



**Universidade de Brasília**  
**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV**

**Caracterização de uma barragem de terra e procedimentos para concessão de outorga no Distrito Federal**

Rodnei Felix Aires Barrêto  
Orientador: Prof. Dr. Delvio Sandri

Brasília, 06 Março de 2013

Universidade de Brasília  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV  
Caracterização de uma barragem e procedimentos para concessão de outorga

Rodnei Felix Aires Barrêto  
Matrícula: 06/94860

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela banca examinadora:

---

Prof. Dr. Delvio Sandri  
Eng. Agrícola, Doutorado em Engenharia de Água e Solo  
Orientador

---

Prof. Dr. Cícero Lopes da Silva

---

Eng. Agrônomo, Raphael Amazonas Mandarino  
Membro Externo

Barrêto, Rodnei Felix A.  
Caracterização de uma barragem de terra e procedimentos para concessão de outorga / Rodnei Felix A. Barrêto; Delvio Sandri; - Brasília, 2013.

46 p.

Monografia – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

**Nome do Autor:** Rodnei Felix Aires Barrêto

**Título da Monografia de Conclusão de Curso:** Caracterização de uma barragem de terra e procedimentos para concessão de outorga

**Ano:** 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Rodnei Felix Aires Barrêto  
CPF: 003.917.971-07

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente a Deus, que me fez um “caboco filiz”, porque se eu nascesse de novo e pudesse escolher, mais do que eu sou não queria ser não senhor. E antes de tudo, tenho muito a agradecer, pois ninguém vive, constrói, cresce, evolui sozinho. Sempre precisaremos de “mestres” alguém para nos guiar e apoiar, para que assim também possamos passar isso a diante, compartilhar momentos, experiências, aprendizados acho que esse é maior bem que temos.

Agradeço ao Seu Reinaldo e a Dona Dinaura, as pessoas que me botaram no mundo, me educaram, me aturam, me ensinaram, brigaram, enfim tudo isso. E apesar tudo, me amam incondicionalmente assim como eu também amo. Além disso são as pessoas que eu mais admiro no mundo inteirinho. Seu Reinaldo é o cara, obrigado pai, obrigado mãe.

Agradeço ao meu orientador, Professor Delvio, que me apoio ao longo dessa monografia e sempre acreditou e me apoio demais da conta.

Agradeço aos meus sócios/amigos/uma porção de outras coisas, Felipe (técnico) e Mandarino/Tamarindo/Bailarino que sem eles nem essa monografia não poderia existir. Hehehe... ARPYA Brasil Engenharia.

Agradeço aos meus irmãos, Reinaldo, Ronei e Deyla, pelo simples fato de existirem, pelo simples fato da gente brigar sempre, mas saber que sempre terá o apoio um do outro.

Agradeço a minha família de um modo geral, meus primos Dani e Thiagão que me fizeram estudar e passar nessa UnBesta, se não fosse eles me obrigando a estudar no cursinho, até mesmo porque nem de estudar eu gosto. À Dona Deja, minha Vuvu, que foi ali com ela que comecei a me apaixonar pela minha futura profissão. Ao meu padrinho Tio Reda, que foi outro a contribuir na minha escolha. Aos meus tios Osnei e tio Kaito. A todos da minha família; Josy, Diego, Larisse, Elisson, Rocinho, Rafael, Suelene, Sueli, Sandra, Paulo Henrique, Fabão (primão de coração) e todos os outros.

Agradeço a G.C. Tio Night, Diogo Preto Bandido, Klebinho Bilico, Romino branquelo safado, Samuel Baratinha, Vitinho. Sei que posso contar com vocês.

Agradeço a galera do “jiujiprissu” hehehe... Tucunas Top Team, JP (Joãããã) mais que um amigo, um parceiro, um irmão, à Camilla, Marcos Pauloo guenga reia, Muri Toledo, Bruinho, Moraes, Barata, Gilson, Diogo mondrongo, e toda a galera que faz parte, que tão sempre ai. É Tucunas... E não poderia faltar o Brown e o Saruê.

Agradeço a galera da agronomia, que essa é uma família muito boa, são tantos nomes que fica até difícil de citar todo mundo, mais ai vai; Caiopa/ditador/presidente/dilma/fafinski é se for citar tudo é mais de um parágrafo pra esse idiota. Hehehehe. Titio mlk doido, P.O's parceiro vei de guerra, Joãozinho, Jimmy, Raízuxaaa mlka doida, Drieeene, Ju Hiromi, Edil, Gaúcho, Frankinelson, Orlando, Esporinha, Gaioto aquele gordo idiota (“*idiooota nãooo*”), Vitão que nunca vai me bater fazendo luvinha comigo no muay thai, Renan Everlast, Sheiki, Wesceley (criou júizo e percebeu que a florestal não da futuro). Aqui é tanta gente, mas tanta gente que falta espaço e tempo. Mas tamo junto todo mundo ai. Afinal “*nós somos da agronomia...*”. A todo mundo, desde a galera de quando eu entrei, há muuuuuuitos anos atrás, até a galera que ta entrando hoje. Espero que o espírito de companheirismo permaneça.

Agradecer aos funcionários da FAV, Rosana, Amandinha, Renan que sempre quebraram meus galhos.

Aos Professores; Zé Ricardo (melhor Professor Peixoto), Gentil (isso é um mala, no bom sentido) um cara que sabe bater e passar muita coisa, Xavier, Marilusa, Wenceslau, Fábio, Cícero, Samuel, Luci, Borgo, Fagiolli, Serjão, , e todos os outros que tiveram que me aturar dentro e fora da sala de aula.

Ao professor Adley, que entrou par dar aula apenas um semestre na Agronomia e acabou virando um amigo com quem aprendi muita coisa.

Agradeço aos amigos que fiz na UnB e fora da agronomia, Gi, ou Gigi, que sempre me atura nas horas boas e ruins até quando ela enjoa e não quer mais conversar. Principalmente ao pessoal da florestal, Angela, Supla, Will, Rebla e tantos outros onde fui monitor de MEC MAQ apenas 6 semestre, metade da minha graduação. Claro sempre tentando ensinar algo que preste pra esse povo da florestal.

Agradeço ao pessoal do BRB, onde fiz estágio, não só estágio, fiz amizades e aprendi muuuuuuuita coisa lá dentro. Minha chefinha, linda querida do meu coração Patrícia, Chiba sempre calado, quieto, mas na hora de fazer uma piadinha era com ele mesmo, Carol (Cagol), Fabíola sempre me dando conselhos, Dani. Todos sempre maravilhosos, simplesmente não tenho o que reclamar de ninguém e somente a agradecer.

Agradeço a minha segunda família, Amandita sua nerd amo você, Robsleia, Fegatinha, Dribs, Titia Cris, Graça, Victor Hugo (é o mintoruugo), a Naa (Nathy Selva)

que assim como eu é outra agregada. Também me ajudaram bastante ao longo da minha caminhada.

Agradeço aos meus amigos de Goiânia, Bruno, Mih e tia Sueli que estou sempre lá perturbando.

Dedico à Faraildes Neiva Barreto,  
Minha tia, uma pessoa maravilhosa que nos deixou  
e deixa muitas saudades e lembranças, sempre boas,  
agora está no céu olhando por mim e por minha família.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO</b> .....	<b>2</b>
2.1 GERAL .....	2
2.2 ESPECÍFICOS .....	2
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
3.1 BACIA HIDROGRÁFICA .....	3
3.2 ASPECTOS LEGAIS DA CONCESSÃO DE OUTORGA DE BARRAGENS PARA POSTERIOR USO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	4
3.3 ESTUDOS HIDROLÓGICOS DE BACIA HIDROGRÁFICA .....	5
3.3.1 <i>Técnicas de Geoprocessamento</i> .....	5
3.3.2 <i>Produção hídrica da microbacia</i> .....	6
3.3.3 <i>Densidade de drenagem</i> .....	6
3.3.4 <i>Coefficiente de compacidade</i> .....	7
3.3.5 <b>Medição da vazão de um corpo hídrico</b> .....	<b>7</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>7</b>
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA .....	7
4.2 PRODUÇÃO HÍDRICA DA BACIA .....	10
4.3 TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO .....	10
4.4 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO .....	11
4.6 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS E OPERACIONAIS DA BARRAGEM .....	12
4.6.1 TIPO DE BARRAMENTO E DE SOLO DA BARRAGEM.....	12
4.6.2 <i>Técnica construtiva da barragem</i> .....	12
4.6.3 SISTEMA DE ESVAZIAMENTO E DESARENADOR .....	13
4.6.4 <i>Canal extravasor</i> .....	14
4.8 MEDIÇÃO DO VOLUME DA REPRESA .....	14
4.9 DESCRIÇÃO SOBRE OS PIVÔS-ENTRAIS, ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO E DEMANDA DE ÁGUA .....	17
4.10 PROCEDIMENTO PARA CONCESSÃO DA OUTORGA DA BARRAGEM .....	19
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>19</b>
5.1 COEFICIENTE DE COMPACIDADE .....	19
5.2 DENSIDADE DE DRENAGEM DA MICROBACIA.....	20
5.3 VOLUME DE ÁGUA ARMAZENADO E DIMENSÕES DA BARRAGEM .....	20
5.4 SOLO DA BARRAGEM.....	23
5.5 VAZÃO OUTORGADA.....	25
5.6 MONITORAMENTO DA BARRAGEM .....	25
5.7 RECOMENDAÇÕES, MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DA BARRAGEM .....	26



