

RELATÓRIO D – 185-09-260510

Programa de Monitoramento Hidrogeológico AHE JIRAU

Dezembro de 2009.

Conteúdo

1	INTRODUÇÃO	2
2	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	2
2.1	GEOLOGIA LOCAL FOLHA 1	2
2.1.1	COMPARTIMENTAÇÃO TECTONOESTRATIGRÁFICA DE RONDÔNIA	2
2.1.2	COMPLEXO JAMARI	5
2.1.3	FORMAÇÃO MUTUM-PARANÁ	5
2.1.4	FORMAÇÃO RIO MADEIRA	6
2.1.5	COBERTURAS QUATERNÁRIAS	8
2.2	PIEZÔMETROS	10
2.3	ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO	12
2.4	SLUG BAIL TESTES	14
2.4.1	SOLUÇÕES MATEMÁTICAS UTILIZADAS:	16
3	EQUIPE TÉCNICA	17
4	BIBLIOGRAFIA	17

1 INTRODUÇÃO

Neste relatório são apresentadas as informações analisadas e metodologias utilizadas ao longo da etapa de compilação de dados locais e criação das bases necessárias para a geração do mapa hidrogeológico da região do reservatório da UHE - Jirau. Essas atividades foram desenvolvidas durante os meses de agosto a dezembro de 2009.

2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

2.1 GEOLOGIA LOCAL FOLHAS 1-11

A região onde se situam as obras da UHE de Jirau e Santo Antônio, bem como suas respectivas áreas de influência, encontram-se inseridas no contexto geológico do Cráton Amazonas, de acordo com a nomenclatura proposta por Santos *et al.* (2000), sendo essa uma das principais unidades tectônicas pré-cambrianas da América do Sul, estando no Brasil limitado a leste pelo Grupo Baixo Araguaia, a Sul e Sudeste pelos grupos Alto Paraguai, Cuiabá e Corumbá além de rochas do ciclo Brasileiro, rochas essas que representam a referência para o estabelecimento do Cráton Amazonas que é constituído por rochas pré-brasilianas.

Quase todo o contexto geológico encontra-se na Província geológica Rondônia-Juruena (1,81 – 1,52 Ga), mais precisamente em seu domínio tectonoestratigráfico Jamari que abrange toda a região centro-norte do estado de Rondônia, com exceção do extremo oeste da área, que representa parte da província Sunsás (1,45 – 0,9 Ga). As rochas do embasamento da Província Rondônia-Juruena têm sua evolução vinculada a um sistema de arcos magmáticos com magmatismo juvenil e com contribuição significativa de uma crosta mais antiga. Já as rochas da Província Sunsás apresentam idades do final do Mesoproterozóico (Esteniano) e são entendidas como o produto de um ciclo orogênico convergente de longa duração, composto de quatro orogêneses principais, com idades desde 1,45 até 0,9 Ga.

2.1.1 COMPARTIMENTAÇÃO TECTONOESTRATIGRÁFICA DE RONDÔNIA

O estado de Rondônia é constituído em seu arcabouço tectonoestratigráfico, por 3 domínios, sendo eles Jamari, Roosevelt e Nova Brasilândia (Scandolaro *et al.*, 1999). Destaca-se aqui que tanto o domínio Roosevelt quanto Nova Brasilândia não possuem, a princípio, representação na área de estudo, dessa forma, objetivar-se-á detalhar aqui apenas o domínio Jamari.

O Domínio Jamari é composto por rochas de médio a alto grau metamórfico, rochas metavulcanossedimentares e uma suíte de granitos rapakivi com charnockitos associados. Ao todo são seis as suítes de granitos Rapakivi, todas com idade entre 1,6 e 0,9 Ga e com química de granitos “Tipo A”. As Coberturas supracrustais constituem as formações Mutum Paraná (1,75 Ga), Grupo Roosevelt (1,74 Ga) e a formação Palmeiral constituída por sedimentos indeformados (1 a 0,9 Ga).

