desenvolvida em Caldas Novas- GO	<b>47</b>
<b>Figura 18-</b> Localização das fontes termais da região de Monte Alegre- PA	<b>49</b>
<b>Figura 19-</b> Aspectos da infraestrutura existente nas fontes termais do Menino Deus	<b>51</b>

## RESUMO

A região de Monte Alegre, situada na porção noroeste do estado do Pará, tem sido estudada geologicamente há muito tempo devido à presença de importantes estruturas geológicas e de recursos de baixa entalpia como as fontes termais. Além destas podemos citar os estudos espeleológicos na região, pois em certas cavernas verificam-se pinturas rupestres, bem como os estudos correspondentes à radiatividade em folhelhos da área.

O presente estudo consiste em reconhecimento geológico da área e, num caráter informativo, complementar os dados referentes às propriedades físico- químicas das águas termais do Menino Deus. Propõe-se também uma nova abordagem para a origem do domo de Monte Alegre, bem como a determinação das zonas de recarga da água geotermal.

## **1- INTRODUÇÃO**

O estudo aqui apresentado intitulado “Estudo geológico e geoquímico das águas térmicas de Monte Alegre- PA” constitui o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), requisito para obtenção do grau de Bacharel em Geologia pela Universidade Federal do Pará. Nele constam informações sobre aspectos gerais da geologia do município de Monte Alegre, na bacia do Amazonas, tendo sido realizada viagem no período de 22/07 a 27/07 de 2001. Além disso, são apresentados resultados de análises físico-químicas incipientes de algumas fontes termais da região.

### **1.1- Objetivos**

O objetivo deste trabalho, de caráter preliminar, é determinar as zonas de recarga da água geotermal de Monte Alegre e interpretar as condições geológicas que criaram a anomalia térmica bem como estimar seu potencial para possível exploração econômica. Para tanto, é necessário discutir a própria origem do Domo de Monte Alegre. Posteriormente, poderá ocorrer uma pesquisa mais aprofundada, envolvendo recursos financeiros de maior vulto, pois serão necessários estudos geofísicos mais sofisticados e sondagens para uma melhor quantificação do reservatório geotermal. Neste caso, os estudos passam a ser multidisciplinares.

### **1.2- Localização e Acesso**

O município de Monte Alegre está localizado na porção noroeste do Estado do Pará, na região do Médio- Amazonas. Ao norte, limita-se com os municípios de Almeirim e Alenquer, ao sul com Santarém e Prainha, a leste com Prainha e Almeirim, e, a oeste, com o município de Alenquer. A cidade de Monte Alegre, sede municipal, está situada na porção sul-sudeste do município, no Paraná do Gurupatuba, margem esquerda do rio Amazonas e fazendo parte da folha cartográfica SA. 21. Z-B-III, tendo como coordenadas centrais 02°02'27”S e 54°04'28”WGr, que correspondem à sede da Prefeitura Municipal

O acesso à região de Monte Alegre é feito por via fluvial, através de embarcações semanais que fazem a linha Belém- Manaus, com escala em várias cidades ao longo do Rio Amazonas, com duração de cerca de 48 horas para se chegar a Monte Alegre. Outro tipo de acesso é feito por via aérea, fazendo-se a linha Belém- Santarém com duração de uma hora, de Santarém a Monte Alegre o acesso é feito por barco de

médio porte com duração de oito a doze horas de viagem e através de via rodoviária e balsa em 5 horas.

A terra firme é a região mais extensa e populosa, com três estradas principais e suas vicinais: A PA-255 – Monte Alegre/Tapará; a PA-254 – Monte Alegre/Prainha e a PA-423 Monte Alegre/Mulata.

Outras estradas secundárias e ramais cortam a região, bem como trilhas que ligam fazendas, vilas e colônias agrícolas, dentre as quais destacam-se a Colônia Agrícola Inglês de Souza e Açú.

De acordo com os dados oficiais do IBGE, a área total do município é de 20.232,50 km<sup>2</sup>, conforme estabelecido na Resolução- PR N° 0064, de 12 de setembro de 1994, que aprovou os valores para as áreas dos estados e municípios do Brasil (IBGE, 1994).