5.7.1 Limpeza do extravasor.....	27
5.7.2 Conservação dos taludes .....	28
5.7.3 Limpeza do fundo.....	29
5.7.4 Infiltração pela barragem.....	29
5.7.5 CONTROLE DE VEGETAÇÃO AQUÁTICA.....	30
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>31</b>
<b>7. REFERENCIAS .....</b>	<b>32</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Valores cobrados na BHSF .....	5
TABELA 2. Cobertura do solo na microbacia de contribuição do córrego do Curral Queimado. ....	10
TABELA 3. Estimativa de hora máquina do projeto técnico.....	13
TABELA 4. Dados obtidos na da seção do Córrego do Curral Queimado para medição da vazão. ....	16
TABELA 5. Tempo decorrido pelo flutuador para percorrer 10 m.....	17
TABELA 6. Vazões obtidas a montante e jusante da barragem. ....	17
TABELA 7. Valores obtidos e valores do projeto original da barragem. ....	21
TABELA 8. Inclinação do talude na montante e na jusante. ....	23

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Croqui de acesso ao a propriedade onde esta instalada a barragem no Córrego do Curral Queimado na microbacia hidrográfica do córrego do Curral Queimado. ....	8
FIGURA 2. Distribuição da área de acordo com a declividade em porcentagem dentro da bacia de contribuição da microbacia.....	8
FIGURA 3. Cobertura do solo na microbacia hidrográfica do córrego do Curral Queimado de acumulação do projeto da barragem. ....	9
FIGURA 4. Disponibilidade hídrica do Distrito Federal. ....	10
FIGURA 5. Estação Total da Marca Gowin, modelo TKS 202 utilizada para levantamento planialtimérico. ....	11
FIGURA 6. Imagem de satélite do local da barragem no ano de 2002 quando ocorreu o esvaziamento do reservatório. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
FIGURA 7. Sondagem realizada na crista do barramento. ....	12
FIGURA 8. Esquemática do sistema de esvaziamento tipo Monge (A) . Estrutura do monge (B). ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
FIGURA 9. Saída da vazão ecológica pelo desarenador.....	14
FIGURA 10. Canal extravasor. ....	14
FIGURA 11. Sequencia de pontos levantados com a estação total.....	15
FIGURA 12. Localização da medição de vazão a jusante, pelo método do flutuado (A) e Localização da medição de vazão montante pelo método do flutuador (B).....	16
FIGURA 13. Vista aérea dos pivôs instalados na propriedade. ....	18
FIGURA 14. Talude Jusante, Casa de bombas e Caixa elétrica (A) e Talude jusante, casa de maquinas e tubulação de saída para o pivô (B)....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
FIGURA 15. Gráfico do perfil do córrego Curral Queimado. ....	20
FIGURA 16. Modelo digital de elevação da área da barragem.....	22
FIGURA 17. Perfil do barramento corte A-B (figura 10).....	23
FIGURA 18. Sistema de monitoramento por tubos de PVC.....	26
FIGURA 19. Canal extravasor. ....	28
FIGURA 20. Talude montante (A) e vista do talude jusante (B). ....	28
FIGURA 21. Proteção da crista com declives e canaletas de drenagem.....	29
FIGURA 22. Detalhe da vegetação aquática, aguapés, no espelho d'água.....	31

## **RESUMO**

. A partir da coleta de dados e caracterização da barragem podemos formalizar o pedido de outorga junto a agência reguladora competente. O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento de dados hidrológicos e topográficos da microbacia hidrográfica do córrego do Curral Queimado, das informações da área alagada e de uma barragem de terra instalada em propriedade privada localizada no núcleo rural Riacho das Pedras, Planaltina-DF e de todas as informações necessárias para atendimento da legislação para formalizar a solicitação de concessão de outorga do empreendimento

## 1. INTRODUÇÃO

Devido a crescente preocupação com a escassez de recursos naturais, como por exemplo, os recursos hídricos, é de fundamental importância seu uso otimizado e racional. A água, elemento imprescindível à vida, têm sido tema de grandes discussões em razão das suas diversas finalidades, e até mesmo e por vezes, é objeto de disputa entre diferentes setores. Situação essa, agravada pela crescente demanda deste recurso para atendimento das necessidades de uso industrial, na produção agrícola, na criação de animais e abastecimento urbano.

Diversas alternativas podem ser adotadas pelo homem para compatibilizar a oferta com a demanda, dentre estas, destaca-se a construção de barragens, que ao serem construídas em propriedades rurais, de pequeno ou médio porte, normalmente com barramento de terra. Para construção destes empreendimentos ou adequação ao uso dos recursos hídricos neles armazenados, quando já estão implantados, é exigida pelos órgãos ambientais que seja solicitada a concessão de outorga que legaliza sua utilização.

O uso de barragens é uma alternativa para armazenamento e posteriores usos da água, especialmente de precipitações naturais ou derivadas de um curso de água natural, que podem ser utilizadas como a geração de energia elétrica, produção de proteína animal (criação de pescados, dessedentação animal), uso urbano e industrial, irrigação de culturas agrícolas, dentre outras alternativas. Segundo a World Commission on Dams (2000), do total de grandes barragens no mundo, cerca de um terço (36%) foi construída exclusivamente com a finalidade de irrigação ou como objetivo principal.

Porém, a implementação de tais estruturas, que envolvem as etapas de levantamento de dados, projetos técnico, econômico, social e ambiental, bem como a manutenção e segurança da obra, deve ser desenvolvida considerando diversos aspectos inerentes a topografia local, condições climáticas, hidrologia local, tipo de solo, fundação da barragem, finalidades do uso da água armazenada, demandas atuais e futuras, dentre outros aspectos técnicos e legais.

No que se refere aos aspectos legais para construção da barragem e concessão de outorga, deve-se proceder considerando os seguintes passos: Entrar em contato com a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA), - quando for o caso - solicitar o requerimento para implantação e regularização de barragens e preencher o mesmo para posterior efetivação da entrada de solicitação e análise pela agência reguladora. O levantamento das informações sobre a

bacia ou microbacia hidrográfica, barragem e informações que se fizerem necessárias deve ser acompanhada por profissional habilitados que assinatura como responsável técnico pelas informações prestadas.

Para a caracterização da microbacia hidrográfica do córrego do Curral Queimado, pertencente à sub-bacia hidrografia do Rio Preto, incluída na bacia do São Francisco, onde esta localizada a barragem de terra em análise neste trabalho, bem como o levantamento de todas as informações do barramento, tem por finalidade formalizar o pedido de outorga da barragem, uma vez que esta havendo o uso da água armazenada para irrigação de culturas graníferas, destacando-se o feijão, milho, soja e trigo, utilizando a aspersão por pivô-central. A barragem foi construída no ano de 1997, sendo o projeto elaborado e executado pela extinta Fundação Zoobotânica do Distrito Federal.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é realizar o levantamento de dados hidrológicos e topográficos da microbacia hidrográfica do córrego do Curral Queimado, das informações da área alagada e de uma barragem de terra instalada em propriedade privada localizada no núcleo rural Riacho das Pedras, Planaltina-DF e de todas as informações necessárias para atendimento da legislação para formalizar a solicitação de concessão de outorga do empreendimento.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Geral**

Realizar o levantamento de dados hidrológicos da microbacia hidrográfica do córrego do Curral Queimado e de todas as informações necessárias para atendimento da legislação para concessão de outorga da barragem, incluindo a bacia hidrográfica, barramento e sistema de irrigação.

### **2.2 Específicos**

- Realizar o levantamento de dados da bacia de contribuição da barragem de terra, incluindo sua área de contribuição, levantamento planialtimétrico;
- Estimar a produção hídrica da bacia de contribuição para fins comparativos quanto à capacidade de armazenamento da barragem;
- Determinar a densidade de drenagem;
- Estimar a vazão do Córrego do Curral Queimado, pertencente a Bacia do São Francisco (BSF);

- Desenvolver todos os procedimentos técnicos necessários para solicitação de concessão de outorga da barragem;
- Quantificar o volume de água armazenado na barragem e realizar a medição das dimensões da barragem;
- Realizar um estudo da segurança da barragem.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Bacia hidrográfica**

A bacia hidrográfica pode ser entendida como uma área onde a precipitação é coletada e conduzida para seu sistema de drenagem natural, isto é, uma área composta de um sistema de drenagem natural onde o movimento de água superficial inclui todos os usos da água e do solo existentes na localidade (MAGALHÃES, 1989).

Também conhecida como área de drenagem, a bacia de contribuição de um rio é toda área onde as águas da chuva descarregam ou são drenadas para a seção do curso d'água em estudo (TUCCI, 1998).

Hierarquicamente, bacias hidrográficas menores se juntam para formar bacias hidrográficas maiores e, assim, como derivações, aparecem, usualmente, os termos *sub-bacia* e *microbacia* (e até mesmo, *minibacias*). De forma diferente, o termo sub-bacia transmite uma ideia de hierarquia, de subordinação dentro de uma determinada malha hídrica, independentemente do seu tamanho, razão pela qual, parece ser mais apropriado para se estabelecer uma diferenciação por áreas de abrangência (MACHADO, 2010).

Segundo a ANA (2011), sub-bacia hidrográfica é área fisiográfica drenada por um curso d'água e por diversos rios conectados de menor volume d'água (que drenam as microbacias), que convergem para um leito principal, e se constitui, dependendo da área de abrangência do projeto, numa unidade ideal de planejamento integrado do manejo dos recursos hídricos.

