



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

RAMIRO DOS SANTOS BOHRER

**POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE BARRAMENTO DE ÁGUA PARA SUPRIR
DEMANDAS DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO EM ATIVIDADE MINEIRA**

**Caçapava do Sul
2016**

RAMIRO DOS SANTOS BOHRER

**POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE BARRAMENTO DE ÁGUA PARA SUPRIR
DEMANDAS DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO EM ATIVIDADE MINEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Tecnologia Mineral da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Mineral.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich.

**Caçapava do Sul
2016**

RAMIRO DOS SANTOS BOHRER

**POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE BARRAMENTO DE ÁGUA PARA SUPRIR
DEMANDAS DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO EM ATIVIDADE MINEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Tecnologia Mineral, área de conhecimento Engenharias II e na linha de pesquisa de Gestão Ambiental e Sustentabilidade na Mineração da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Mineral.

Dissertação defendida e aprovada em: 27 de dezembro de 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich
Orientador
UNIPAMPA

Prof^a. Dra. Caroline Wagner
UNIPAMPA

Prof. Dr. Rafael Matias Feltrin
UNIPAMPA

Prof. Dr. Thiago Henrique Lugokenski
UNIPAMPA

Dedico esta dissertação a minha amada esposa Priscila, que me deu suporte do início ao fim deste trabalho e ao meu recém nascido filho Miguel para lembrar que é importante ter conhecimento e ampliar horizontes.

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich, que aceitou pegar minha dissertação em andamento e incentivou a não desistir de concluir.

A minha esposa Priscila, pelas madrugadas de revisões e sua paciência na longa duração desta pós graduação.

A empresa Águia Metais, que autorizou acesso a área de pesquisa, passou dados importantíssimo para execução e conclusão deste trabalho, especificamente da pessoa do Sr. Alfredo Nunes Gerente de Exploração.

A minha empresa Planageo, por me ceder equipamentos e funcionários para execução de parte deste trabalho, mais precisamente na figura dos estagiários Diogo e Débora que sempre serão muito bem lembrados pela força e empenho em me ajudar.

"O difícil nós fazemos agora, o impossível leva um pouco mais de tempo."

Ben Gurion

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE BARRAMENTO DE ÁGUA PARA SUPRIR DEMANDAS DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO EM ATIVIDADE MINEIRA

Potential for using water bus to suppress demands from the benefit process in mining activity

Ramiro dos Santos Bohrer¹; Pedro Daniel da Cunha Kemerich²

1 Mestrando em Tecnologia Mineral da Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul/RS.

2 Professor do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Mineral da Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul/RS.

RESUMO

O desenvolvimento socioeconômico e industrial ao longo dos anos levou a um consumo desenfreado de água. A mineração, processo causador de grandes impactos, tem grande necessidade do uso de água, como é o caso de uma empresa mineradora, no Projeto Três Estradas, localizado na cidade de Lavras do Sul, RS, onde se tem um projeto de implantação para uma planta de beneficiamento de fosfato, o que leva a uma grande importância do estudo hídrico desta área. Sendo assim, neste trabalho foi feita uma análise do quantitativo pluviométrico na área de estudo, supondo a construção de um barramento, a fim de se verificar o suprimento ou não da demanda de água para o empreendimento. Para isso, fez-se um cálculo do volume mensal de chuva na região e, então calculada a diferença de água entre a oferta e a demanda da empresa, utilizando-se o Método Prático Australiano (ABNT NBR 15527/2007). Com isso, conclui-se que a demanda de água será muito maior que a oferta, necessitando de outras soluções para a necessidade da empresa.

Palavras Chave: Disponibilidade hídrica. Mineração. Microbacia.

ABSTRACT

Socioeconomic and industrial development over the years has led to unbridled consumption of this element. Mining, a process that causes large impacts, has a great need for water, such as a mining company, in the Três Estradas Project, located in the city of Lavras do Sul, RS, where there is a Phosphate beneficiation plant, which leads to a great importance of the hydrological study of this area. Thus, in this work, a pluviometric quantitative analysis was performed in the study area,

assuming the construction of a bus, in order to verify the supply or not of the water demand for the enterprise. For this, a calculation was made of the monthly rainfall volume in the region and then the water difference between supply and demand of the company was calculated using the Australian Practical Method (ABNT NBR 15527/2007). With this, it is concluded that the demand for water will be much higher than supply, necessitating other solutions for the company's need.

Keywords: Water availability. Mining. Microbasin.

INTRODUÇÃO

A água desempenha no planeta um importante papel, sendo os seres vivos totalmente dependentes deste elemento. Porém, ao longo dos anos, esse recurso vem se tornando cada vez mais escasso, o que se deve ao crescimento populacional, industrial e uso irregular deste elemento.

Conforme a Lei 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a água é um bem de domínio público, assim como um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Vivemos em um planeta com água em abundância, ocupando cerca de 70% da superfície terrestre. Entretanto, deste montante, 97,5% são de águas salgadas, localizadas nos mares e oceanos, não sendo utilizáveis para a agricultura, indústria ou consumo humano. A água doce remanescente, que representa 2,5% do total, também não está totalmente disponível: 1,7% está na forma de geleiras ou calotas polares, 0,75% encontra-se como água subterrânea e menos de 0,01% é de água superficial (ANA, 2013). No Brasil, a oferta de água é grande, visto que se encontram no território brasileiro cerca de 260.000m³/s, dos quais 205.000 m³/s estão na bacia do rio Amazonas, sobrando para o restante do território 55.000 m³/s de vazão média (ANA, 2015).

A mineração é um processo antrópico de grande impacto. Quando atrelado ao consumo de água, se torna ainda mais vultuoso o seu confronto com a sociedade. É inegável a necessidade dos minerais em nossa vida, por isso, temos que ter em mente que deve-se ter grande responsabilidade na mineração (CASTRO & FAGUNDES, 2013).

O interesse entre as mineradoras pela origem, qualidade, volume de água utilizada no processamento mineral e seu reuso vem se tornando cada vez mais freqüente (CETEM, 2005).