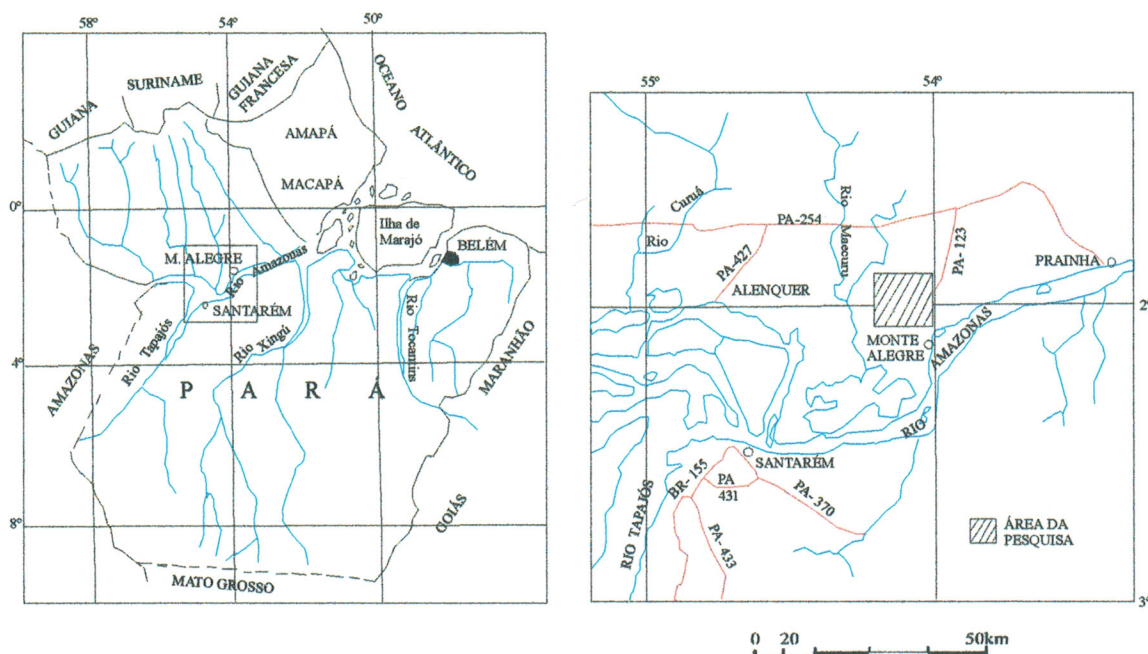


Figura 1- Mapa de localização (adaptado de Tancredi & Silva, 1982)

## **1.3- Aspectos Fisiográficos**

### **1.3.1- Clima**

O clima da área é quente e úmido e segundo a classificação de Köppen é do tipo Am (tropical chuvoso com pequeno período seco ) (Falesi, 1970 *in* Pastana *et al.*1977) com média mensal de temperatura mínima superior a 18°C., amplitude térmica inferior a 5°C, e disponibilidade de água no solo. As precipitações pluviométricas, com cerca de 1969 mm, apresentam distribuição irregular durante o ano. A estação mais chuvosa é a que vai de dezembro a junho, sendo março o mês mais chuvoso. A estação menos chuvosa é a que vai de julho a dezembro e apresenta totais mensais inferiores a 60 mm. O período de excesso de água no solo vai de fevereiro a julho. Neste último mês, chega a apresentar 217 mm. Já em setembro, o mês mais deficiente apresenta 84 mm (PRIMAZ, 1998).

### **1.3.2- Vegetação**

A vegetação da região é caracterizada por floresta tropical densa e variada e na parte central da planície do Ererê é típica de campo com esparsa vegetação arbórea. A porção sul e sudeste é marcada por vegetação de várzea com campo, cerrado e cerradão (Tancredi & Silva, 1977). Esta várzea como em quase todo o baixo amazonas é caracterizada por uma zona de mata em associação a uma ampla extensão de campos inundados, compostos principalmente por gramíneas.

### **1.3.3- Solos**

Os principais grupos de solos verificados na área são as lateritas hidromórficas distróficas, solos litológicos distróficos, solos arenosos distróficos, solos podzólicos vermelho amarelado e “terra roxa”, esta ocorrendo associado a soleiras e diques de rochas básicas. Há também solos aluviais e solos hidromórficos nos terrenos de várzea (Tancredi & Silva, 1977 *op. cit.*).