O corpo hídrico Córrego do Curral Queimado, está inserido dentro da Bacia do São Francisco (BSF) que abrange parte de seis estados: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Goiás; além do Distrito Federal, totalizando 504 municípios. A BSF é dividida em Alto São Francisco (Alto SF), Médio SF, Sub-Médio e Baixo SF. Além disso, existem outras divisões, feitas pelo DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica) que separa em dez sub-bacias: SB 40, SB 41, SB 42, SB 43, SB 44, SB 45, SB 46, SB 47, SB 48 e SB 49. Assim, o Córrego do Curral

Queimado (faz parte do Médio São Francisco e localiza-se na Sub-bacia do Rio Paracatu - SB 42), desagua no Riacho Riachão, que desemboca no Rio Preto e este desagua no Rio Paracatu que, enfim, vai para o São Francisco (ANA, 2013).

### **3.2 Aspectos legais da concessão de outorga de barragens para posterior uso dos recursos hídricos**

No Brasil e no mundo, a irrigação é a maior consumidora de água doce, sendo um patrimônio nacional cujo todo cidadão brasileiro tem direito e o Estado viu a necessidade de regulamentar o seu uso. Inicialmente foi editado a Lei de Direito da água do Brasil de 1934 que permaneceu em vigor por 65 anos, até a edição Lei Federal 9.443 de 8 de janeiro de 1997 denominada de Política Nacional de Recursos Hídricos. O código das águas ainda é válido, houve apenas uma revogação tácita da mesma, ou seja, é quando um texto de lei ou norma não tem mais utilidade ou aplicação prática e, mesmo sem ser expressamente cancelada, ninguém mais faz uso para as finalidades para as quais foi editada.

A Constituição Federal de 1988 estabelece que à água tenha apenas dois domínios, da união e dos estados. Dentro deste contexto, diversos estados elaboraram legislação própria para gestão dos recursos hídricos. A outorga de direito de uso de recursos hídricos foi instituída como instrumento facilitador da gestão das águas no Brasil, sendo este um ato administrativo que deve ser realizado junto ao órgão regulamentador estadual ou federal, dependendo do domínio do curso do rio.

No Distrito Federal a outorga, seja para uso dos recursos hídricos, seja para construção ou regularização de obras já implantadas é concedida pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA, que foi reestruturada pela Lei Distrital nº 4.285 de 26 de Dezembro de 2008. Em nível distrital a regulamentação é realizada pela Lei Distrital 2.725 de 13 de junho de 2001, que instituiu a Política de Recursos Hídricos e criou o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal.

Para o caso específico da outorga e registro para implantação e regularização de barragens no Distrito Federal, o processo administrativo é regido pela Resolução nº10 de 13 de maio de 2011. Ainda no âmbito administrativo, a ADASA estabelece os critérios técnicos da outorga por meio do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal.



Apesar do Córrego do Curral Queimado estar inserido na BSF, toda sua extensão está dentro do perímetro do Distrito Federal, portanto, a legislação competente será a do DF.

A BSF foi a 4ª bacia nacional a instituir cobrança aos usuários de água, autorizada a partir da publicação da Resolução nº 108/2010 do CNRH, D.O.U de 27 de Maio de 2010. Porém, as cobranças só foram efetuadas a partir de Agosto deste mesmo ano, conforme Balanço de Arrecadação Efetiva (ANA, 2013). Os valores propostos pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - CBHSF são os descritos na TABELA 1. A Deliberação CBHSF nº 56, de 02 de Dezembro de 2010, dispõe sobre critérios complementares de cobrança.

TABELA 1. Valores cobrados na BHSF

Tipo de uso da água	Unidade	Valor
Captação de água bruta	R\$ m <sup>-3</sup>	0,01
Consumo de água bruta	R\$ m <sup>-3</sup>	0,02
Lançamento de carga orgânica DBO <sub>5,20</sub>	R\$ Kg <sup>-3</sup>	0,07

Fonte: ANA (2010).

O princípio de cobrança, do usuário pagador está exposto na lei nº 6.938/81, no Art. 4, VI;

*“à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”.*

Baseado neste princípio que se pode instituir a cobrança do uso de água e formalizada na Lei das Águas, nº 9.433/1997, no Art. 44, descrê sobre a cobrança e quem ficará responsável pelas agências de água e seus respectivos comitês.

### **3.3 Estudos hidrológicos de bacias hidrográficas**

#### **3.3.1 Técnicas de Geoprocessamento**

O geoprocessamento trata-se de várias técnicas utilizadas na coleta, armazenamento, processamento, análise e representação de dados com expressão espacial, isto é, possíveis de serem referenciados geograficamente (georreferenciados). Essas técnicas de geoprocessamento podem ser divididas em; topografia convencional,

Sistema de posicionamento Global (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR), (Vettorazzi, 1996). Isto quer dizer que simples técnicas com equipamentos de baixa tecnologia como bússolas e trena, chegando até o nível de GPS geodésicos são considerados técnicas de geoprocessamento.

Adoção de técnicas de geoprocessamento, é uma ótima ferramenta que possibilita o desenvolvimento de estudos e peculiaridades de cada ambiente. Pois otimiza o trabalho de análises. (Zeng, Dorman, Ogburn, derwent & Williams, 2003).

Deste modo, o presente trabalho utilizou destas técnicas para facilitar o levantamento de dados como; área da micro bacia, perímetros, cotas de nível e outros dados necessários para a conclusão do trabalho.

### 3.3.2 Produção hídrica da microbacia

A obtenção da vazão específica de uma bacia pode ser pela Equação 1.

$$Q_B = A_B \times Q_E \quad (1)$$

Em que:

$Q_B$  = Vazão da bacia em estudo,  $L s^{-1}$ ;

$A_B$  = Área da bacia de contribuição em estudo,  $Km^2$ ;

$Q_E$  = Vazão específica bacia maior,  $L s^{-1} Km^2$

### 3.3.3 Densidade de drenagem

É um dos mais importantes parâmetros da análise morfométrica de bacias hidrográficas, obtido pelo comprimento médio de rios de uma bacia hidrográfica por unidade de área (HORTON, 1945), expressada pela Equação 2.

$$Dd = \frac{\sum L}{A} \quad (2)$$

Em que:

$Dd$  = Densidade de drenagem;

$\sum L$  = Comprimento total de canais e

$A$  = Área da bacia em hectares.

O comportamento hidrológico das rochas, em um mesmo ambiente climático, vai repercutir na  $Dd$ , ou seja, onde a infiltração for menor, maior será o escoamento superficial e possibilitará maior formação de canais permanentes.

### 3.3.4 Coeficiente de compacidade

As pequenas bacias apresentam várias formas possíveis em razão da estrutura geológica dos terrenos (TEIXEIRA, 2010). Para expressar estas formas numericamente, Gravelius propôs este índice, definido como a relação entre os perímetros (P) da bacia e de um círculo de área (A) igual a da bacia (Equação 3).

$$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (3)$$

Esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia independente do seu tamanho, assim, quanto mais irregular ela for, maior será o coeficiente de compacidade, ou seja, quanto mais próxima da unidade, mais circular será a bacia e será mais sujeita a enchentes (VILLELA & MATTOS, 1975).

### 3.3.5 Medição da vazão de um corpo hídrico

O fluxo de um corpo hídrico é uma das variáveis mais importantes para o manejo de uma bacia hidrográfica. Existem vários métodos para esta aferição e os principais segundo SANTOS et al. (2005) são: molinete hidrométrico, acústico (ADCP - Acoustic Doppler Current Profile), uso de dispositivos de geometria regular (vertedores e calhas Parshal), volumétricos (direto ou indireto) e o método do flutuador. Cada um destes tem sua importância, a escolha dependerá dos recursos disponíveis e da precisão requerida.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização e caracterização da microbacia hidrográfica

O levantamento para caracterização da área da microbacia hidrográfica do córrego do Curral Queimado foi realizado no ano agrícola 2012/2013.

Na referida bacia existe construída uma barragem de terra que armazena água para utilização na irrigação de culturas como: feijão, soja, milho e trigo, localizada no lote nº 27, Núcleo Rural Riacho das Pedras, Planaltina - DF. A barragem está inserida no Córrego do Curral Queimado, desagua no Riacho Riachão, que faz parte da bacia do Rio Preto, dentro da bacia do São Francisco (FIGURA 1).



Fonte: Adaptado Terracap (2009).

FIGURA 1. Croqui de acesso a propriedade.

Na microbacia hidrográfica do córrego do Curral Queimado, a área de contribuição é de 8,731 km<sup>2</sup> e perímetro total de 12.413,56 m, cujos contornos, cursos d'água e área total foram obtidos a partir de cartas topográficas do Sistema Cartográfico do Distrito Federal - SICAD DF.

A área encontra-se em região classificada geomorfologicamente como superfície regional de aplainamento (FIGURA 2). Estas áreas são caracterizadas pela baixa declividade e altitudes elevadas acima de 800 m.

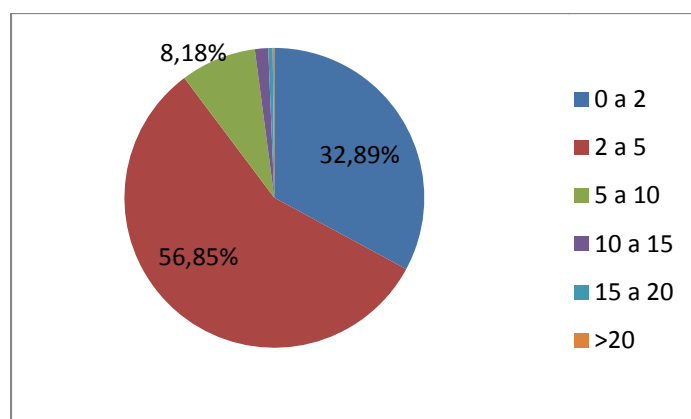


FIGURA 2. Distribuição da área de acordo com a declividade em porcentagem dentro da bacia de contribuição da microbacia.