Segundo a CETEM (2005), apesar do interesse pelo uso da água na mineração ser cada vez maior, ainda há uma carência no Brasil de dados sobre o consumo, a origem e a qualidade da água utilizada na mineração, assim como um controle mais rígido tanto da origem quanto do material descartado.

O reuso da água na mineração é uma das principais preocupações. Existem unidades de processamento de minérios onde a água é recuperada e reutilizada para minimizar os custos operacionais, reduzir quantidade de efluentes descartados no meio ambiente e, em alguns casos, para a recuperação de reagentes. A água de reuso diminui, significativamente, a quantidade de água nova e minimiza os custos de captação (CETEM, 2005).

O mercado de fertilizantes está totalmente ligado ao mercado agro produtor, o qual depende dos fertilizantes para aumentar a produtividade do solo e assim alimentar a crescente população mundial. O fosfato, potássio e nitrogênio são os principais insumos para fertilizantes (SILVA, 2012).

Ao se tratar do uso da água e sua reutilização, cabe destacar que no processo produtivo da rocha fosfática, é na fase de beneficiamento que existe a maior utilização, uma vez que se realiza a úmido (KULAIF, 2009).

No beneficiamento do fosfato por meio de flotação, a água desempenha um papel de grande importância. Sem ela não se separa o minério da massa rochosa sem aproveitamento econômico e industrial, fazendo com que a mesma seja de extrema importância para a sustentabilidade da jazida e, logicamente, do empreendimento.

Como principal insumo do setor de mineração, a água torna-se cada vez mais um fator de preocupação das empresas desse segmento, onde os principais fatores considerados ao se implantar uma usina de beneficiamento, estão o uso da água e a bacia para disposição de rejeitos (CETEM, 2005).

O aparecimento do fosfato, neste estudo de caso é na localidade de Três Estradas, localizada no interior do município de Lavras do Sul, próximo dos municípios de Bagé e Dom Pedrito. Recebe este nome por ser um entroncamento entre estas três cidades. Pertence, ainda, ao Escudo Sul-rio-grandense, rico em rochas sedimentares.

Na localidade em estudo, há um projeto de implantação para uma planta de beneficiamento de fosfato, por isso a importância do estudo hídrico da área. A implantação da planta de beneficiamento do fosfato em Três Estradas vai depender e muito das quantidades hídricas da bacia. O projeto, segundo dados disponíveis em relatórios da empresa, visa um recurso mineral total a ser lavrado na ordem de 40.000.000 ton., sendo que o volume total do rejeito será de 20.000.000 m³ e um total de estéril de 30.000.000 m³.

As bacias hidrográficas são unidades de estudos perfeitas para obtermos um resultado com uma delimitação natural, sem ter que se reportar a uma ação antrópica como limite; isto permite que a natureza mesmo mostre seus valores com naturalidade dentro de cada área. Para um melhor entendimento da disponibilidade dos recursos hídricos, é de extrema importância que se faça um estudo aprofundado da bacia hidrográfica a qual está inserida a jazida, pois nela vão estar caracterizados todos os aspectos naturais e antrópicos encontrados.

O estéril não terá potencial para geração de água ácida, uma característica importante para o seu reaproveitamento. Porém, a demanda de água nova será na ordem aproximada de 1.500 m³/h, quantidade esta realmente relevante, visto que a região é uma das que detém um dos menores índices pluviométricos do Rio Grande do Sul, conforme relatórios da Agência Nacional de Águas (ANA).

É importante ressaltar que o município de Lavras do Sul, onde se encontra o projeto Três Estradas, tem sofrido estiagens prolongadas nos últimos anos, chegando a decretar situação de emergência em janeiro de 2012, assim como os 33 municípios da região, demonstrando, assim, que a questão da água é um dos aspectos importantes e sensíveis do projeto e, por ser uma problemática regional, nada melhor que selecionar a bacia hidrográfica como centro dos estudos.

Estabelecer se a capacidade de captação de água na bacia é suficiente ou não para a demanda industrial é importantíssima, pois desta maneira poderá ser pensado o tamanho do reservatório e assim não depender dos quantitativos de precipitação de um curto espaço temporal.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo de colaborar para os estudos de reservatório hídrico que será utilizado no processo de beneficiamento da atividade mineira, neste caso específico no projeto Três Estradas, localizado na cidade de Lavras do Sul-RS, verificando a disponibilidade hídrica da bacia e a viabilidade da construção do mesmo.