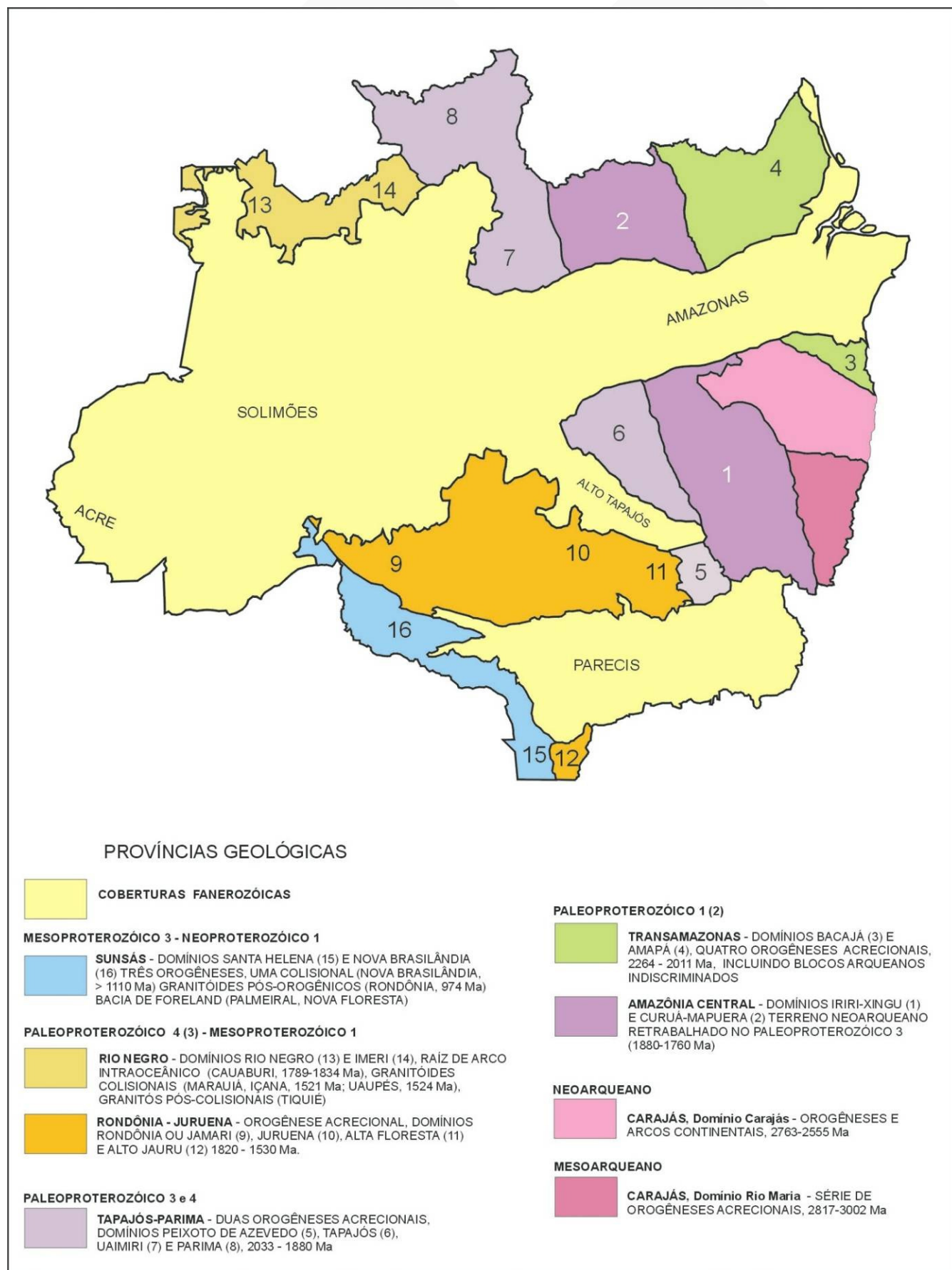


Figura 1 – Províncias Geológicas do Cráton Amazonas. (Santos *et al.*, 2000)

Na região de cobertura do mapeamento geológico para a confecção do mapa hidrogeológico do programa, afloram os seguintes grupos litológicos que são apresentados de forma esquemática na figura 2 e descritos com mais detalhes a seguir.



Coluna elaborada a partir dos dados referentes ao Projeto Rio Madeira, executado pela CPRM e publicado no ano de 2004.

Figura 2 – Coluna estratigráfica compilada para a área de mapeamento do programa. (Adaptado de CPRM 2004)

2.1.2 *COMPLEXO JAMARI*

As rochas de alto grau metamórfico, constituintes do chamado complexo Jamari, são gnaisses ortoderivados e gnaisses paraderivados, metamorfizados em condições de fácies anfibolito superior (Isotta *et al.* 1978). Segundo Scandolaro (2006), a natureza dos Ortognaisses do complexo Jamari está relacionada às rochas cálcio-alcálicas, produto de orogênese acrescionário-colisional.

A marcante diferença de idade entre os ortognaisses (ca. 1,76 Ga) e os Paragnaisses (ca. 1,67 Ga) sugere a subdivisão do Complexo Jamari em duas unidades: A primeira predominantemente paragnáissica e mais jovem, constituída por gnaisses ricos em granada, cordierita, silimanita e cianita, além de gnaisses calcissilicáticos e um biotita-silimanita xisto. A segunda, Ortognáissica e mais antiga, com predomínio de gnaisses tonalíticos / enderbíticos, gnaisses granodioríticos / charnoenderbíticos, gnaisses quartzo-dioríticos e metabasitos.

A estrutura planar mais evidente nessa unidade é um bandamento gnáissico de natureza compressiva. É também comum a presença de forma trama milonítica, com feições texturais e associações mineralógicas indicativas de retrabalhamento em fácies anfibolito superior. Também existem na área dessa unidade, rochas de composição básica, deformadas e recristalizadas em condições de metamorfismo regional, sob a forma de xenólitos ou enclaves de formatos e dimensões variadas.

2.1.3 *COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO JARU*

Outra associação que aparece nos mapeamentos geológicos já realizados na área é o chamado Complexo Gnáissico-Migmatítico Jarú. Exposto principalmente na região mais central do estado de Rondônia, essa unidade também se estende pelo extremo oeste do estado, apresentando, assim como o complexo Jamari, alternância de gnaisses para e ortoderivados.

De uma forma geral, os Gnaisses paraderivados são mais abrangentes nesse complexo, apresentando trama e mineralogia indicativas de metamorfismo de alto grau, com predomínio de fácies anfibolito superior e com grandes faixas granulíticas, gradando a intensidade com a aproximação das largas zonas de cisalhamento da região. Como característica desse complexo, destaca-se a intensa migmatização indicando intensa atividade tectono-termal durante a evolução geológica da região.

As rochas granulíticas da unidade são hoje entendidas como charnoquitos, apresentando-se geralmente foliados e porções lenticulares maciças com textura ígnea preservada. Já os gnaisses paraderivados são biotita-granada gnaisses, gnaisses calcilicáticos, silimanita-granada gnaisses e gnaisses quartzo-feldspáticos finos. Os gnaisses ortoderivados são de composição granítica/granodiorítica, com rochas metabásicas de fácies anfibolito/granulito e com ocorrência um tanto quanto restrita.

Em termos da disposição das rochas do complexo Jarú, observa-se sua disposição em formas de faixas e megalentes alternadas que se relacionam através de cavalgamentos dúcteis frontais e

oblíquos que evoluem para transcorrências sinistrais e destrais. Os mobilizados quartzo-feldspáticos e porções de rochas supracrustais podem apresentar dobramentos “em bainha”. Um terceiro conjunto de dobras afeta também estes mobilizados e frações de rochas máficas que parecem ser decorrentes de cisalhamento diferencial localizado dentro dos cavalgamentos dúcteis.

2.1.4 *FORMAÇÃO MUTUM-PARANÁ*

A Formação Mutum-Paraná ocorre, preferencialmente, ao longo do leito do rio Madeira, na sua margem esquerda, entre a vila de Palmeiral até as imediações da cachoeira do Tamborete ou Pederneiras. A seção-tipo ocorre no distrito de Mutum, no perfil que vai, por estrada, do porto de Bom Futuro (margem esquerda do rio Madeira) até a mina de São Lourenço.