Menos de 2% da área total da bacia apresenta declividade acima de 15% e 89,7% da área tem declividade abaixo de 5%. Estas características qualificam a área como altamente mecanizável, propiciando a agricultura que é a atividade responsável pela segunda maior parte da ocupação do solo da bacia, superado apenas para a pecuária.

Na Figura 3 observa-se o uso e cobertura do solo da microbacia hidrográfica do córrego do Cural Queimado.

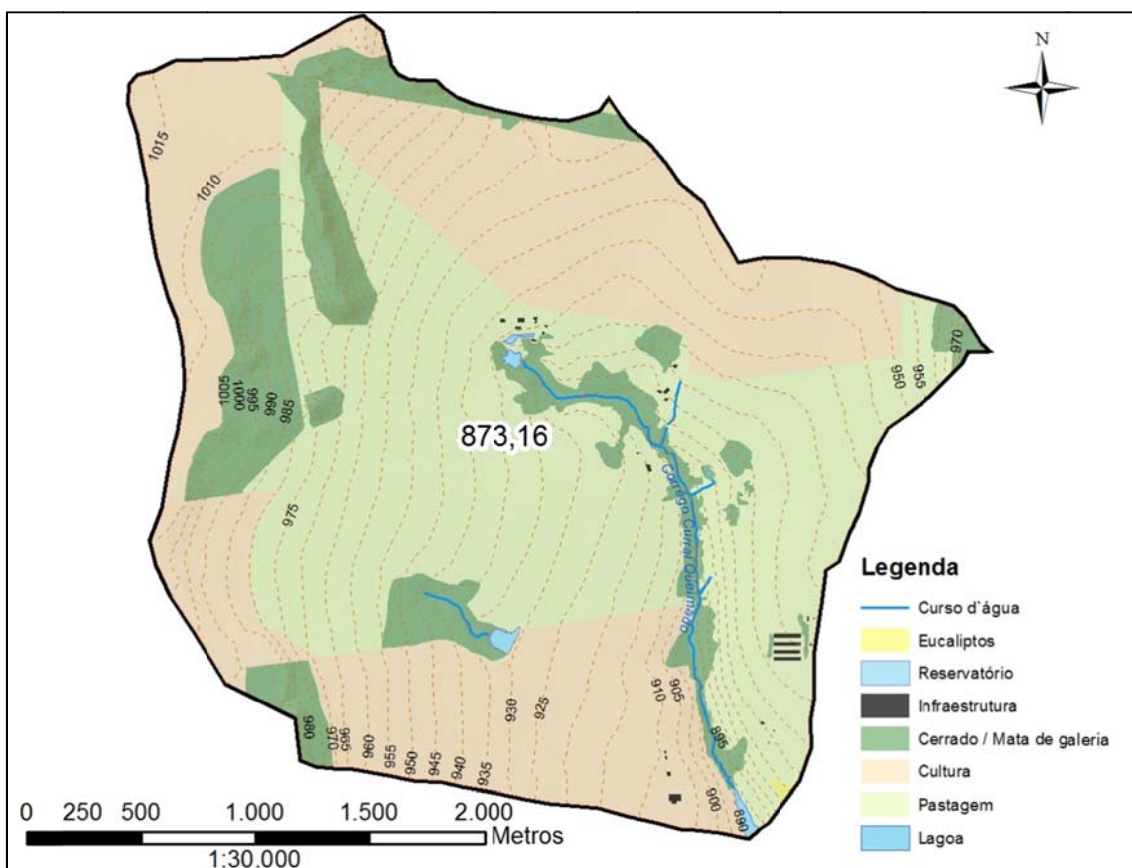


FIGURA 3. Cobertura do solo na microbacia hidrográfica do córrego do Cural Queimado de acumulação do projeto da barragem.

A bacia apresenta 0,17% da área total impermeabilizada com construção de infraestruturas como galpões, silos, secadoras, casas e currais.

A cobertura nativa representa aproximadamente 16% da área total e esta dividida em cerrado, campo limpo e mata de galeria (TABELA 2).

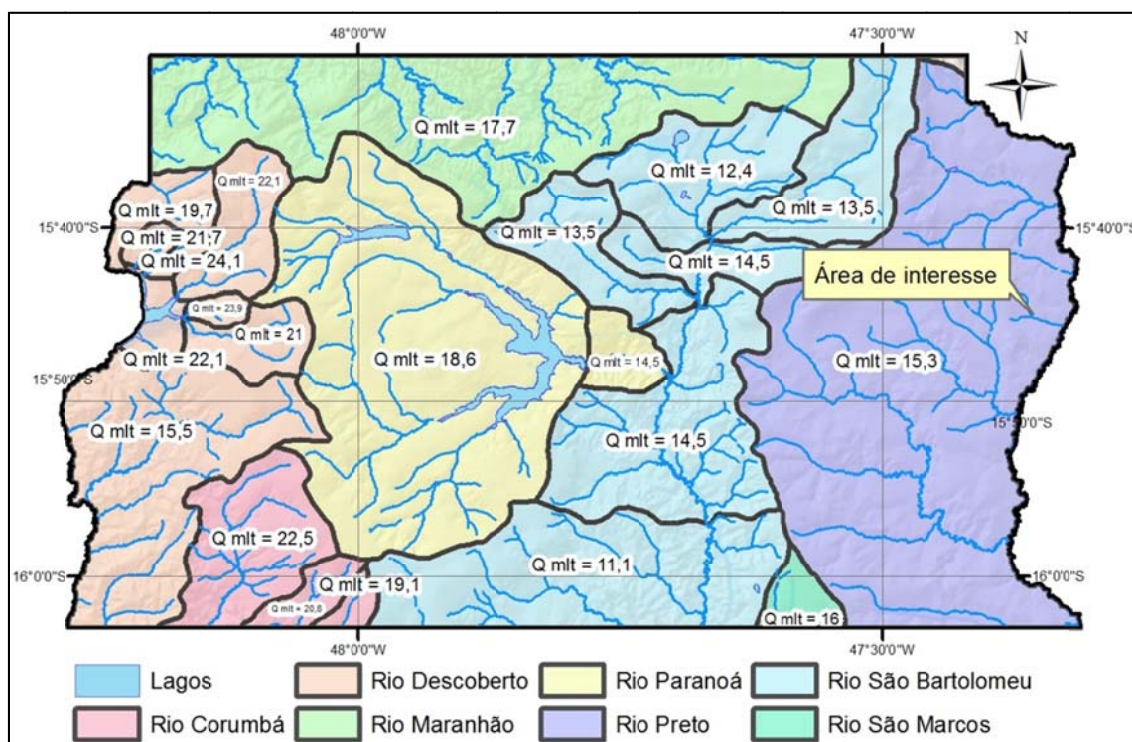
TABELA 2. Cobertura do solo na microbacia de contribuição do córrego do Curral Queimado.

Cobertura	Área	(%)
Cerrado / mata de galeria	139,52	15,98
Cultura	361,61	41,41
Infraestrutura	1,53	0,17
Pastagem	367,65	42,11
Eucaliptos	0,51	0,06
Reservatório	2,35	0,27

#### 4.2 Produção hídrica da bacia

Não existem dados históricos da bacia do Córrego do Curral Queimado, portanto foi utilizado o método da translação com dados da bacia do Rio Preto como base, pelo fato do referido córrego estar inserido nesta. Os dados foram obtidos do plano integrado de gerenciamento de recursos hídricos do Distrito Federal (FIGURA 4).

Para a obtenção da  $Q_{MLT}$  local deve ser multiplicado o valor da área de drenagem em questão pela  $q_{MLT}$  obtida no mapa. Onde:  $Q_{MLT}$  é a vazão média de longo termo e  $q_{MLT}$  é a vazão específica média de longo termo.



Fonte: Adaptado de ADASA (2005).

FIGURA 4. Disponibilidade hídrica do Distrito Federal.

#### 4.3 Técnicas de Geoprocessamento

Para calcular os valores de compacidade e densidade de drenagem foi utilizado o software ArcGis ® 10.0 para obtenção dos dados de área e perímetro da bacia,

conseguimos por meio da utilização de imagens do Distrito Federal disponíveis pela TERRACAP, extensão do córrego e todos os outros dados necessários.

#### 4.4 Levantamento planialtimétrico

Com o propósito de aferir a segurança da barragem com precisão foi realizado um levantamento topográfico na área alagada da barragem e na área circunvizinha. Este levantamento feito com estação (Figura 5), marca Gowin, modelo TKS 202, tem uma precisão angular de 2" e de distância de 2 mm total, foram coletados 1.330 pontos, para isso foi realizado caminhamento em "zig-zag" na crista, taludes (montante e jusante) e dentro da lagoa. Com estes dados foi possível calcular o volume do maciço e o volume de água. Foi possível ainda topografia de todo o terreno dentro e adjacente a barragem.

O as normas da NBR 13.133 de Maio de 1994. Os dados foram coletados nas datas 01 e 02/09/2013, 08 e 09/09/2013 e 15 e 16/09/2013.

. FIGURA 5. Estação Total da Marca Gowin, modelo TKS 202



#### 4.5 Características construtivas e operacionais da barragem

O projeto técnico da barragem foi elaborado no ano de 1997, O maciço foi construído com material argiloso obtido próximo a Barragem .

##### 4.5.1 Tipo de barramento e de solo da barragem

A barragem é considerada do tipo homogenia com núcleo impermeável, são barragens que o núcleo é feito com o mesmo material, porém compactado, (Lopes e Lima, 2005).

A determinação das propriedades físicas do solo do maciço foi realizada em quatro testes com material retirado a 15 cm de profundidade do talude de jusante do maciço (FIGURA 6). Inicialmente foi realizado o teste de consistência do solo quando seco. Este é realizado com a compressão de torrão seco entre os dedos polegar e indicador.