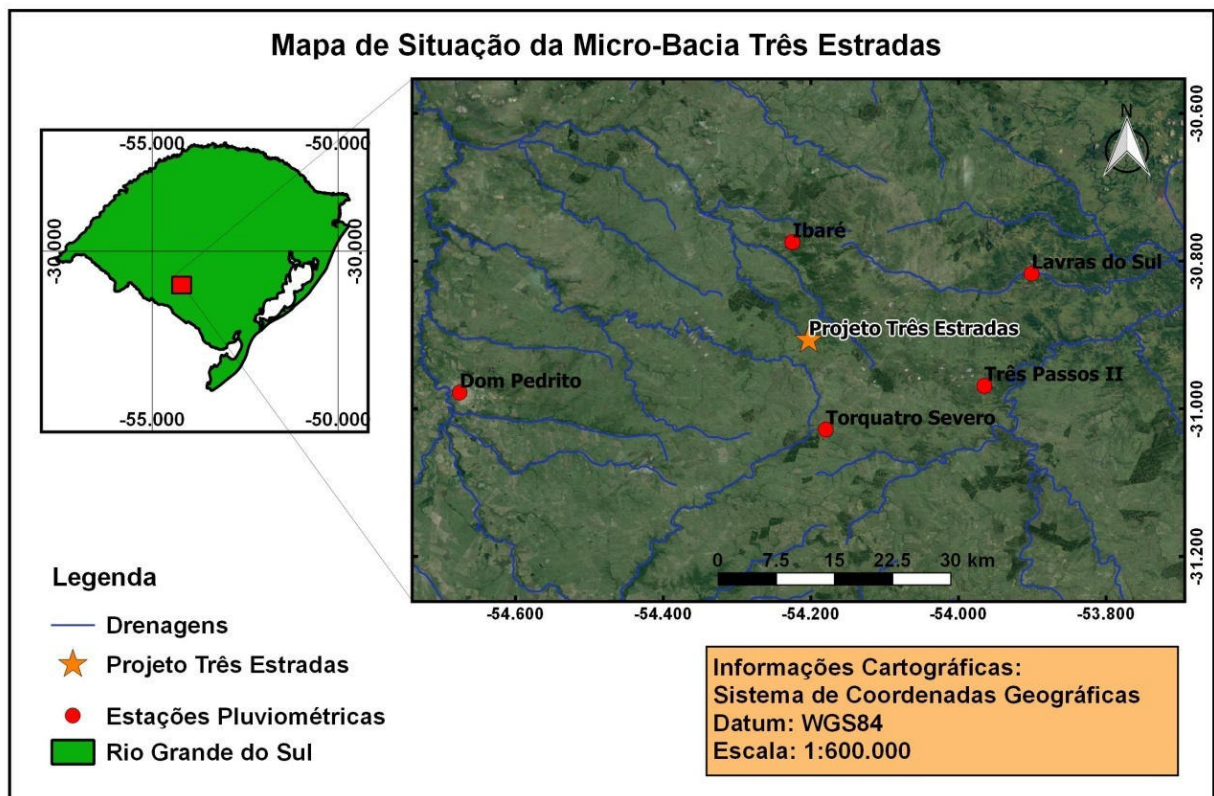
METODOLOGIA

Aqui serão apresentadas a localização da área, as etapas, a descrição dos materiais e métodos utilizados para a aquisição de dados e demais detalhes para a execução do trabalho.

O acesso para a localidade em questão se dá partindo do trevo de acesso da cidade de Lavras do Sul-RS, no sentido Bagé-RS pela rodovia RS-357(sem pavimentação); percorrer 26,25 km, no sentido sudoeste até o trevo com a BR 473 (sem pavimentação), seguir pela esquerda na mesma em sentido Bagé, por mais 6,99 km. No entroncamento, virar à direita, percorrer 3,15km,passando pela ponte da linha férrea,seguindo por 6,36 Km.

A Figura 01 apresenta a localização da Jazida de Três Estradas.

Figura 01: Localização da Jazida de Três Estradas, Lavras do Sul, RS



Fonte: Modificado de *Google Earth* (2016).

Para iniciar este trabalho foram selecionados postos pluviométricos com dados disponíveis, que influenciam diretamente o Projeto Três Estradas e, assim, saber o quantitativo possível a ser captado na micro bacia.

Sendo assim, foram pesquisados os dados pluviométricos das estações meteorológicas de Lavras do Sul, Ibaré, Três Passos II, Torquatro Severo e Dom Pedrito em um espaço temporal de 15 anos (2001 a 2015), onde foram estabelecidas médias anuais e mensais para o período exposto. A pesquisa de tais dados foi realizada através do site da ANA (<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>), e organizados em forma de tabela (Tabela 01).

As Estações foram selecionadas pela sua distância da área e pela similaridade da região, com baixas pluviosidades e micro climas semelhantes.

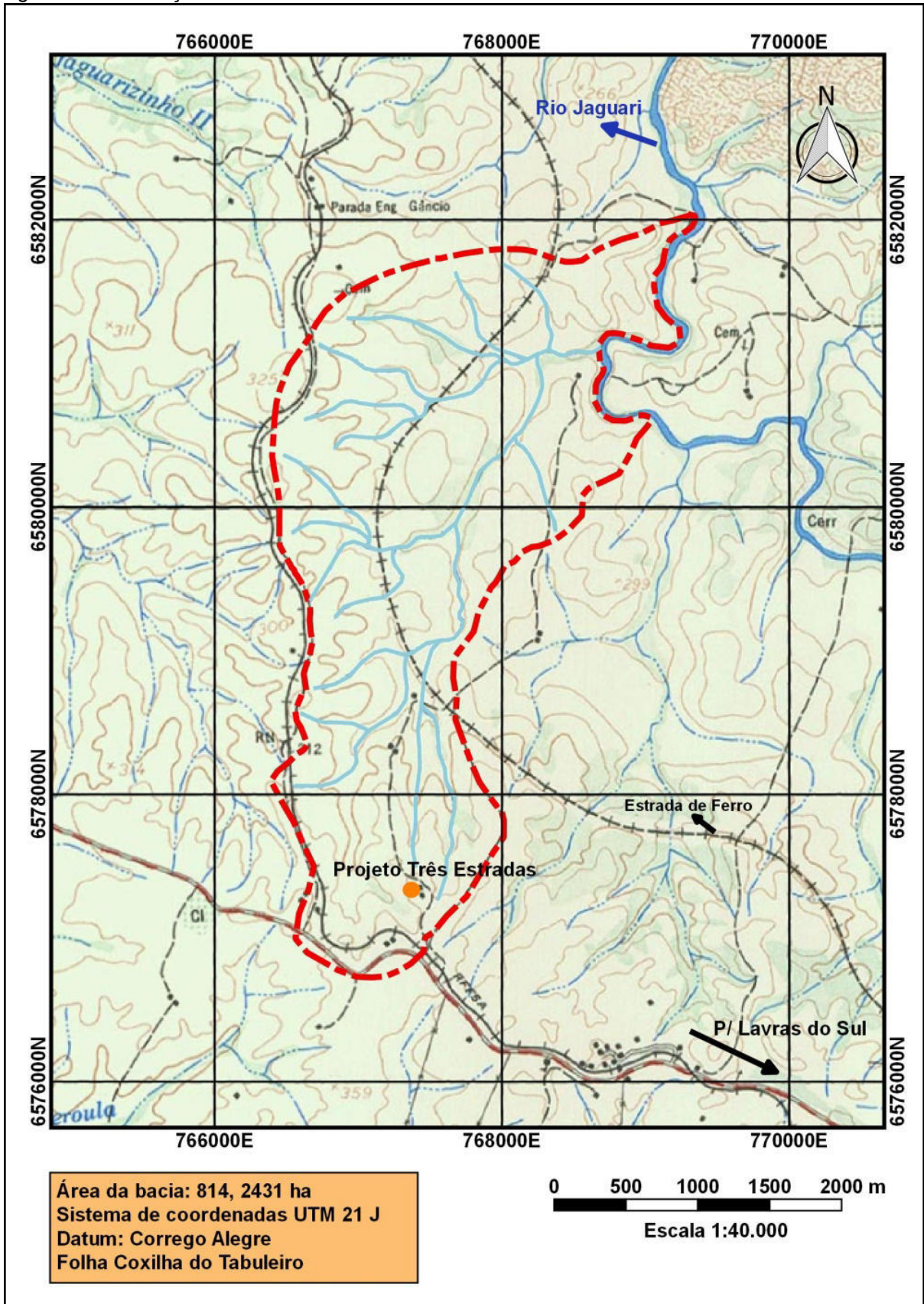
Tabela 01: Dados de localização e médias de precipitação das estações Pluviométricas selecionadas no entorno do Projeto 3 Estradas