Essa unidade é dividida em duas unidades, uma unidade inferior de filitos, ardósias, metargilitos, metarenitos arcosianos, quartzitos, metacherts e metatufos de cinza e uma superior de quartzo-metarenitos e metassiltitos

As estruturas sedimentares compreendem estratificação cruzada de baixo a médio ângulo, ondulações cavalgantes, marcas de ondas simétricas, bidirecionalidade de estratos em planos distintos e laminação truncada por ondas. De uma forma geral, esses estratos possuem baixo mergulho e metamorfismo de muito baixo grau, mudando essa característica apenas junto às zonas de cisalhamento, chegando a adquirir mergulhos verticais com metamorfismo de fácies xisto-verde.

2.1.5 *SUÍTE INTRUSIVA SÃO LOURENÇO-CARIPUNAS*

A suíte consiste de uma variedade de granitos rapakivie de granitos equigranulares a porfiríticos, granitos pórfiros subvulcânicos, aplitos e quartzo-sienitos. As facies mais evoluídas são hipersolvus e representadas por biotita-sienogranitos e biotita-ortoclásio granitos equigranulares. As variedades porfiríticas são dominantes e contém esporádicos enclaves microgranulares de diorito. Seus constituintes essenciais compreendem ortoclásio micropertítico, hastingsita e biotita, e os acessórios são zircão, ilmenita, magnetita e titanita.

2.1.6 *FORMAÇÃO PALMEIRAL*

A formação Palmeiral é constituída de ortoconglomerados, quartzoarenitos e arenitos arcosianos. Bahia (1997) individualizou seis litofácies, as quais compreendem ortoconglomerado maciço ou com estratificação incipiente, arenito com estratificação horizontal, arenito com estratificação cruzada acanalada, arenito com estratificação cruzada tabular, arenito com estratificação cruzada sigmoidal e arenito maciço.

Os conglomerados dessa formação constituem a base da sequência. São oligomíticos, clasto suportados por seixos e calhaus arredondados, achatados e imbricados de quartzo-arenito, quartzo leitoso e proporções subordinadas de sílex, quartzito e granito pórfiro. Nos contatos, os

seixos podem apresentar feições de dissolução por pressão. Entre a localidade de Jirau e a vila Palmeiral ortoconglomerados e arenitos arcossianos estão, com frequência, lateralmente interdigitados.



Figura 3 – a imagem da esquerda representa o arcabouço de ortoconglomerado da Formação Palmeiral com Seixos e calhaus de quartzo e quartzarenito. A figura da direita representa o Arenito arcossiano com estratificação cruzada acanalada.

Os arenitos variam de finos a grossos e possuem grau de seleção moderado a bom. O arcabouço dos arenitos é geralmente fechado com porções abertas e preenchidas por matriz. A composição desses arenitos é representada por grãos de quartzo, sílex e raros feldspatos, imersos em matriz de caulinita e illita e níveis ricos em manganês (Bahia, 1997).

2.1.7 SUÍTE INTRUSIVA RÔNDOIA

Os maciços dessa unidade ocorrem como batólitos e stocks multifásicos e epizonais, alojados segundo estruturas N-S e NE-SW. São subcirculares, com 2 km a 25 Km de diâmetro, possuem características subvulcânicas e são intrusivos nas rochas do Complexo Jamari e da Suíte Serra da Providencia. Os contatos são irregulares, abruptos, com presença esporádica de enclaves das encaixantes. Estruturas vulcânicas e subvulcânicas, como diques anelares e subsidência de caldeira ocorrem em alguns maciços.

2.1.8 FORMAÇÃO RIO MADEIRA

De acordo com Rizzotto et al. (2005), a formação Rio Madeira compreende os depósitos sedimentares resultantes da formação e evolução do leito ativo e planície de inundação do rio Madeira, com a formação de sucessivos depósitos de barra de canal longitudinal e transversal, em pontal, de diques marginais e planícies de inundação, que ocorrem nas margens do Rio Madeira e na Bacia de Abuna. Depósitos semelhantes também ocorrem ao longo dos rios Mutum e Cotia. A Formação Rio Madeira é representada por sedimentos inconsolidados a semi-consolidados, parcialmente ferruginizados, constituídos por cascalhos e areias grossas mal

selecionadas, estratificadas e ferruginizadas, bem como argilas maciças a laminadas com restos vegetais.



Figura 3 – (esquerda) Argilas siltosas e silte no nível inferior e areia ferruginosa na parte superior. Formação Rio Madeira. (Direita) Perfil esquemático da Formação Rio Madeira.

2.1.9 FORMAÇÃO JACIPARANÁ

Os sedimentos desta unidade distribuem-se nas áreas planas da margem esquerda do rio Madeira e em ambas as margens do rio Jaciparaná. Os depósitos são pouco espessos e consistem de sedimentos silticoargilosos a argilosos, acinzentados a amarelados, com granodecrescência ascendente, com raras laminações plano-paralelas, possuindo intercalações de areias com níveis conglomeráticos (meandros abandonados). As areias são imaturas e, por vezes, ferruginosas, finas, friáveis, de grãos subangulosos a subarredondados e contém rara estratificação plano-paralela. Esta associação indica depósitos de planície de inundação com eventuais canais.



Figura 5 – (esquerda) camada de areia estratificada e ferruginizada em barranco do Rio Jaciparaná. (Direita) Perfil esquemático da Formação Jaciparaná.

2.1.10 COBERTURAS QUATERNÁRIAS

Na região são divididas em duas grandes unidades; as coberturas detrito-lateríticas e os depósitos aluvionares. As coberturas detrito-lateríticas ocupam uma extensa área aplainada, com interflúvios tabulares, o qual se estende no centro-sul e leste da área de mapeamento do projeto e a oeste, por sobre as rochas arrasadas topograficamente do Complexo Jamari. Os sedimentos detrito-lateríticos constituem-se, em grande parte, de depósitos colúvio-aluvionares areno-argilosos com níveis nodulares lateríticos e recobertos por grânulos e seixos de laterito desmantelado. Esses depósitos, na sua base, são compostos por seixos provenientes dos próprios lateritos concrecionários, formando corpos do tipo stonelayer e, no topo, por material argiloso proveniente do horizonte mosqueado. As superfícies aplainadas são constituídas predominantemente por solos argilo-arenosos, de baixa maturidade textural e mineralógica, de tonalidade avermelhada, ricos em concreções ferruginosas, além de níveis de argilas coloridas. As areias inconsolidadas são provenientes, em grande parte, do desmantelamento dos arenitos da Formação Palmeiral.