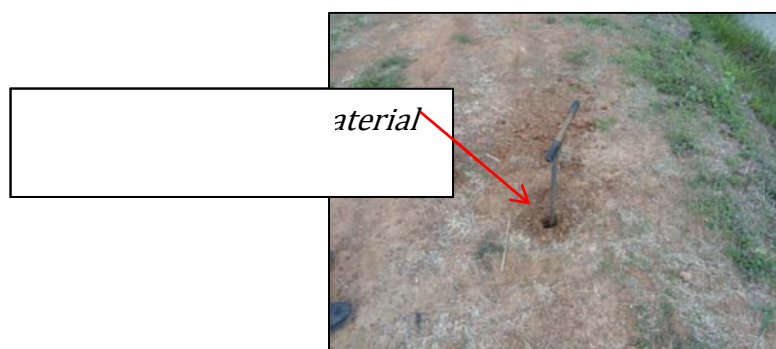


FIGURA 6. Sondagem realizada na crista do barramento.

##### 4.5.2 Técnica construtiva da barragem

A construção da barragem foi realizada do ano de 2002 com a assistência técnica da Fundação Zoobotânica de Brasília. O projeto foi elaborado pelo Engenheiro Agrônomo Francisco Plácido R. Bezerra no mesmo ano da construção. Segundo relatos, toda a obra foi realizada por esta, mas os custos foram pagos pelo dono da propriedade.

As mudanças institucionais do DF acarretou a perda do processo em questão, desta forma, obteve-se apenas a documentação do projeto executivo em posse do proprietário e os relatos de acompanhamento da execução da obra. O orçamento quantitativo presente no projeto técnico remete a uma ideia dos procedimentos operacionais utilizados, no entanto, os relatos reforçam os resultados do levantamento topográfico, onde o maciço foi muito maior que o planejado, elevando, assim, a quantidade de horas máquina necessária.



Outra questão que elevou as horas máquinas foi a construção de um barramento provisório, com intuito de permitir a construção das obras hidráulicas da barragem. A imagem do Google do ano de 2002 (TABELA 3), quando o reservatório estava vazio mostra os resquícios deste barramento provisório.

Quanto ao maquinário, foi utilizado na construção da barragem um trator esteira, uma pá carregadeira e um rolo compactador do tipo pé de carneiro. Quanto ao material, utilizado este foi retirado da margem esquerda do reservatório próximo ao barramento e as análises da época qualificaram o material como Latossolo Vermelho Amarelo.

TABELA 3. Estimativa de hora máquina do projeto técnico.

Maquinas e equipamentos	Hora máquina
Trator de esteira tipo D4E ou Similar	
Limpeza da área do maciço	3 horas
Limpeza da área de empréstimo	6 horas
Construção do maciço	60 horas
Acabamento	2 horas
<b>Total</b>	<b>71 horas</b>
Rolo compactador (pé de carneiro)	
Compactação do maciço	10 horas

Fonte: Projeto técnico da barragem

#### 4.5.3 Sistema de esvaziamento e desarenador

Foi utilizado o sistema de monge (FIGURAs 7 e 8) com controle de cota por meio de pranchas removíveis de madeira. O sistema consiste em uma estrutura retangular de concreto revestido com material impermeabilizante onde no centro encontra-se uma divisão central com as duas fileiras de tabuas encaixadas em ranhuras. O espaço entre as duas fileiras de tabuas foi preenchido com argila para impermeabilizar o obstáculo central.

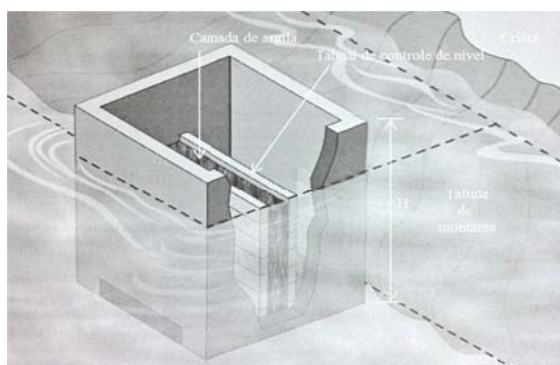


FIGURA 7 Desarenador, tipo monge



FIGURA 8 Desarenador real

As tabuas do centro são usadas para regular o nível do reservatório, uma vez que a água tem que passar sobre o obstáculo para depois ser conduzida por meio de manilhas de concreto a parte jusante da barragem. A tubulação de fundo (desarenador) foi construída com manilhas de concreto de 500 mm de diâmetro (FIGURA 9) que se inicia no monge e segue por 23 m em direção à jusante.



FIGURA 9. Saída da vazão ecológica pelo desarenador.

#### 4.5.4 Canal extravasor

O canal foi construído lateralmente e sem nenhum um tipo revestimento. O canal extravasor (FIGURA 10) inicia-se com 2,3 m de largura e ao final se estabilizando com 1,0 m. Nos 10 m iniciais do canal, degraus foram construídos para reduzir a velocidade de água e dissipadores feitos de madeira também foram instalados.



FIGURA 10. Canal extravasor.

#### 4.6 Medição do volume da represa

O volume da represa foi aferido graças a união de duas técnicas de geoprocessamento; o levantamento topográfico com estação total aliado com GPS de navegação, depois os dados coletados, conforme FIGURA 11, foram passados para o software ArcGis 10.0 que gerou um modelo de elevação digital do terreno, gerando uma imagem “3D”, a partir disto conseguimos aferir seu volume.

O volume do maciço foi utilizado a mesma técnica.

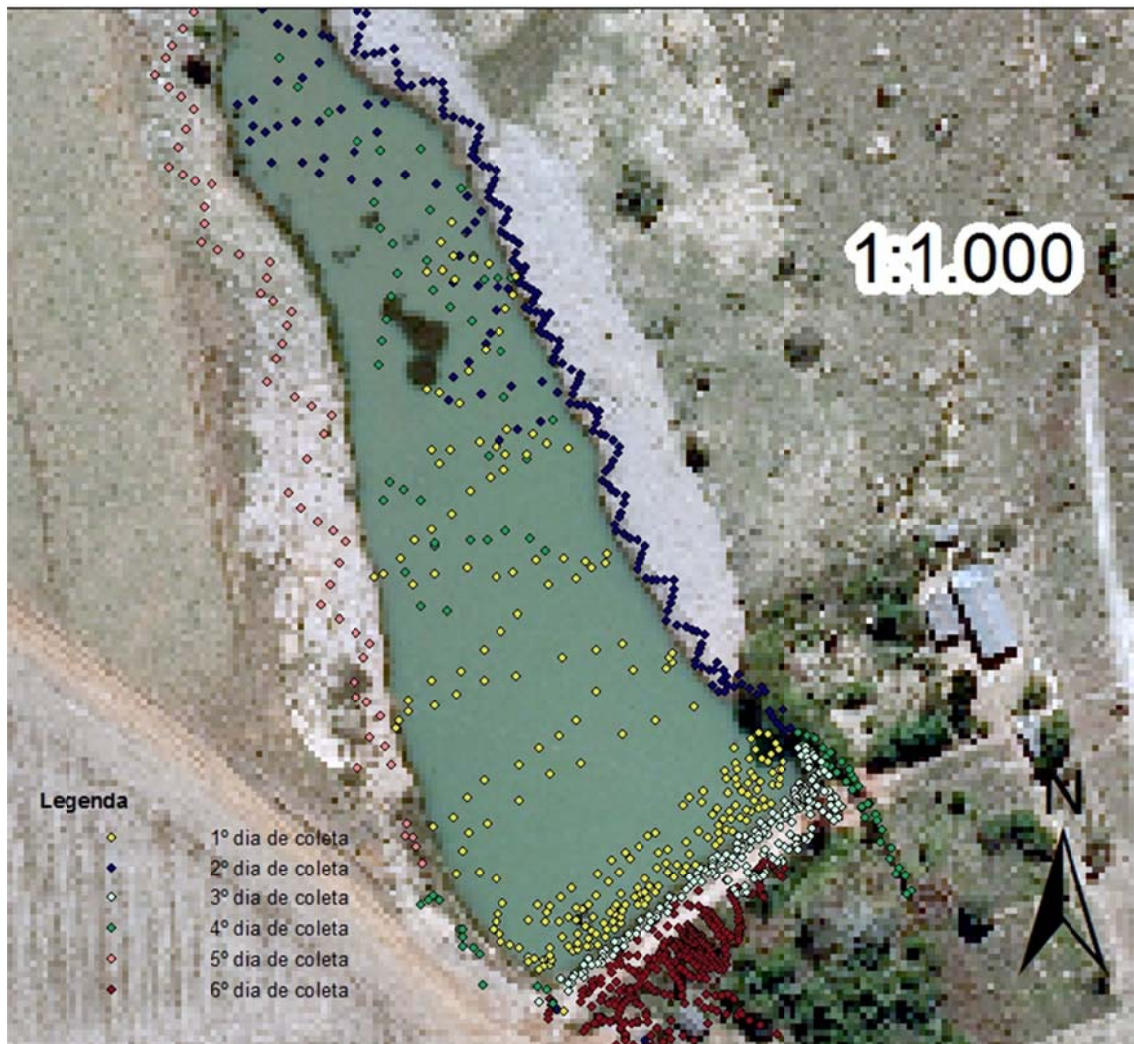


FIGURA 11. Sequencia de pontos levantados com a estação total.