### **1.3.4- Relevo**

São encontrados dois tipos principais de relevo, um desenvolvido na braquianticlinal de Monte Alegre e outro se situa mais ao sul, de forma tabular compreendendo os platôs e as planícies de inundações dos rios. Na parte central da braquianticlinal há a planície do Ererê, com pequenas ondulações e formando um relevo

arrasado. Nas bordas, em torno da planície de Ererê, a topografia é escarpada, destacando-se as serras do Itauajuri, com cerca de 400m, do Ererê, Lua e do Paituna (150 a 200m de altitude) com *cuestas* e *hogbacks*.

A sudoeste da Serra do Ererê, que está relacionada a falhamentos cenozóicos, ocorrem grutas, sendo a mais importante uma gruta de arenito silicificado, com cavidade de 20 a 30m de comprimento, 10 a 15 m de altura e 7 a 12 m de largura que apresenta inscrições rupestres.

A porção sul-sudeste apresenta relevo suave, tabular, constituindo-se nos platôs terciários e margeando o Rio Amazonas e os baixos-cursos de seus tributários desenvolve-se uma grande planície de inundação quaternária.

### **1.3.5- Hidrografia**

A área da braquianticlinal é drenada por riachos que se originam nas encostas das serras circundantes, com drenagem radial, convergente para a planície do Ererê, com sentido NW-SE e NE-SW, onde citamos o Igarapé da Cachoeira e o Igarapé da Suzana e Igarapé Ajó.

Destes destaca-se o igarapé da Cachoeira, que após sua saída da braquianticlinal dirige-se para o sul, sendo afluente do Rio Paituna.

Ao sul interligados, o Rio Paituna, Rio Gurupatuba e Paraná de Monte Alegre, são drenados para o Rio Amazonas (Tancredi & Silva, 1977).

## **2- ASPECTOS SÓCIO- ECONÔMICOS**

O município de Monte Alegre tem uma população de aproximadamente 49.602 habitantes e uma densidade demográfica de 2,47 hab/km<sup>2</sup> (IBGE- 1996). A maior parte da população vive na zona rural, o que se reflete em sua economia, baseada na agricultura e com razoável atividade agropecuária de rebanho bovino de corte.

Os principais eventos culturais são a Festa de São Sebastião, em janeiro, na Cidade Baixa; Festa de Santa Maria, no mês de maio; Festa de Nossa Senhora do Livramento e a Festa de São Raimundo, nas áreas de PIC-MA, na Gleba Inglês de Souza, no mês de agosto. Outro aspecto importante é o artesanato com a cerâmica e tecelagem de palha, esteiras, pintura em cuias, pintura a óleo em madeira, tecido ou latas dentre outras (PRIMAZ, 1998).

A área possui um grande potencial turístico destacando-se o ecoturismo e o turismo de saúde, devido às belas paisagens formada pela erosão diferenciada e ocorrência de diversas fontes hidrominerotermais (Cortez, 1996). Vale enfatizar a importância da Província Espeleológica Arenítica de Monte Alegre neste contexto, onde nas grutas de maior porte, bem como em paredões rochosos, são observadas inscrições rupestres e vestígios de ocupação humana pretérita.

### **3- METODOLOGIA**

As atividades foram compostas de 3 fases: fase pré-campo, fase de campo e fase pós-campo.

#### **3.1- Fase pré- campo**

Nesta fase foi realizado um levantamento de trabalhos e projetos referentes à Bacia Amazônica e mais especificamente à área de estudo, bem como interpretação não detalhada de imagens de radar da área de modo a se obter um reconhecimento prévio da região.

#### **3.2- Fase de Campo**

Os trabalhos de campo, com duração de 6 dias, compreenderam o reconhecimento geológico e hidrogeológico da região.

Para isso, foram realizados caminhamentos diários, em grande parte de carro pelas principais vias de acesso e ramais de estrada, com o auxílio de GPS para a locação das áreas visitadas e também dos mapas geológico na escala de 1:330.000 e topográfico da região na escala de 1:100.000, além da literatura pertinente. Foram descritos afloramentos utilizando-se bússola, martelo de geólogo e lupa para a coleta de dados geológicos e estruturais, bem como amostragem da litologia.