Estação	Código ANA	Longitude UTM (Fuso)	Latitude UTM (Fuso)	Médias nos 15 anos (mm)	
				Anual	Mensal
Dom Pedrito	3054002	721968m(21J)	6570523m(21J)	1453,67	121,77
Ibaré	3054019	765620m (21J)	6592123m(21J)	1335,6	116,68
Lavras do Sul	3053007	222494m(22J)	6586984m(22J)	1457,69	122,46
Torquatro Severo	3154003	769333m(21J)	6563802m(21J)	1378,45	121,19
Três Passos II	3053023	216802m(22J)	6570070m(22J)	1422,19	125,34

Fonte: adaptado de Agência Nacional das Águas (2016).

A delimitação dos limites da micro bacia, mostrada na Figura 02, foi feita com auxílio da carta do exército (Folha Coxilha do Tabuleiro), determinando os divisores de água.

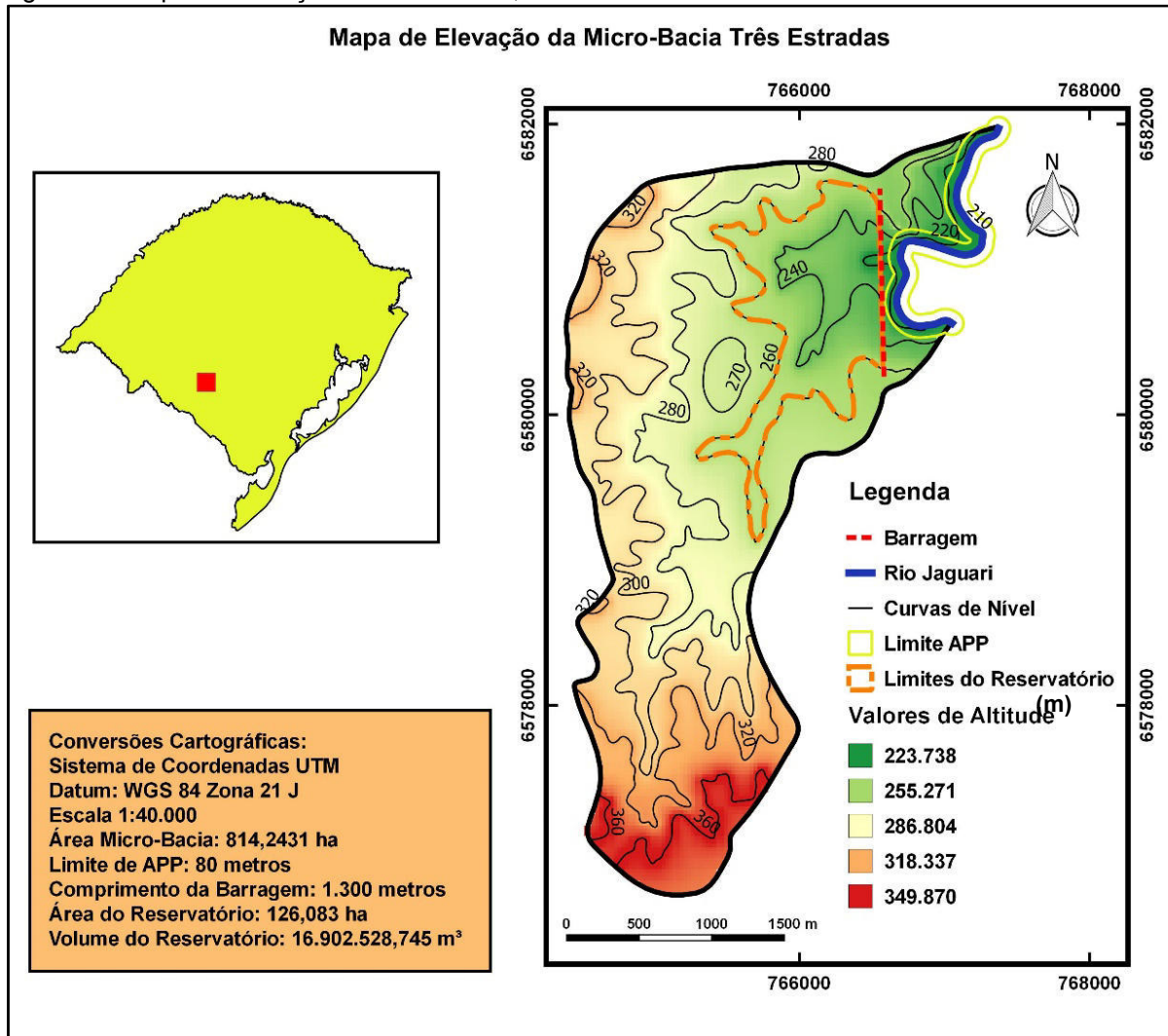
Figura 02: Delimitação da micro bacia



Fonte: modificado da Carta do Exército (Folha Coxilha do Tabuleiro), (2016).