Os depósitos aluvionares ocorrem associados às calhas dos cursos d'água de maior porte, como os rios Madeira, Mutum, Cotia e Castanho. Trata-se de depósitos sub-atuais e atuais de sedimentos finos, constituídos, predominantemente, de areia fina, silte e argila. Apresentam coloração nos tons de cinza, granulometria fina, com estruturas sedimentares do tipo estratificação plano-parelela dominante e cruzada acanalada subordinada. Esses sedimentos encontram-se depositados nas margens do rio Madeira, encobrendo parcialmente os depósitos sedimentares da Formação Rio Madeira e Jaci-Paraná e, com menos frequência, as rochas cristalinas do embasamento. também, como bancos espessos constituindo algumas ilhas do rio Madeira. Associados a esses depósitos ocorrem restos de vegetais, de tamanho variável. Uma característica marcante desses depósitos, recentes é a sua baixa estabilidade, resultando sucessivos desmoronamentos dos sedimentos para o leito do rio. A vegetação que, por ventura,

se fixa nas margens por sobre os sedimentos recentes, também é retirada com a subida do nível d'água e a conseqüente erosão dos barrancos do rio. Essa característica é bem observada na exposição de áreas sensíveis a instabilidade na beira de todo o rio Madeira ilustrados na figura 4.



Figura 4 – Fotografias mostrando as margens do rio madeira com processos de instabilização de encostas e erosão nos depósitos aluvionares.

2.2 PIEZÔMETROS

A locação dos pontos de monitoramento foi feita com base nos dados preliminares do relatório de elevação dos níveis freáticos e os dados disponíveis dos planos diretores e de expansão das áreas urbanas a serem afetadas.

A locação consistiu na determinação de vértices, em uma malha regular possível de ser redistribuída por triangulação, onde a disposição dos vértices favoreça a não ocorrência de triângulos obtusos na rede e que, preferencialmente, não ocorram em sobreposição a vetores já predeterminados (ruas e vias), mas sim lateralmente a estes. O método de triangulação consiste na elaboração simples de uma rede desenvolvida por Mangin (1974) denominada GradTK.

As principais etapas e componentes envolvidos na construção dos poços de monitoramento podem ser observados na Figura 5 e resumidamente são:

- Abertura do canal ou poço tubular
- Descida da tubulação de revestimento
- Filtro e pré-filtro
- Material de selagem

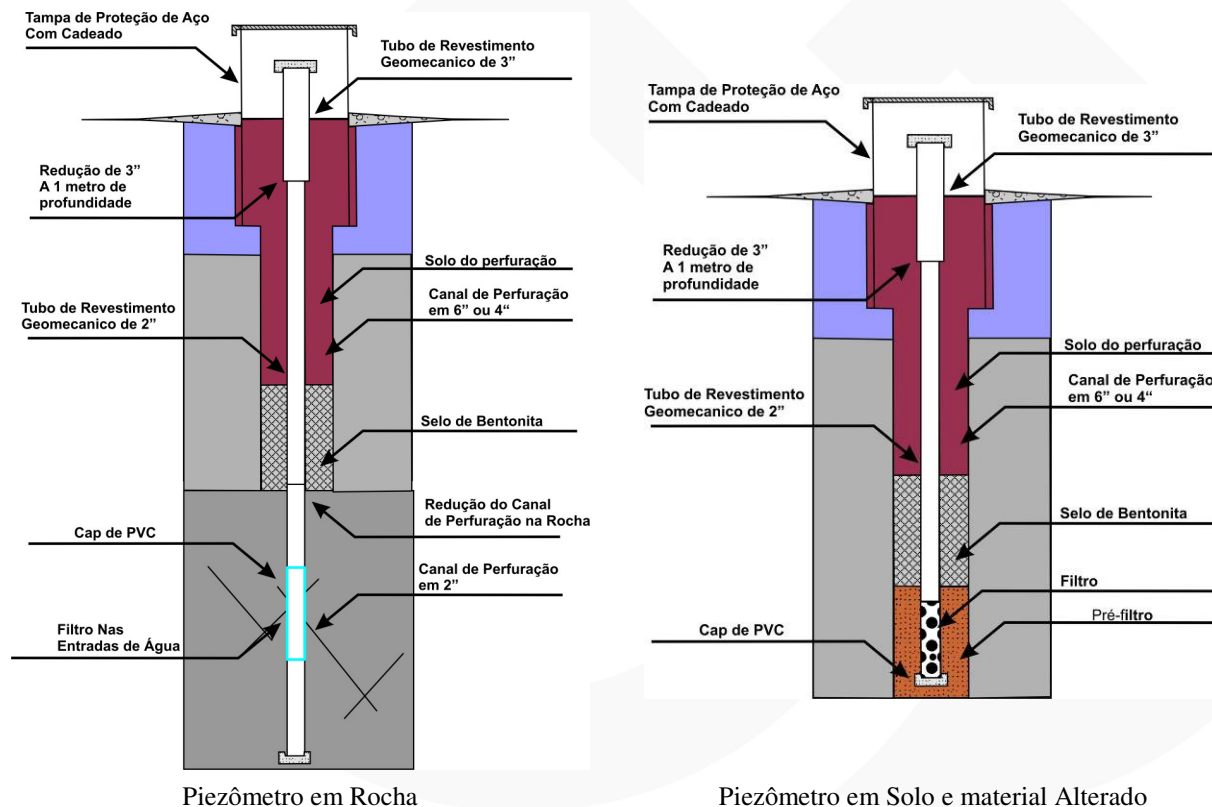


Figura 5. Estrutura dos dois tipos de poços de monitoramento a serem instalados na área.