As amostras de água foram coletadas, para posterior análise no laboratório, nas fontes termais sulfurosas do Menino Deus por apresentarem as melhores condições de amostragem e acessibilidade. As águas foram coletadas em frascos de polietileno de 5 litros, em cada uma das 3 fontes.

Alguns parâmetros foram determinados no próprio campo utilizando-se pH-meter WTW- Modelo 191 e condutivímetro portátil ORION- Modelo 105, compreendendo as fontes termais sulfurosas do Menino Deus, além de outras fontes.

São eles:

- *Temperatura (°C)*
- *pH*: medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução
- *Sólidos Totais Dissolvidos (STD)*: peso total dos constituinte minerais presentes na água, por unidade de volume
- *Condutividade Elétrica*: medida da facilidade de uma água conduzir a corrente elétrica, estando diretamente ligada ao teor de sais dissolvidos
- *Salinidade*

### 3.3- Fase pós campo

Esta fase compreende análises físico-químicas das amostras coletadas, realizadas no Laboratório de Hidroquímica do Centro de Geociências- UFPa, bem como a confecção de relatório, integrando tanto as informações obtidas em campo, assim como aquelas pertinentes às literaturas consultadas. Os aparelhos utilizados nesta etapa foram:

- 2100D *turbidimeter* HACH 46500-00
- *Portable Datalogging Spectrophotometer* HACH DR/2010
- Espectrofotômetro BECKMAN Modelo DU-6
- Espectrofotômetro ZEISS Modelo PM6\*

Os parâmetros analisados em laboratório foram:

- *Turbidez*: dificuldade da água para transmitir a luz, provocadas pelos sólidos em suspensão.
- *Dureza*: quantidade de cálcio e magnésio ligados a carbonato e bicarbonato (expressa como ppm de CaCO<sub>3</sub>). *Método Titulométrico utilizando EDTA*
- *Cloreto (Cl<sup>-</sup>)*: presente em todas as água naturais, com valores situados entre 10 e 250 mg/L nas águas doces. *Método titulométrico do nitrato mercúrico e indicador difenil carbazona + azul de bromofenolcromato de potássio*
- *Alcalinidade*: capacidade de substâncias presentes na água se ligarem a um ácido forte equivalente em concentração. *Método titulométrico do ácido sulfúrico e indicador fenolftaleína + metil orange.*

- *Nitrato* ( $NO_3^-$ ): são o produto final da oxidação bioquímica da amônia
- *Sulfato* ( $SO_4^{2-}$ ): são sais moderadamente solúveis a muito solúveis, exceto os sulfatos de estrôncio ( $SrSO_4$ ) e os de bário ( $BaSO_4$ ).
- *Fosfato* ( $PO_4^{2-}$ ): devido à ação de microorganismos, a concentração de fosfato deve ser baixa (< 0,5 ml/L) em águas naturais.
- *Sílica* ( $SiO_2$ ): aparecem sob a forma de partículas coloidais devido à sua estabilidade química nos minerais.

Os três últimos parâmetros foram analisados pelo método turbidimétrico, com leitura em espectrofotômetro.

#### 4- EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOLÓGICOS

A região de Monte Alegre, situada na porção centro -oeste do estado do Pará, tem sido estudada há muito tempo devido à sua singularidade no contexto amazônico.

Abaixo encontram se relacionados grande parte dos trabalhos realizados na área em ordem cronológica:

-Hartt (1870/71) participando da expedição Morgan constatou idade Devoniana para terrenos das imediações de Ererê e coletou os primeiros fósseis da região. Já nesta época descreveu Ererê como composta de grês grosso, branco, compacto e camadas de pedra argilosa, apresentando mergulho de 15° para S-SE

- Smith (1874 a 1876) efetuou inúmeras pesquisas na área, inclusive o levantamento geológico do rio Curuá.

- Derby (1877) publicou “Contribuição para a Geologia do Baixo Amazonas”, ressaltando a existência , a oeste de Monte Alegre, de grupos isolados de elevações, constituídos de pequenas serras monoclinais, dispostas em elipsóides, ao redor de uma planície central; tais elevações representam o resto de uma elevação anticlinal, cuja parte central fora erodida.