Assim definida a micro bacia, tendo sua área de captação, médias pluviométricas e análise dos quantitativos necessários, podemos passar para etapa da criação do reservatório. O cálculo de área foi realizado através do uso do Software Quantum GIS (QGIS), como podemos observar na Figura 03.

Figura 03: Mapa de elevação da micro bacia, delimitando o reservatório



Fonte: O Autor (2016).

A seguir, serão apresentadas as metodologias para a elaboração dos mapas deste trabalho.

1. Elaboração dos Mapas

Para realização deste estudo foi utilizado um Software SIG, livre e gratuito, Quantum GIS (QGIS), onde foram utilizados os dados coletados para geração de mapas e modelos de interpolação. Baseado no sistema de processamento deste

Software, foi possível estimar valores de pluviosidade, altitudes do terreno, áreas e volumes, servindo, então, de base para cálculos de diferentes parâmetros que contribui com nossa análise da disponibilidade hídrica da micro bacia no projeto Três Estradas.

Os quatro principais mapas neste trabalho consistem em:

- Localização e Situação;
- Pluviosidade Anual;
- Pluviosidade Mensal;
- Elevação Altimétrica do Terreno.

A descrição detalhada das ferramentas e técnicas utilizadas na geração de cada mapa será abordada adiante.

1.1 Mapa de Localização e Situação

O mapa de localização é utilizado para apresentar a área de estudo e sua posição geográfica com suas respectivas coordenadas, destacando as principais vias de acesso e drenagens existentes, sendo utilizada imagem de satélite para complementar com a representação da vegetação.

A imagem de satélite foi obtida através do Software gratuito *Google Earth Pro* e georreferenciada no programa QGIS, utilizando sua ferramenta de georreferenciamento. Iniciamos atribuindo pontos de controle terrestre e definindo o Sistema de Coordenadas de Referência (SRC) para o mesmo da imagem de satélite, com sistema de projeção UTM, Zona 21 Sul, Datum horizontal WGS 84. Optou-se pelo método de transformação tipo polinomial de 1º grau, sendo este necessário no mínimo 3 pontos de controle terrestre para iniciar a transformação, gerando uma imagem georreferenciada com formato de GEOTIFF, e erro médio inferior a 0,5m. No QGIS o valor do erro é expresso em pixel; este valor está em conformidade com os critérios de aceitação estabelecidos no Decreto nº 89.817, publicado no dia 20 de junho de 1984, que firma o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC (BRASIL, 1984).

1.2 Mapa de Pluviosidade (Método das Isoietas)

Interpolação espacial é o processo de utilização de pontos com valores conhecidos para estimar os valores em outros pontos desconhecidos. Para representar os valores pluviométricos em toda área de estudo, é necessário a aplicação de uma interpolação para análise espacial. Utilizando os dados de pluviosidade média mensal e anual que foram coletados pelas estações pluviométricas existentes na área de estudo, geramos uma superfície *raster* com estimativas de valores pluviométricos feitas para todas as células deste *raster*. Como produto do mapa de interpolação pode-se efetuar a extração de isolinhas pluviométricas.

No QGIS essa ferramenta é utilizada para gerar uma interpolação de pontos em uma camada vetorial pelos métodos triangular (TIN) ou peso pelo inverso da distância (IDW). Nas opções do layout a ferramenta para interpolação é acessada pela janela “*Raster*” e selecionando a opção “Interpolação”. Para realizar este método inserimos a camada vetorial (neste caso são os pontos que representam as estações), selecionamos o atributo de interpolação (valores de pluviosidade média mensal e anual), e definimos o tipo de interpolador gerando uma superfície *raster* de formato TIF, com os valores estimados de pluviosidade. A análise das imagens *raster* mostrou que a interpolação do tipo IDW é mais representativa, sendo esta a opção utilizada.

Para geração das isolinhas pluviométricas selecionamos no layout a janela “*Raster*” opção “extração” e “Contorno”, onde deve-se especificar qual o arquivo de entrada (imagem *raster* de pluviosidade), local que será salvo o arquivo gerado em formato *Shapefile*, e o intervalo entre as linhas de contorno, que foi definido um valor de 20 mm para pluviosidade anual e 1 mm para a mensal.

1.3 Elevação Altimétrica do Terreno

A representação altimétrica do terreno é uma ferramenta muito importante para o estudo hidrológico e determinação do volume disponível para armazenamento do reservatório.

Utilizando a carta do exército, Folha Coxilha do Tabuleiro georreferenciada, vetorizou-se as curvas de níveis atribuindo seu respectivo valor de altitude, gerando

esta camada vetorial com nosso parâmetro de interesse. Tendo as curvas de níveis vetorizadas com equidistâncias de 20 metros em formato *Shapefile*, utilizamos a ferramenta de interpolação para gerar um mapa *raster* de modelo digital de terreno (MDT) em formato TIF. O tipo de interpolador que obteve melhor resultado foi o peso pelo inverso da distância (IDW).

O cálculo do volume foi feito considerando apenas os valores abaixo de 260 metros de altura referente à área total do reservatório. A ferramenta no QGIS que permitiu o cálculo de volume do reservatório pode ser acessada no *layout* do programa pela janela “Processar” e, selecionando “Caixa de Ferramenta”, abrirão as opções de processamento utilizando geocalgoritmos. Selecionando a opção “comando *GRASS*”, “*Raster*” e “*r.volume*” devemos especificar qual MDE será utilizado para cálculo do volume, sendo este a imagem *raster* gerada a partir da interpolação das curvas de níveis referente a área do reservatório. Os dados de volume apresentam-se em uma tabela gerada pelo programa, que também expõem os valores máximos e mínimos de elevação e área total que foi utilizada no cálculo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