Os poços poderão ser perfurados com uso de sonda roto-pneumática ou percussora com o diâmetro de 6-4” (seis a quatro polegadas). Os furos devem penetrar até uma profundidade de pelo menos 5 metros abaixo da superfície freática.

O material de revestimento para os poços deve se constituir de PVC da linha geomecânico para poços tubulares, com diâmetro de 2” (duas polegadas). Este tipo de revestimento é necessário em função da alta resistência química destes materiais à maior parte dos compostos orgânicos e inorgânicos, não interferindo assim nas análises a serem realizadas durante as amostragens. Como não há aumento significativo de custo, opta-se pela instalação de piezômetros revestidos com duas polegadas, pois este diâmetro permite a amostragem da água, o que é difícil com aqueles completados com uma polegada.

No fundo de cada canal será utilizado um filtro comercial de PVC da linha geomecânico para poços tubulares, com diâmetro de 2” (duas polegadas), comprimento de 2 a 6 metros e ranhura de 0,75 milímetros. Na extremidade inferior do conjunto filtro/revestimento, com a finalidade de proteção contra contaminações, deverá ser colocado um tampão de fundo (CAP), também em PVC.

O pré-filtro de cada poço deve ser constituído por areia de composição quartzosa do tipo grânulos lavados, onde o melhor material é o “quartzo selecionado do tipo pérola” na granulometria 1,5 milímetros a 3,0 milímetros. O material deve ser previamente lavado e posteriormente colocado de modo uniforme no espaço anelar existente entre o tubo de PVC e a parede do furo. Convém observar que o volume de pré-filtro necessário deverá ser calculado

previamente de modo que a extremidade superior do pré-filtro permaneça a uma profundidade de pelo menos 50 cm (cinquenta centímetros) acima da extremidade superior do filtro, evitando assim que o solo chegue ao interior do poço (observar a figura 1).

Quanto aos materiais de selagem, o objetivo destes é prevenir a entrada e posterior infiltração de água da chuva e de escoamento superficial, possibilitando a diluição da contaminação da água subterrânea. No caso em questão, em cada furo, antes de utilizar o material de selagem apropriado para este fim, o espaço anelar do poço será parcialmente preenchido com o solo retirado da própria perfuração do canal, e sobre este deverá ser colocado o material de selagem. O material de selagem utilizado para esta finalidade deve ser a bentonita, colocada em forma de pasta, preenchendo aproximadamente 80 cm (oitenta centímetros) abaixo da superfície. Junto à superfície, deve-se colocar uma camada de argamassa para uma melhor proteção do poço.

2.3 ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO

O objetivo dos ensaios é delimitar, com base no conhecimento de campo, e melhorar a diferenciação dos aquíferos intergranulares. Faz parte de um levantamento mais detalhado para uma definição mais precisa desses sistemas de águas freáticas.

A determinação dos valores de condutividade hidráulica vertical na superfície e em profundidades crescentes (até 260 cm) foi realizada a partir da aplicação do método do infiltrômetro de anéis concêntricos e do método denominado *open end hole*.

Para execução do método dos anéis são utilizados dois cilindros dispostos de forma concêntrica que são cravados alguns centímetros no solo para impedir a dispersão lateral da água inserida. A seção do cilindro abaixo da superfície do solo foi medida, resultando no valor de I . Inicialmente preencheu-se com água o cilindro externo até a estabilização do nível, o que acontece quando o solo fica saturado. Esse procedimento tem objetivo de garantir a verticalidade do fluxo, gerando uma parede de umidade em torno do cilindro interno. Na seqüência, preencheu-se com água o cilindro interno e adquiriu-se a medida entre a lâmina d'água e o topo deste cilindro, obtendo-se o parâmetro M_i (medida inicial). Mediu-se a altura total do cilindro ($H = 250$ mm) para se obter a altura da coluna d'água inicial ($H_i = H - I - M_i$). O tempo de duração dos ensaios variou entre 5 e 59 minutos, em decorrência de variações da condutividade hidráulica do meio. Na finalização obteve-se novamente a distância entre o topo do cilindro e o nível da água, resultando na medida final (M_f) e, conseqüentemente, a coluna d'água final ($H_f = H - I - M_f$). A Figura 6 mostra o esquema do método dos anéis concêntricos.

A condutividade vertical (K_v) em superfície, para método com carga variável, é obtida com auxílio da fórmula:

$$K = U \times \frac{I}{\Delta t} \times \ln\left(\frac{h_0}{h}\right) \text{ (equação 2.2)}$$

Onde:

I - Profundidade de cravação;

h_0 - Coluna d'água inicial;

h - Coluna d'água final;

Δt - Tempo decorrido para o rebaixamento entre h_0 e h e

U - é um fator de conversão de unidades, para passar mm/min para m/s, expresso na fórmula como $1/60000$.

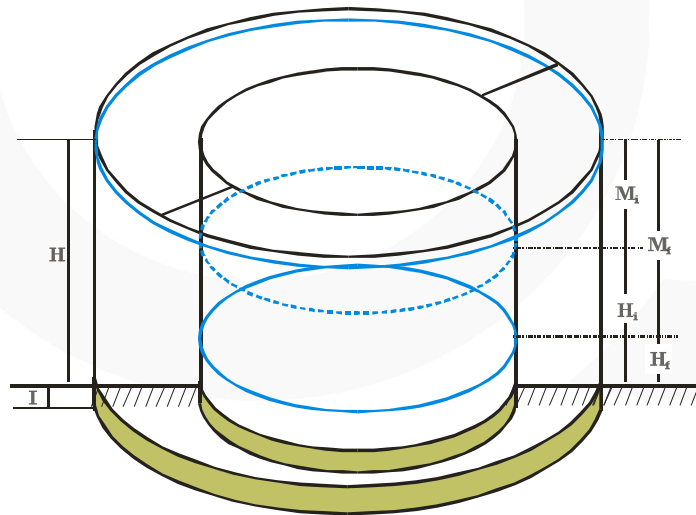


Figura 6. Esquema do método dos anéis concêntricos para ensaios de infiltração. H – distância da superfície ao topo do cilindro, I – seção cravada no solo, M_i – distância do topo do cilindro ao nível d'água inicial, H_i – distância do nível d'água inicial à superfície do terreno, M_f – distância do topo do cilindro ao nível d'água final, H_f – distância do nível d'água final à superfície do terreno.