O método escolhido foi o flutuador pela praticidade no levantamento dos dados e pelo baixo custo. Foi utilizado um coeficiente de correção da velocidade superficial de 0,8, proposto por GARCEZ & ALVAREZ (1988) para correlacionar a velocidade do flutuador, ou seja, a velocidade de superfície e a velocidade média da seção transversal.

As vazões foram calculadas antes e depois (FIGURA 12 e 13) do barramento com a finalidade de identificar se a vazão ecológica, previamente estabelecida, estava sendo respeitada. As vazões foram avaliadas no começo do mês de outubro, correspondente ao início das chuvas das primeiras chuvas de 2012.



FIGURA 12 Vazão a jusante



FIGURA 13 Vazão a montante

Inicialmente foram demarcadas as margens do transecto escolhido com canos de PVC no início e no fim do percurso.

Para obtenção da área média nas secções foi realizado um levantamento batimétrico na entrada e na saída dos percursos distantes de 10 m. Este consistiu em averiguar a profundidade a cada 0,7 m da secção transversal, onde a área média da secção foi obtida pela Equação 4 (TABELA 4).

$$A_1 = \frac{(P_1+P_2+P_3...+P_n)}{(n-1)} \times L_1 \quad (4)$$

Em que:

$P_n$  = Profundidade na posição n;

n = Posição da medição;

L = Largura do corte.

TABELA 4. Dados obtidos na da seção do Córrego do Curral Queimado para medição da vazão.

Descrição	Largura Total	P1	P2	P3	P4	P5	Área (m <sup>2</sup> )
Montante entrada	1,4	0,71	0,81	0,79	0,74	0,61	1,281
Montante Saída	1,4	0,63	0,84	0,78	0,77	0,65	1,2845
Jusante entrada	1,2	0,28	0,35	0,34	0,31	0,23	0,453
Jusante Saída	1,92	0,15m	0,22	0,25	0,23	0,12	0,3936

Para medição do tempo em que uma boia de pesca com uma chumbada presa na parte inferior levava para percorrer o trajeto demarcado utilizou-se um cronometro de precisão. Foram realizados três tomadas de tempo para cada trecho, afim de minimizar erros, e nos cálculos finais utilizou-se a média dos tempos (TABELA 5).

TABELA 5. Tempo decorrido pelo flutuador para percorrer 10 m.

Descrição	T1	T2	T3	T médio
Montante	80,58	71,89	74,46	75,64
Jusante	50,76	65	60	58,59

As vazões foram obtidas pela Equação 6 e mostrados na TABELA 6.

$$Q = \frac{c_r \times L \times A}{t} \quad (6)$$

Em que:

Q = Vazão estimada do curso d'água ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ );

$C_r$  = Coeficiente adimensional referente a rugosidade das paredes laterais do curso d'água (0,8);

A = Área média em  $\text{m}^2$  da seção transversal onde a velocidade foi medida;

L = Comprimento em metros e

t = tempo percorrido pelo flutuador.

TABELA 6. Vazões obtidas a montante e jusante da barragem.

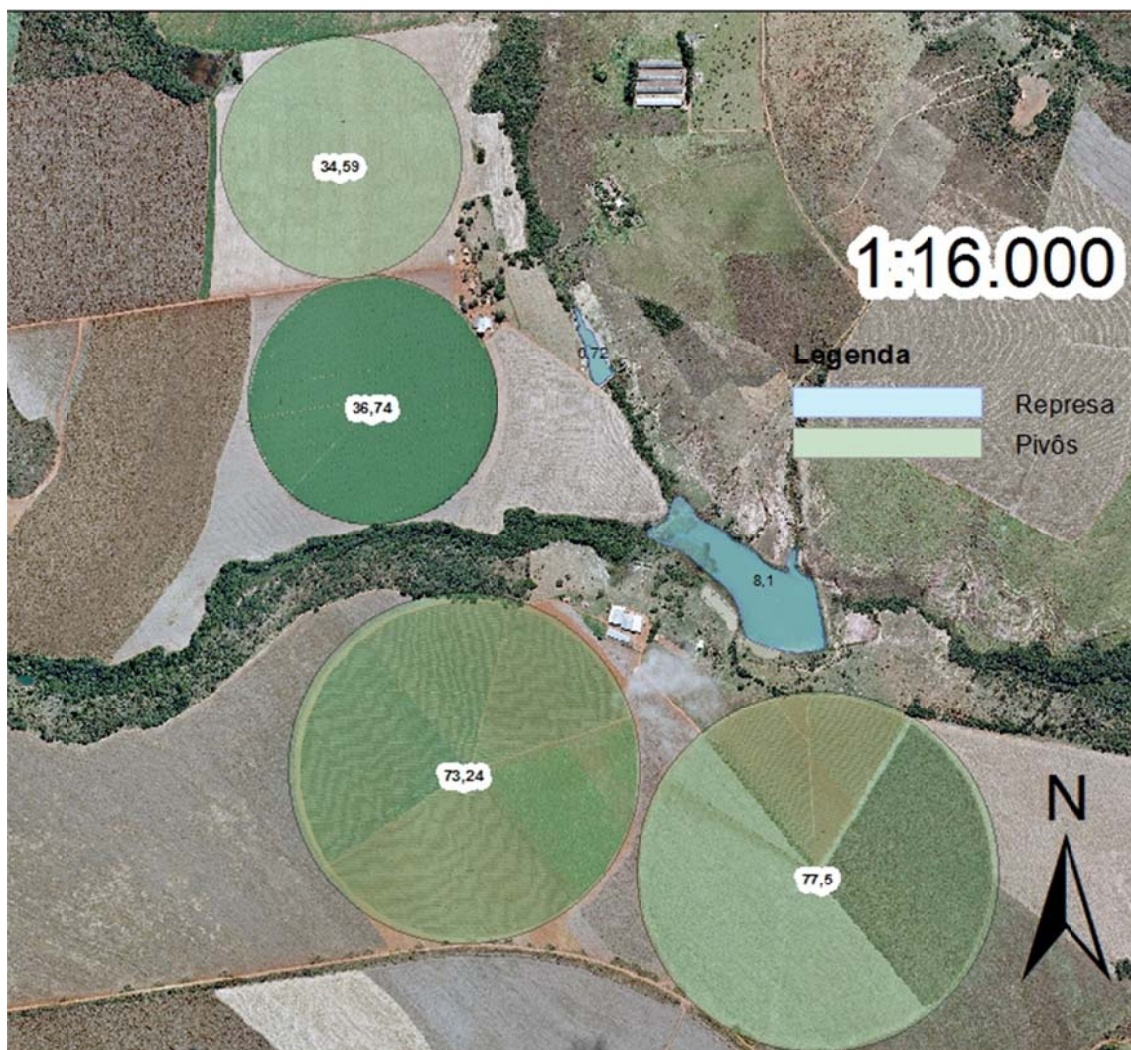
Local	Vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
Montante	135,66
Jusante	118,63

#### 4.7 Descrição sobre os pivôs-entrais, estação de bombeamento e demanda de água

A barragem em questão tem sua função principal a de acumulação de água para captação para irrigação de aspersão convencional de 2 pivôs-centrais, com áreas próximas a 35 ha cada, aproximadamente 70,00 ha (FIGURA 14). Além disto na mesma figura, podemos observar mais 2 pivôs a jusante da barragem.

São cultivados 3 ciclos do feijão, antecipados o plantio da soja, para 1º de outubro, dia em que acaba o vazão sanitário, cultivo de milho e trigo.

Não existe nenhum trabalho efetivo de manejo de irrigação, embora na propriedade existam tensiômetros, porém, estes não são utilizados, por falta de conhecimento e instrução ao agricultor. Também não existem dados técnicos de acompanhamento para saber a eficiência destes pivôs e se lâmina aplicada de acordo com os diferentes estádios das diferentes culturas.



Fonte: Adaptado Terracap (2009).

FIGURA 14. Vista aérea dos pivôs instalados na propriedade.

A captação de água para abastecer os pivôs é feita direta da barragem, e o conjunto moto-bomba fica ao lado da barragem (FIGURAS 15 E 16).



FIGURA 15 Conjunto motobomba



FIGURA 16 Casa de bombas

#### **4.8 Procedimento para concessão da outorga da barragem**

Para formalizar o pedido de outorga é necessário ir à agência reguladora, solicitar o formulário (ANEXO I - REQUERIMENTO PARA IMPLANTAÇÃO E REGULARIZAÇÃO DE BARRAGENS), observar as regras da resolução nº 350 da ADASA e as diretrizes da lei distrital nº 4.285/2008. E os parâmetros são os seguintes:

- Coordenadas do barreamento;
- Nome do corpo hídrico a que se refere;
- Localizada em qual bacia hidrográfica;
- Área de contribuição da bacia à barragem;
- Volume de terra do maciço;
- Altura, comprimento volume estimado de água do reservatório;
- Tipo de estrutura de vazão de controle de efluente;
- Vazões (máxima, mínima, média, firme (95%), regularizada e remanescente);
- Estrutura de controle de vazã;
- Documentos da propriedade (matrícula, ITR, CCIR, questão ambiental (reserva legal) e outras) e projeto técnico e dados do responsável técnico.

### **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **5.1 Coeficiente de compacidade**

Na área de estudo o coeficiente de compacidade foi esse 1,1763, indicando que se trata de uma bacia circular.

## 5.2 Densidade de drenagem da microbacia

A malha de drenagem da propriedade apresenta uma extensão total de 3,35 km de cursos d'água, sendo o córrego do Curral Queimado o principal curso da bacia, com extensão da nascente até o barramento de 2,44 km.

Foi calculado com o auxílio do software ArcGis 10.0 a declividade ponderada do talvegue principal, desde a nascente até o local da construção da barragem, que é de 1,17°. Além da declividade foi realizado gráfico de perfil na extensão de interesse do curso d'água (FIGURA 17).