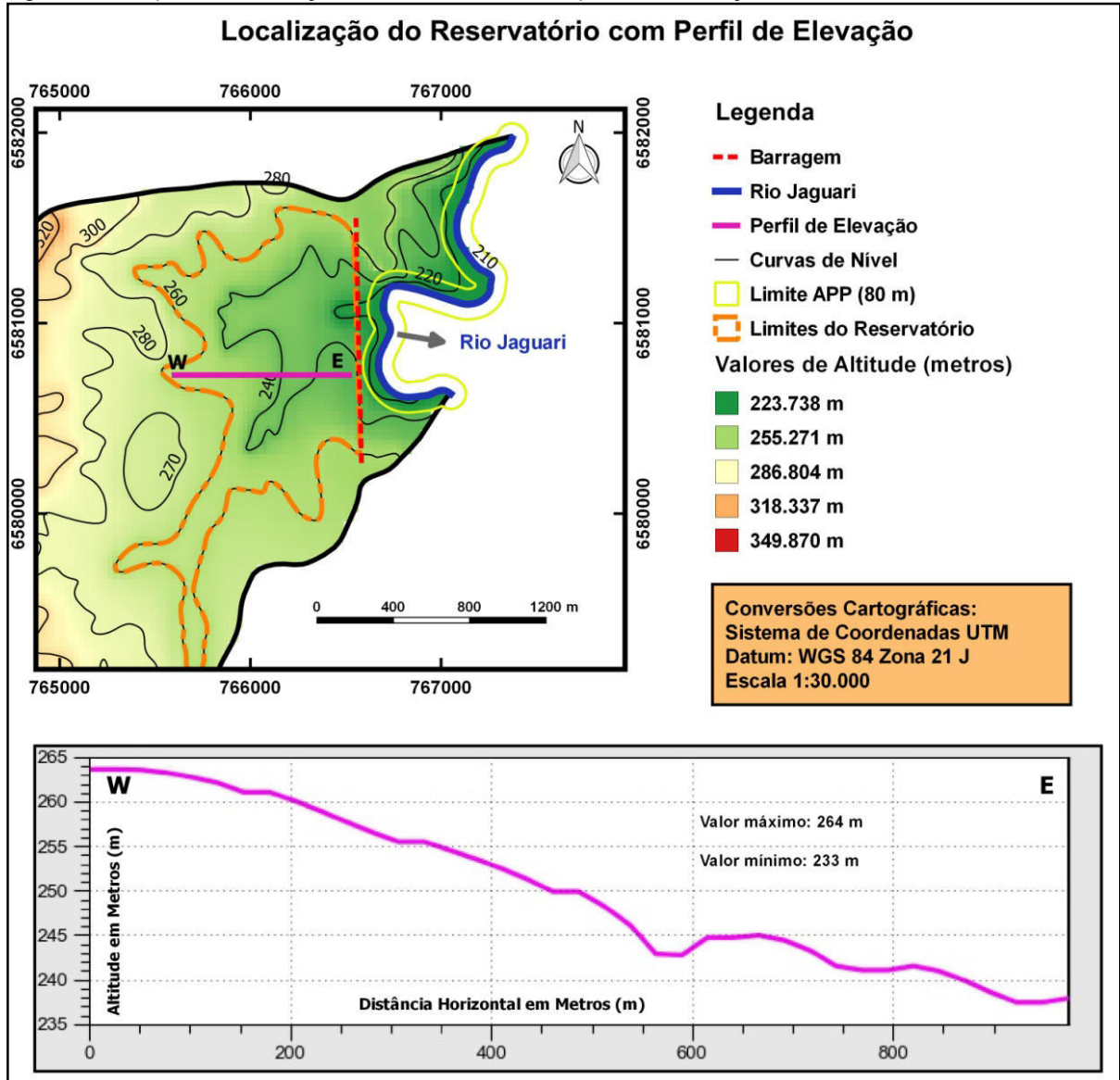
Para a realização deste trabalho, foi estabelecido o melhor lugar para implantação do reservatório dentro da bacia, pois este será o mantenedor do quantitativo de água para o empreendimento; nele serão depositadas todas condições para viabilidade no abastecimento de água para o processo de beneficiamento do minério. Desta forma, o melhor lugar está apresentado anteriormente, na Figura 03 que destaca a delimitação do reservatório e seu barramento.

Conforme a Figura 04, o reservatório está localizado na porção nordeste da bacia, quase na margem do rio Jaguari, deixando a APP de fora para construção do seu barramento. Como podemos observar, há um traçado onde representa o perfil topográfico W-E, demonstrando como se comporta o relevo que ficará submerso no reservatório e sua amplitude altimétrica capaz de ser preenchida.

Dentro desta visão, verifica-se que entre a cota mínima e a cota máxima há uma amplitude topográfica de 31m. Também, pode-se verificar que dentro de uma

área de 1.260.830m² do barramento com este perfil vamos ter a capacidade de 16.902.528,745m³ em sua capacidade máxima.