- Hartt (1898) refere-se a planície Devoniana Ererê, onde ocorrem camadas de rochas silicosas chert”), xisto e grês, salientou também que a serra do Ererê é alta,

estreita, acidentada e irregular, com cerca de 4km, de comprimento, direção NE-SW, o topo é constituído por possante camada de grês, cuja inclinação é de 5° a 20° para W.

- Katzer (1898) referiu-se a fauna Devoniana do rio Maecuru correlacionando-as com outras da região do globo, referindo-se às águas termais.

- Roxo (1930) realizou estudos geológicos e paleontológicos na região de Monte Alegre, referiu-se a arenitos, folhelhos e diabásios ocorrentes na região do Ererê.

- Katzer (1933) em seu trabalho: “A estrutura geológica da região do baixo Amazonas” publicou o resultado de duas análises quantitativas das águas sulfurosas termais que lá ocorrem

- Moura (1938) estudando o relevo amazônico concluiu que a formação do domo de Monte Alegre se deu devido ao diastrofismo responsável por derrames de rochas básicas que cortam as Formações Paleozóicas do Baixo Amazonas, restando como testemunho uma coroa de serras que circunda a planície do Ererê.

- Kremer (1956) e Freidank (1957) detalharam ainda mais a braquianticlinal de Monte Alegre, porém, havia dúvida quanto as unidades estratigráficas aflorantes, tanto nos flancos, como no interior da estrutura.

- Towse e Vinson (1959, *in* Pastana *et al.*-1976) estudando as lateritas da região de Monte Alegre concluíram que elas foram formadas pela climatização sofrida pelos arenitos cretáceos que ocorrem na área.

- Guimarães (1964) em “Geologia do Brasil” ressalta a ocorrência de camadas cretáceas na região de Monte Alegre, representadas por arenito bem estratificado capeando as serras do Ererê, Paituna, Santa Helena e Itauajuri.

- IDESP (1966) em “Pará: Recurso Minerais” referiu-se às águas sulfurosa termais em Monte Alegre baseado em Katzer (op. cit).

- Caputo, Rodrigues & Vasconcelos (1972) em “Nomenclatura Estratigráfica da Bacia do Amazonas- Histórico e Atualização” estabeleceram uma coluna eostatigráfica da bacia Amazônica.

- Rezende (1972) concluiu que a braquianticlinal de Monte Alegre representa um efeito de domização originado pelo magmatismo toleítico da bacia do Amazonas. equ e as camadas sedimentares encontram-se deformadas de tal forma que pode ser um caso de deformação ou deflexão crítica dos sedimentos.

-Montalvão & Oliveira (1975) foram os primeiros a utilizar a denominação de braquianticlinal de Monte Alegre. Os autores acreditam que a braquianticlinal formou-se após o Carbonífero, talvez no Permiano ou Mesozóico, devido à intrusão de rochas básicas toleíticas, fato mostrado através de pequenas anticlinais causadas por intrusão.

- Araújo *et. Al.* (1976) constatou idade de 183-135 m.a, pelo método K/Ar para os diques e *stocks* na estrutura de Monte Alegre.

- Cunha & Caputo (1976) definiram novas faixas de afloramentos na região de Monte Alegre, principalmente na porção central da braquianticlinal. que é ocupada pela Formação Maecuru. verificaram ainda que os mergulhos das camadas aumentam do centro para a periferia da estrutura e que esta localiza-se na continuação de uma muralha estrutural *,horst*, porém na parte norte não foi confirmada no campo a existência de falha.

- Pastana *et al.*(1976) referem-se as fontes termais sulfurosas termais alcalinas, localizadas a nordeste de Monte Alegre, ressaltando sua principais características tais como temperatura elevada (35°), forte odor exalado das águas devido ao ácido sulfídrico, que atinge 0,040 a 0,050g em um litro de água.

- Em 1977, O Instituto do Desenvolvimento Econômico- Social do Pará (IDESP) publicou um trabalho intitulado “Reconhecimento Hidrogeológico das Fontes Termais de Monte Alegre”, de autoria dos geólogos Antônio Carlos F.N. S Tancredi e Alberto Rogério da Silva onde identificaram uma área de emergências hidrominerais, com cinco fontes termais sulfurosas.