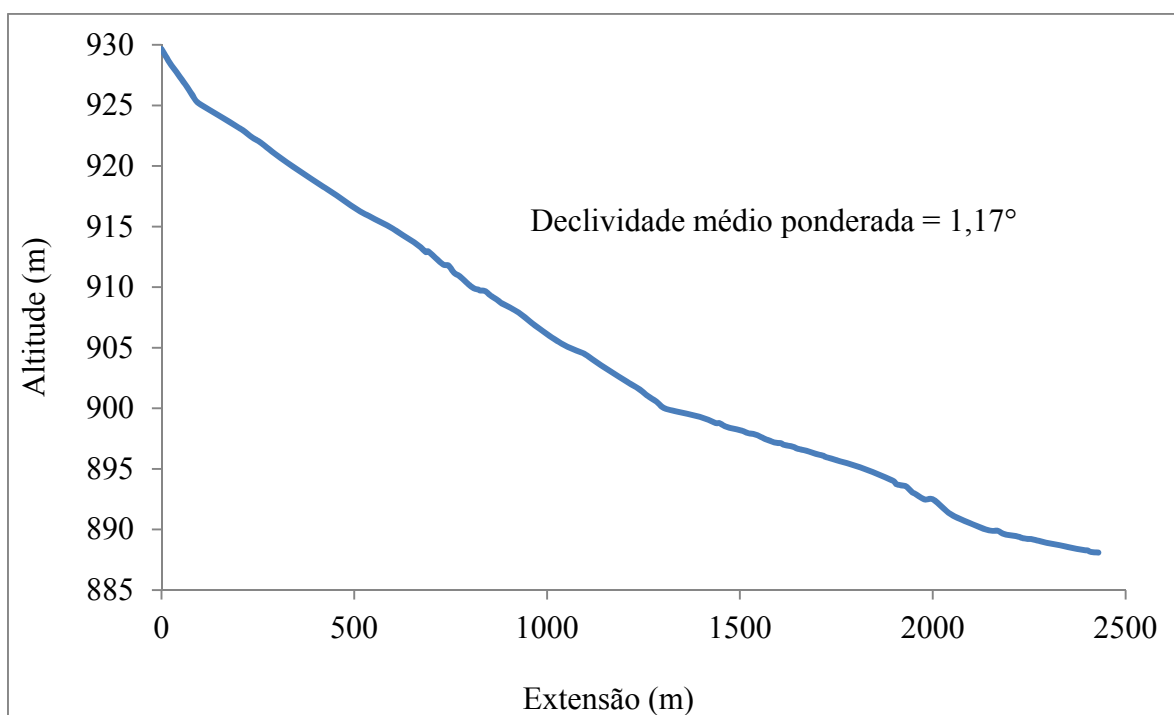


FIGURA 17. Gráfico do perfil do córrego Curral Queimado.

## 5.3 Volume de água armazenado e dimensões da barragem

De posse do levantamento topográfico foi possível elaborar um modelo digital de elevação da área da barragem e calcular o volume acumulação no nível do extravasor, área inundada, volume de terra no maciço de barramento, área do maciço e inclinação do talude na montante e jusante.

Os resultados demonstraram que ocorreu uma discrepância significativa entre os dados obtidos em relação ao projeto técnico elaborada na época da construção da barragem.



TABELA 7. Valores obtidos e valores do projeto original da barragem.

Descrição	Projeto original	Obtidos
Área inundada	0,33 ha	0,77 ha
Volume de água	7.200,00 m <sup>3</sup>	13.143,39 m <sup>3</sup>
Cota média	2,62 m	2,22 m
Largura da crista	5,0 m	4,0 m
Altura máxima	6,00 m *	4,92 m
Volume de terra	1.760 m <sup>3</sup>	4.139,87 m <sup>3</sup>

\*Na planta baixa a altura máxima é de 5 m, 6 m o valor encontrado no projeto técnico.

Não ocorreram diferenças em relação à cota média e altura máxima da crista, no entanto, o volume de água e o espelho d'água foram praticamente o dobro. Para uma represa de irrigação o volume apurado foi vantajoso, pois com o maior volume do reservatório, pode atender uma demanda maior nas épocas de estiagem garantindo a vazão ecológica. O volume projetado não garantia a segurança das operações de irrigação, uma vez que, a vazão diária outorgada representa 52% do volume disponível no reservatório, enquanto a o armazenamento atual representa apenas 28,45%. Na FIGURA 18 observa-se a elevação da área da barragem e a localização dos diferentes componentes da barragem. É possível também observar as cotas e a elevação do terreno.

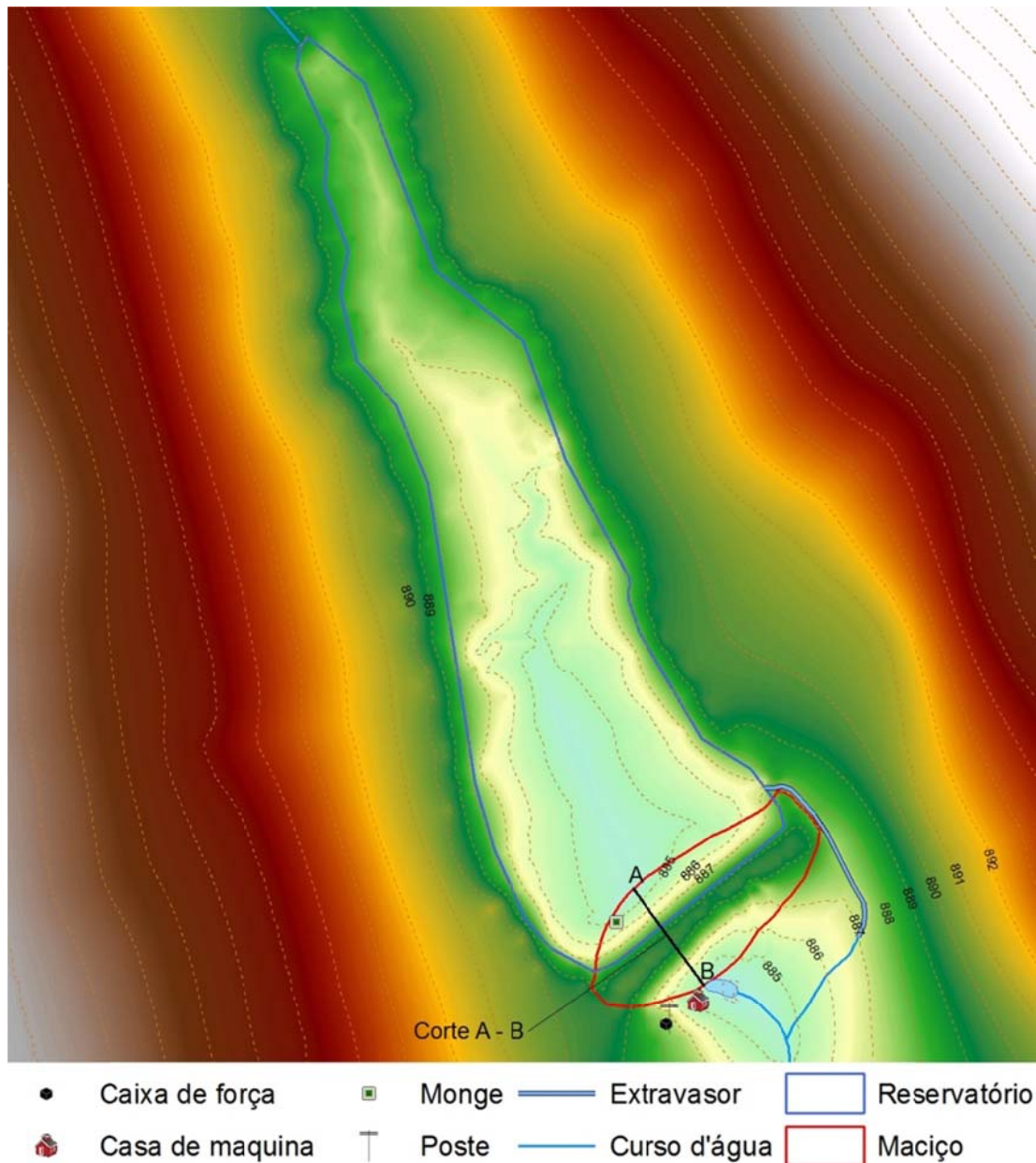


FIGURA 18. Modelo digital de elevação da área da barragem.

O maciço também sofreu um aumento expressivo, tanto no volume quanto na área de cobertura quando comparado a planta baixa. O volume do maciço aumentou 235%, no entanto, não houve alteração negativa na inclinação. Esta foi melhor do que a inclinação projetada e obteve índices melhores que o recomendado na literatura técnica.

TABELA 8. Inclinação do talude na montante e na jusante.

Descrição	Inclinação		
	Apurada	Recomendado*	Projetado
Montante extravasor	2,68 : 1	2,00 : 1	2,00 : 1
Montante	2,58 : 1	2,00 : 1	2,00 : 1
Jusante	2,20 : 1	1,75 : 1	2,00 : 1

Fonte: \*Adaptado de DNAEE (1985)

Os valores de inclinação foram obtidos pelo estudo do perfil do barramento realizado na área em destaque da FIGURA 19. Os dados foram extraídos do modelo digitam de elevação e exportados para o Excel resultando no gráfico da na Figura 11.