Figura 04: Mapa de localização do reservatório com perfil de elevação

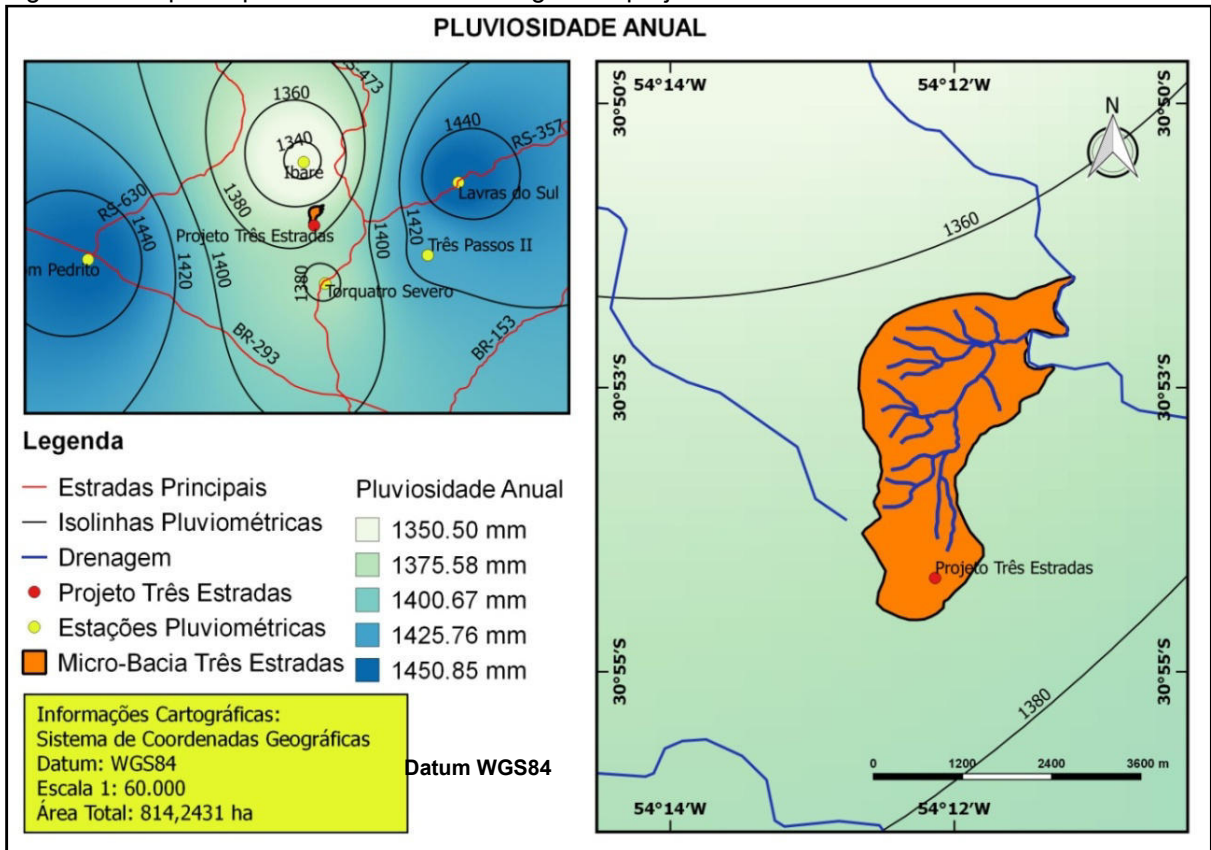


Fonte: O Autor (2016).

Agora serão apresentados os quantitativos de pluviosidade dentro da bacia, pois este índice será o nosso mais importante resultado para o espaço temporal que levará para o armazenamento total de água no reservatório, bem como do abastecimento do mesmo quando já estiver em utilização. Fez-se o uso dos valores apresentados na Tabela 01.

Para isso, tivemos uma resposta de precipitação média anual dos últimos 15 anos de 1370mm aproximadamente, como mostra a figura gerada no mapa de isolinhas da pluviometria na região e em destaque na micro bacia (Figura 05).

Figura 05: Mapa de pluviosidade anual na região do projeto Três Estradas

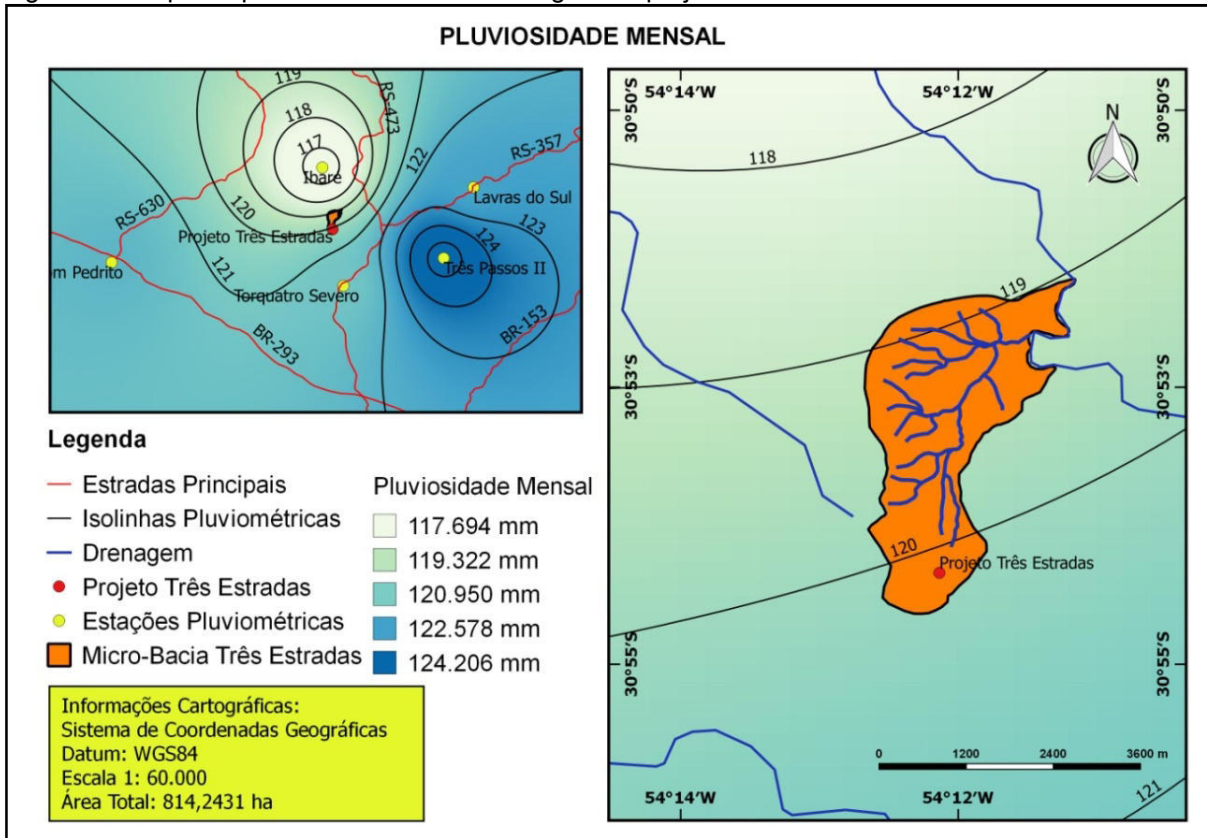


Fonte: O Autor (2016).