Na execução do método *open end hole* estabeleceu-se investigações a diferentes profundidades, com a intenção de se investigar, sempre que possível, a 50, 100, 150 e 200 cm. Entretanto, em função da presença de níveis de cascalhos e outros horizontes endurecidos, não é possível a continuidade da perfuração com auxílio de trado. Assim, alguns ensaios não permitiram avaliar resultados em profundidades maiores. Por outro lado, quando haviam condições adequadas, profundidades maiores que 2 m foram testadas. Foram feitos furos utilizando-se trados manuais e em cada um deles colocados tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e comprimentos conforme as profundidades anteriormente mencionadas. Esses tubos foram perfeitamente cravados no solo para evitar a dispersão lateral da água a ser inserida. Adquiriu-se a medida do parâmetro H , que se refere à distância entre o topo do tubo e o fundo do furo. Na seqüência, preencheu-se o tubo com água e mediu-se em cada tubo a distância entre o topo e o nível da água inicial (M_i), resultando na altura da coluna d'água inicial ($H_i = H - M_i$). O tempo decorrido (Δt) para cada ensaio variou de 30 a mais de 50 minutos, em função das variações da condutividade hidráulica do meio analisado. Na finalização, mediu-se a nova posição da lâmina d'água (M_f) para se obter a altura da coluna d'água final ($H_f = H - M_f$). A Figura 7 mostra o esquema do método *open end hole*.

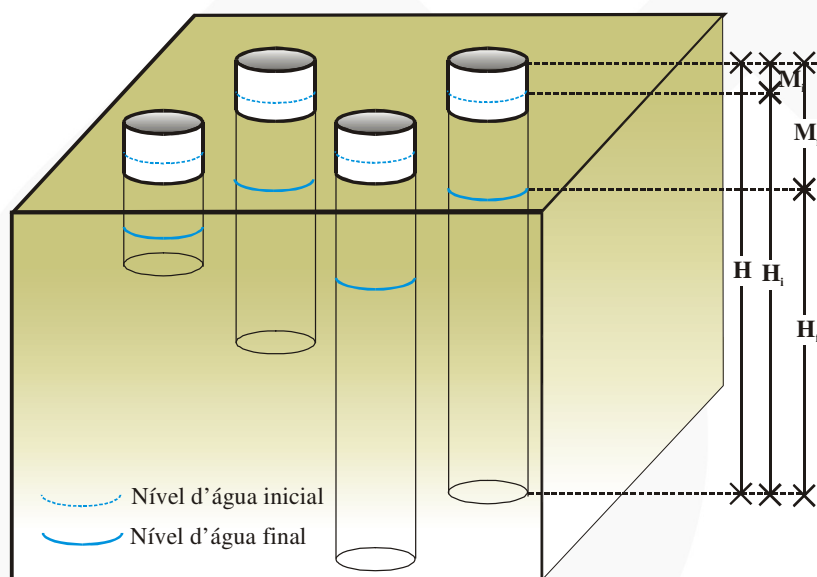


Figura 7. Ilustração esquemática do método *open end hole* para ensaios de infiltração. H - distância da parte superior ao fundo do tubo, M_i - distância do topo do tubo ao nível d'água inicial, H_i - distância do nível d'água inicial ao fundo do tubo, M_f - distância do topo do tubo ao nível d'água final, H_f - distância do nível d'água final ao fundo do tubo.

A condutividade hidráulica vertical (K_v) em profundidade, utilizando-se carga variável, foi obtida com a aplicação da fórmula:

$$K_v = 2,303 \times \left(\frac{R}{4\Delta t} \right) \times \left[\log \left(\frac{h_0}{h} \right) \right]$$

Onde:

R = raio do tubo,

h_0 = coluna d'água inicial,

h = coluna d'água final,

Δt = tempo decorrido para o rebaixamento entre h_0 e h .

2.4 SLUG BAIL TESTES

O slug teste é um teste de campo realizado em poços de observação ou poços de aproveitamento de recursos hídricos, comumente utilizado para determinação de parâmetros hidráulicos dos poços e caracterização das propriedades hidrogeológicas do aquífero. Esse teste consiste basicamente no lançamento de um volume conhecido de água ou objeto com volume conhecido, no poço em estudo e a observação da subida do nível e o tempo de recuperação do nível estático inicial, como ilustra a figura a seguir.

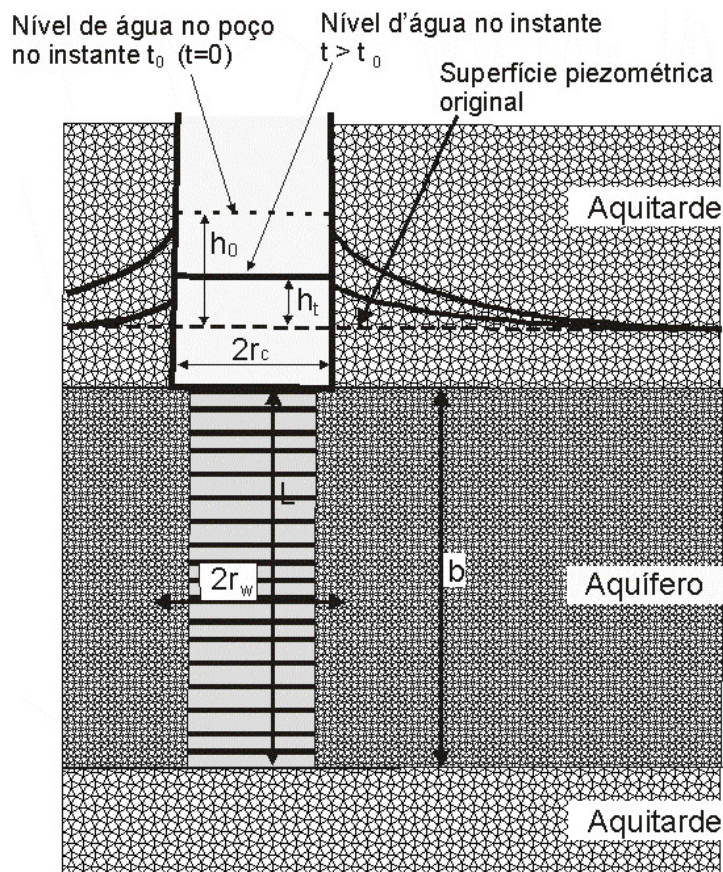


Figura 10 – Perfil esquemático de um poço hipotético mostrando a evolução de slug teste. (onde r_w é o raio de perfuração do poço, r_c é o raio do revestimento do poço, b é a espessura do aquífero).