- Pinheiro *et al.*(1994), estudando a província espeleológica de Monte Alegre, localizadas nas Serras do Ererê, Paituna e Aroxi, individualizaram dois grupos morfológicos mais importantes das rochas encaixantes destas cavernas, além de caracterizarem a biologia existente.

- Mendes & Silva (1996), realizaram estudo acerca da radioatividade existente na região, constatando um elevado índice de radioatividade em Inglês de Souza e destacando a alta incidência de doenças congênitas na área, tais como lábios leporinos. Além disso, propuseram estudos em Monte Alegre relativos ao efeito sinérgico entre a radioatividade, o excesso de sal na dieta e até mesmo na ingestão de água rica em matéria orgânica, todos eles agentes cancerígenos.

## **5- ESTRATIGRAFIA E GEOLOGIA DA BACIA DO AMAZONAS**

A estratigrafia e geologia regional foi baseada em Caputo *et al.*, 1971 e Cunha *et al.*, 1996, com algumas interpretações e modificações.

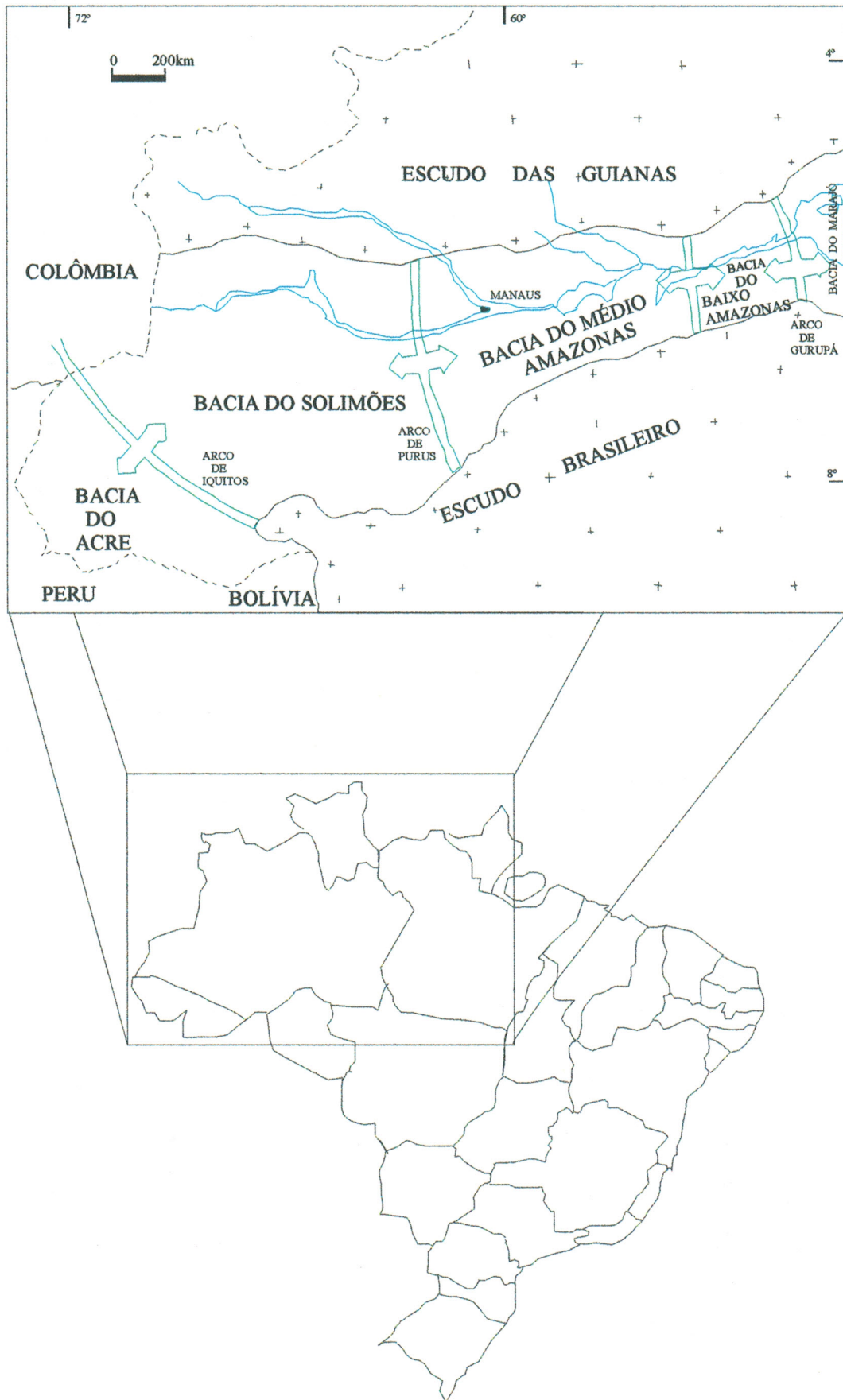
A Bacia do Amazonas (Figura 2) é uma bacia intracratônica com cerca de 500.000 km<sup>2</sup>, abrangendo parte dos estados do Amazonas e do Pará, limitada ao norte pelo Escudo das Guianas e ao sul pelo Escudo Brasileiro. Na atual concepção, reúne as anteriormente chamadas bacias do Médio e Baixo Amazonas (Caputo, 1984). Está limitada a oeste com a Bacia do Solimões pelo Alto de Purus, ao passo que o Arco de Gurupá constitui seu limite leste. Duas seqüências de primeira ordem podem ser reconhecidas nos 6.000 m do preenchimento sedimentar da Bacia do Amazonas: uma paleozóica, intrudida por diques e soleiras de diabásio, e uma mesozóico-cenozóica livre de intrusivas.