Para melhor precisão do estudo foi aplicado a média mensal da pluviosidade na região através das isoietas para, assim, termos o mapa do quantitativo ao longo dos 12 meses do ano utilizando-se, também, os dados apresentados na Tabela 01, com o histórico dos últimos 15 anos (Figura 06).

Com um resultado de aproximadamente 120mm de precipitação dentro das isoietas das médias mensais históricas podemos, agora, apresentar o poder de captação do reservatório.

Figura 06: Mapa de pluviosidade mensal na região do projeto Três Estradas



Fonte: O Autor (2016).

Durante a busca do melhor método a ser utilizado, foi verificado em diversas literaturas, sites técnicos, em artigos científicos, bem como pesquisas acadêmicas, tais como ABNT NBR 15527 (2007), Amorim e Pereira (2008), Fontanela (2010), Tomaz (2012) entre outros, que não existe um método que melhor represente a realidade para este estudo de caso, pois não temos estudo que desconsidere as vazões de mananciais hídricos de dentro da bacia, taxa de perda da pluviosidade com o solo e cobertura vegetal, bem como perda por evaporação. Sabemos, então, que o melhor método a ser aplicado neste trabalho não existe ou está excluído ao conhecimento acadêmico. Sendo assim, utilizou-se o Método Prático Australiano (ABNT NBR 15527/2007), método este que melhor se encaixou com a necessidade do trabalho e dados disponíveis.

O volume mensal de chuva, então, é obtido pela equação:

$$Q = A * C * (P - I) \quad (\text{Eq. 01})$$

Onde:

Q = Volume de água produzido pela chuva, unidade em m³;

A = Área de captação, unidade em m²;

C = Coeficiente de escoamento superficial (0,2 para áreas rurais);

P = Precipitação média mensal, unidade em mm/mês;

I = Interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação (geralmente 2mm).

Foram realizados dois cálculos para saber o quantitativo mensal: um para toda a micro bacia e um somente para a área do reservatório, apresentados abaixo, na Tabela 02.

Tabela 02: Valores dos quantitativos pluviométricos mensais na micro bacia e reservatório

	A (m²)	P(mm)	C	Q (m³)
Micro bacia	8142431	119	0,2	190532,8854
Reservatório	1260830	119	0,2	29503,422

Fonte: O Autor (2016).

A partir daí, foi calculada a diferença de água entre a oferta e a demanda, apresentados na Tabela 03. Para o cálculo, utilizou-se a demanda de 1500m³/h (segundo dados fornecidos pela empresa), valor aproximado declarado pela empresa, considerando 10h de trabalho por dia, excluindo-se sábados e domingos.

Tabela 03: Valores dos quantitativos da oferta e demanda mensais na micro bacia e reservatório

	Oferta (Q) (m³)	Demanda (m³)	Falta (m³)
Micro bacia	190532,8854	330000	139467,1146
Reservatório	29503,422	330000	300496,578

Fonte: O Autor (2016).

Sabemos agora que o volume concentrado no barramento não será o suficiente para demanda de água do empreendimento, e que o poder de abastecimento do reservatório com a demanda pluviométrica também não atenderá o processo de beneficiamento do minério.

CONCLUSÃO

Ao se analisar os resultados, conclui-se que a construção do reservatório não conseguiria suprir a demanda de água necessária, visto que a região tem um déficit muito grande na pluviosidade, com estiagens prolongadas.

Conclui-se analisando a Tabela 03 que o reservatório terá uma entrada de água menor que 10% ao que o empreendimento necessita, o que remete a um estudo de caso ainda mais amplo, necessitando de novas soluções para suprir a demanda.

Sendo assim, pode-se sugerir que a empresa adote outro sistema de captação da água para o reservatório, como por exemplo, utilizar a água de um manancial hídrico perene e com vazão suficiente para atender a demanda.

Outra opção de maior viabilidade seria a empresa substituir a utilização de água nova para um modelo de reuso da água, pois em períodos de estiagens, mesmo um rio com vazões consideráveis e que atenda a demanda no dia-dia, ainda serão encontradas dificuldades para se manter o quantitativo necessário para o beneficiamento. Com isso, a problemática ainda passará pela questão ambiental e da outorga da água para se utilizar um manancial da vultuosidade que será necessário para o empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas. ANA. <http://www.ana.gov.br>. Acesso em abril de 2014.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos: informe 2015.** Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2015.

AGUIA RESOURCES. **Estudos preliminares geotécnicos, de recursos hídricos e ambientais para o projeto fosfato três estradas.** Volume II - Estudos geotécnicos e hidrogeológicos. 2012.

C & Tem. **A importância da água na mineração.** Informativo do centro de tecnologia mineral. 2005.

_____. **Estudos preliminares geotécnicos, de recursos hídricos e ambientais para o projeto fosfato três estradas.** Volume iii - hidrologia. 2012.

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A..**Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva- aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - requisitos**.Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Presidência da República. Decreto n.º 89.817, de 20 de junho de 1984. **Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional**. Brasília, DF, 1984. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm>. Acesso em: 21 out. 2016.

BRASIL. Presidência da República. Lei n. 9433, de 8 de Janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 05 out. 2016.

CASTRO, Simões e FAGUNDES, Mateus. **Minerar é preciso?** Trilha do minério. REVISTA DOIS PONTOS. Janeiro de 2013. Disponível em: <http://revistadoispontos.com/trilha-do-minerio/minerar-e-preciso>. Acesso em: 14 jun. de 2014.

FONTANELA, Leonardo. **Avaliação de metodologias para dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água pluvial**. 2010. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

HUGENTOBLE, Marco. Quantum GIS. In: **Encyclopedia of GIS**. Springer US, 2008. p. 935-939.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO - DSG. Carta Topográfica. **Folha Coxilha do Tabuleiro (MI 2994/4)**. Escala de 1:50.000. Brasil 1980.

SILVA, Thiago Henrique Cardoso da et al. **A mineração de fosfato no Brasil: um estudo econométrico**. 2012.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de Água da Chuva**. 2010. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Capitulo109.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2016.