O slug teste muitas vezes é associado a outro ensaio o bail teste, visto que além de um volume de água pode ser lançado um objeto com um volume conhecido, sendo que esse objeto pode ser retirado ao final do slug teste gerando rebaixamento no nível estático do poço, a recuperação desse nível pode ser acompanhada, obtendo-se assim, também um valor de condutividade. O bail teste é ilustrado na figura 11.

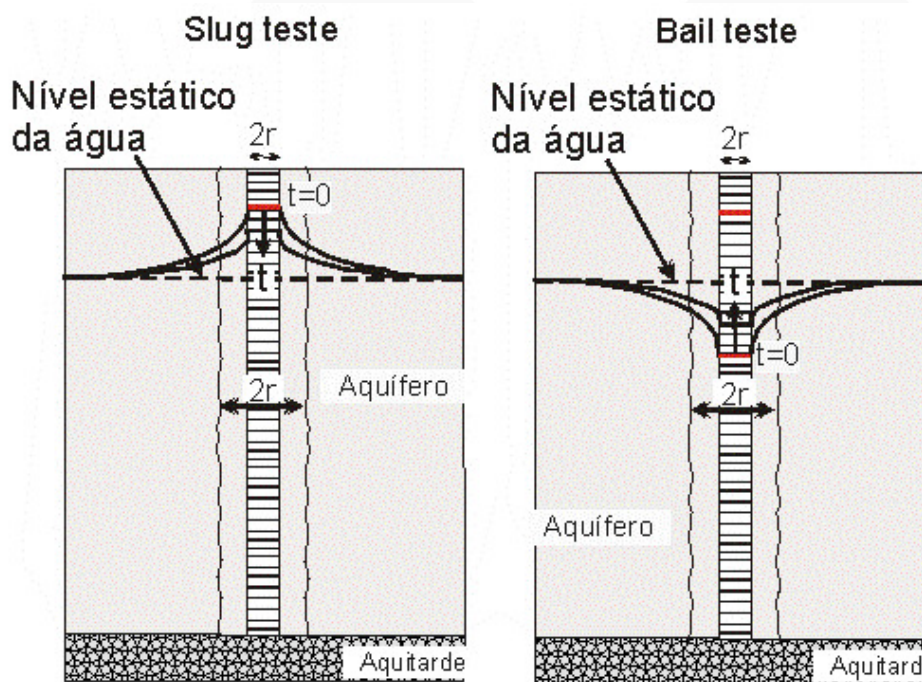


Figura 11 – Ilustração do Slug teste e Bail Teste.

Nos trabalhos de campo realizados para esse relatório foram executados quatro slug testes em 2 poços de observação diferentes, sendo que foram fornecidos os dados de mais cinco slug testes realizados nos poços de observação onde foi realizado o ensaio de traçador. Esses ensaios foram analisados utilizando-se três métodos matemáticos distintos para obtenção dos valores de condutividade hidráulica local.

2.4.1 SOLUÇÕES MATEMÁTICAS UTILIZADAS:

As três soluções utilizadas são o método denominado “função da vazão”, o método proposto por Hvorslev, que faz parte do sistema de soluções do programa AquiferTest 3.5, e o método de Bouwer-Rice, que também faz parte do programa AquiferTest 3.5.

O condutividade hidráulica segundo o “função da vazão” é obtida segundo a fórmula descrita a seguir:

$$K = \frac{Q}{5,5 \Delta h r}$$

, onde Q é a vazão medida do volume de água lançado, 5,5 constante empírica obtida para normalizar a fórmula, Δh a variação do nível freático inicial do teste e a final e r é o raio do poço de observação testado.

A fórmula proposta Hvorslev e presente no Aquifer Test são descrita da seguinte forma:

$$k = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2LT_L} \quad T_L = \frac{\pi r^2}{FK} \quad FK = \pi r^2 \frac{dr}{dt}$$
, onde r é o raio do poço de observação testado, L é o comprimento do filtro, R é o raio contínuo de interferência do poço de observação, h é a variação da altura do nível estático e t é o tempo.

A terceira solução analítica é a proposta por Bower & Rice que também está presente no programa Aquifer Test, e é descrita da seguinte forma:

$$K = \frac{r^2 \ln(R_{cont.})}{2L} \cdot \frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{h_0}{h_i}\right)$$
, onde r é o raio do poço de observação testado, L é o comprimento do filtro, $R_{cont.}$ é o raio contínuo de interferência do poço de observação, h_0 é a altura inicial nível estático, h_i é a altura no instante i e t é o tempo.

A três formulas apresentam resultados diferentes para um mesmo grupo de dados, porém a formula da “vazão” sempre apresentará resultados mais superestimados visto que não leva em consideração parâmetros construtivos do poço de observação. Os dados deste projeto são tratados com a utilização da solução de Bower & Rice, com utilização do Programa Aquifer Test PRO 4.1.

3 EQUIPE TÉCNICA

PROFISSIONAL	PROFISSÃO / CREA
Alexandre Matos Seidel	Coordenador geral do projeto / CREA-DF 12276/D
Rodrigo Avila Cipullo	Geólogo
Fábio Soares de Mendonça	Estagiário de Geologia

4 BIBLIOGRAFIA

SEPLAN/RO Programa de Zoneamento Socioeconômico e Ecológico-ZSEE em escala 1:250.000. (<http://www.seplan.ro.gov.br/conteudo.asp>).