O substrato proterozóico que suporta o pacote sedimentar Fanerozóico da bacia é constituído por faixas móveis acrescidas a um núcleo mais antigo, denominado Província Amazônia Central (Cordani *et al.* 1984). A porção ocidental desse substrato está representada pela Faixa Móvel Rio Negro-Juruena, composta por rochas graníticas e metamórficas, recobertas pelos sistemas alúvio-flúvio-lacustres tafrogênicos do Grupo Purus). Na porção oriental, o embasamento é constituído pelas rochas graníticas e metassedimentares da Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas.

O registro sedimentar da Bacia do Amazonas reflete as mudanças do nível do mar que ocorreram no Paleozóico e o magmatismo e tafrogenia mesozóica reflete as conseqüências provocadas pela abertura do Oceano Atlântico.

Caputo *et al.*, (1983), Caputo (1984, p 94) e Neves *et al.* (1989) admitem que a origem da bacia esteja relacionada à esforços atuantes no fechamento do Ciclo Proterozóico Brasileiro. A Faixa de Dobramentos Araguaia-Tocantins (Almeida, 1967) está originalmente relacionada à orogenia Brasileira-Pan-Africana, com esforços compressionais na direção leste-oeste e esforços distensivos na direção norte-sul. O rifte precursor do Amazonas poderia ter-se iniciado segundo este mecanismo, com intrusão profunda de rochas ultrabásicas e intrusões rasas de rochas básicas ao longo do eixo da bacia. Um piroxenito testemunhado em poço da Petrobrás deu uma idade, fornecida a M. V. Caputo por Depaolo, de  $570 \pm 70$  M.a pelo método Sm-Nd. Após os esforços distensionais e ascensão das curvas isotérmicas do manto, ocorreu o resfriamento regional das massas plutônicas inseridas em seu embasamento, dando início a subsidência térmica e ao desenvolvimento de uma bacia intracratônica, com sedimentação em onlap a partir do centro para as suas bordas e em direção à sua extremidade ocidental, no Neo-ordoviciano.

No estágio inicial de deposição, as ingressões marinhas vieram de leste para oeste, posicionando-se em onlap sobre os flancos e sobre o Alto de Purus, um alto topográfico preexistente (Caputo, 1984) que impedia a conexão do mar amazônico com a Bacia do Solimões. A coluna sedimentar da Bacia do Amazonas correlaciona-se com as colunas das bacias do noroeste africano (Caputo, 1984, Villeneuve, 1988; Grahn e Caputo, 1994). As rochas sedimentares deste ciclo sedimentar estão reunidas no Grupo Trombetas (Ludwig, 1964, Caputo, 1971, Caputo, 1984), constituído pelas formações Autás-Mirim, Nhamundá, Pitinga e Manacapuru.



**Figura 2-** Mapa de Localização da Bacia do Amazonas (modificado de Torres, 1989)