QUADROS, MARCOS LUIZ DO ESPÍRITO SANTO. Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia: Sistema de Informações Geográficas – SIG: Texto Explicativo do Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia/Organizado por Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros [e] Gilmar José Rizzotto. – Escala 1:1.000.000. – Porto Velho: CPRM, 2007. 153p.

SANTOS, J.O.S.; HARTMANN, L.A.; GAUDETTE, H.E.; GROVES, D.I.; McNAUGHTON, N.J.; FLETCHER, I.R. A new understanding of the Provinces of the Amazon Craton based on Integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. *Gondwana Research*, v.3, n.4, p.453-488, 2000.

SCANDOLARA, J.E. A neotectonica no Estado de Rondônia e adjacências: esboço preliminar e aspectos evolutivos. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONIA, 6, 1999, Manaus. Boletim de Resumos Expandidos. Manaus: SBG-Nucleo Norte, 1999. 596p. p.301-304.

SCANDOLARA, J.S. Geologia e evolução do terreno Jamari, embasamento da faixa Sunsas/Aguapei, centro leste de Rondônia, sudoeste do Craton Amazônico. 2006. 383p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

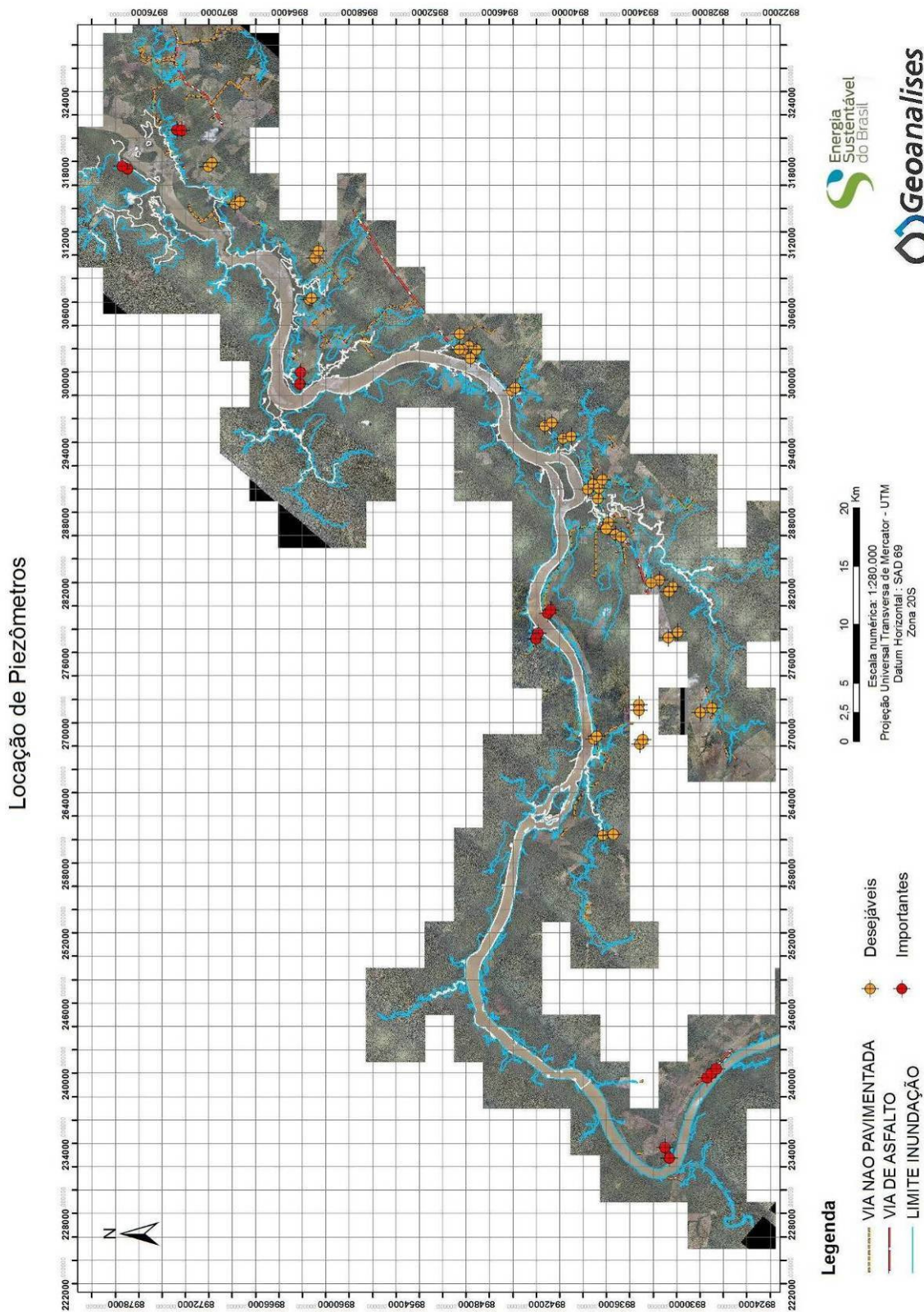
RIZZOTTO, G.J.; QUADROS, M.L. do E.S. Geologia do sudoeste do Cráton Amazônico. In: HORBE, A.M.C.; SOUZA, V. da S. (Coords.). Contribuições a geologia da Amazônia. Belém: SBG-Núcleo Norte, 2005. v.4, p. 69-84.

BAHIA, R.B.C. A Formação Palmeiral (Proterozoico Superior) na Serra dos Pacaas Novos, oeste de Rondônia. 1997. 88p. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Para, Belém, 1997.

ISOTTA, C.A.L.; CARNEIRO, J.M.; KATO, H.T.; BARROS, R.J.L. Projeto Provincia Estanífera de Rondonia. Relatório Final. Porto Velho: CPRM, 1978. 16v., il. (Convenio DNPM/CPRM).

GEOAnalises Sondagens e Monitoramentos LTDA
Alexandre Matos Seidel

Anexo I – Mapa imagem com os pontos para obtenção de autorização de instalação de piezômetros.



Anexo IV – Laudos dos ensaios SLUG-BAIL Test executados.