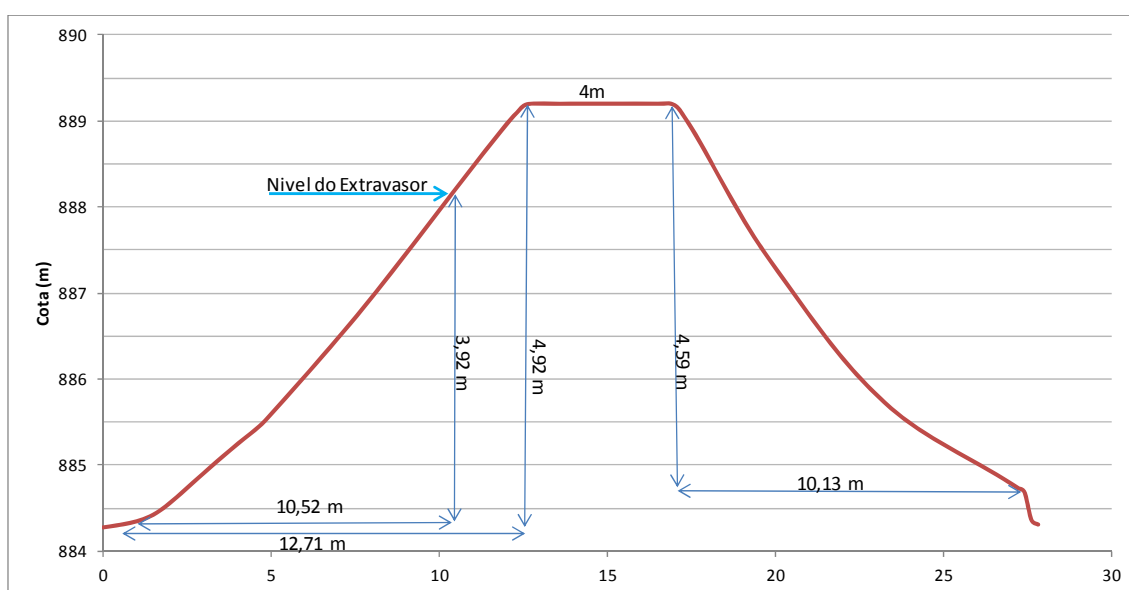


FIGURA 19. Perfil do barramento corte A-B (figura 10)

#### 5.4 Solo da barragem

Nas construções de barragem de terra, o material usado é muito importante, o mesmo deve ser preferencialmente de menor parte de areia e a maior parte de partículas finas como silte e argila.

Solos muito arenosos não permitem uma boa compactação e são muito permeáveis, no entanto, solos muito argilosos podem causar rachaduras no maciço principalmente nas operações de esvaziamento da represa. Além das rachaduras os solos extremamente argilosos são propensos a escorregamentos.

Os resultados mostraram que o solo apresenta textura argilosa, tendo mais de 60% de argila.

O resultado mostrou que o solo utilizado na barragem é do tipo muito duro, ou seja: muito resistente à pressão; somente com dificuldade pode ser quebrado nas mãos; não é quebrado entre o indicador e o polegar. Esta é uma característica positiva do material utilizado, uma vez, que o ideal é os torrões do solo secos quando forçados romper-se em fragmentos resistentes apresentando fraturas irregulares (SANTOS, 2005).

A consistência do solo quando úmida do solo é um estado caracterizado pela friabilidade e sua avaliação se dá esborraçando na mão um torrão ligeiramente úmido. Neste estado o solo foi classificado como firme, nesta classe o material se esboroa sob uma pressão moderada, mas distintamente perceptível. Assim como na análise a seco o solo não apresentou nenhuma restrição quando a este parâmetro.

A consistência do solo quando molhada do solo pode ser dividida em duas categorias plasticidade e pegajosidade. São características importantes do solo e refletem o comportamento do material sob a capacidade de campo. A plasticidade refere-se às deformações do material do solo quando uma força é aplicada e sua capacidade de manter a forma. Para realização do teste de plasticidade é necessário enrolar o material molhado e homogeneizado, na palma da mão até formar um cilindro fino de 4 mm de diâmetro e 6 cm de comprimento. Com o cilindro formado comprimem-se continuamente as duas pontas entre o indicador e o polegar formando um arco até o rompimento do material. Neste quesito o solo foi considerado como ligeiramente plástico, uma vez que, o cilindro foi facilmente deformado e rompido. Apesar de não ser o resultado ideal o material apresentou uma resposta mediana aceitável (SANTOS, 2005).

A medição da pegajosidade se dá pela pulverização e homogeneização da amostra, depois molhada e comprimida entre o indicador e o polegar e observa-se a aderência nas extremidades ao abrir os dedos. Este procedimento demonstra o comportamento do solo em relação ao potencial de aderir a outros objetos. Assim, como o a plasticidade o resultados demonstraram que o solo é apenas ligeiramente pegajoso, ou seja: após cessar a pressão, o material adere a ambos os dedos, mas desprende-se de um deles perfeitamente. Neste caso, a pegajosidade mediana também é vantajosa

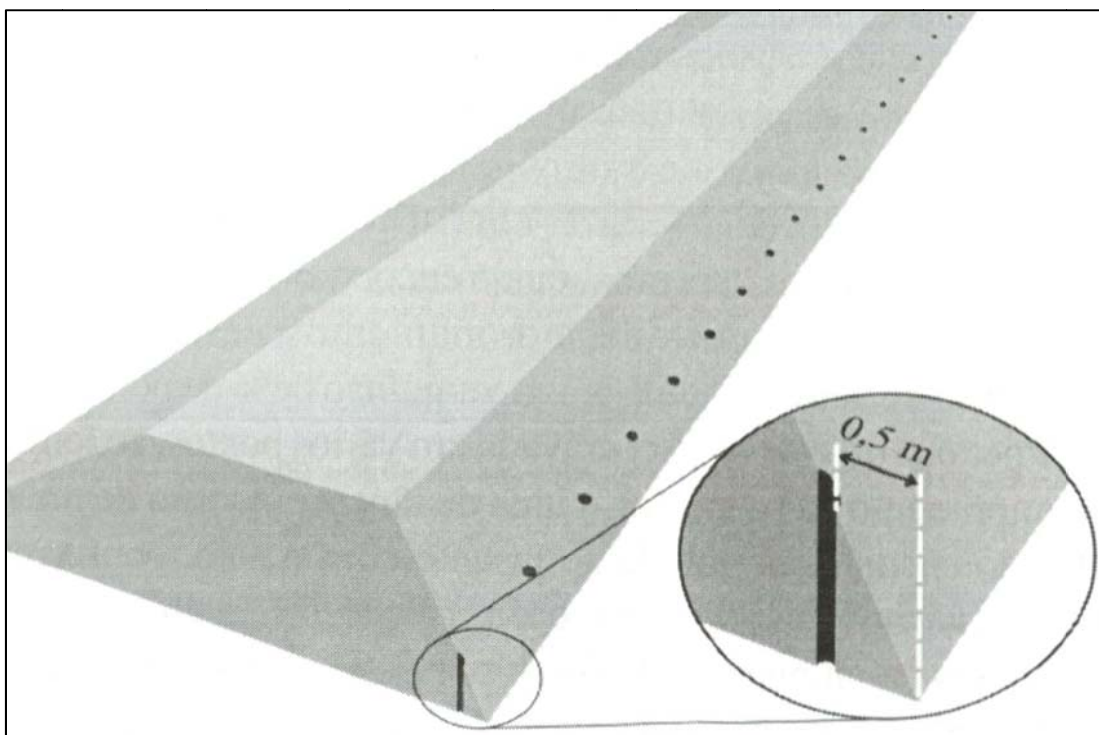
## **5.5 Vazão outorgada**

A propriedade já apresenta outorga para a utilização dos 2 pivôs-centrais existentes, conforme processo 190.000.281/2003. O senhor Flavio Luiz Agnes, proprietário dos pivôs, tem outorgado o direito de uso de água superficial, com vazão máxima de  $52 \text{ L s}^{-1}$  no tempo de  $20 \text{ h dia}^{-1}$  para a finalidade de irrigação.

A outorga solicitada em 18 de Dezembro de 2012 foi para barragem, pois desde 1997, ano de construção da barragem, não havia projeto de outorga junto ao órgão competente.

## **5.6 Monitoramento recomendado para a barragem**

Para o monitoramento contínuo da barragem será utilizada a linha de saturação como fator de risco. Esta é a linha abaixo da qual o maciço de terra estará sempre umedecido (saturado). Caso ocorra o umedecimento fora da barragem é um indicativo que a linha se deslocou e a barragem apresenta risco. Para monitorar a linha de saturação será cravado um tubo de  $\frac{3}{4}$ " de diâmetro em vários pontos ao longo do comprimento da barragem conforme Figura (12).



Fonte: Adaptado de Lopes (2005)

FIGURA 20. Sistema de monitoramento por tubos de PVC.

Em cada posição de instalação do tubo o mesmo devera atingir o solo firme por debaixo da barragem e ser retirado em seguida. Caso não seja verificado vestígios de solo úmido aderido ao vergalhão e um sinal de que a linha de saturação está caindo dentro do corpo da barragem. No entanto, caso seja constatado o umedecimento nos locais de inspeção ou pequenos desmoronamentos junto à base da barragem ou ainda vestígios de solo úmido no vergalhão é um indicativo que a linha de saturação está caindo fora da barragem e a pode apresentar risco. Neste caso deve-se procurar um profissional da área. Tal procedimento deve ser realizado todos os anos nas épocas de maior índice pluviométrico da região.

### **5.7 Recomendações, manutenção e conservação da barragem**

A maior parte dos problemas encontrados na barragem poderiam ser evitadas se uma rotina continua de manutenção estivesse em funcionamento. De forma geral, segunda o DPOH (2002), deve-se;

- Devem-se manter os serviços rotineiros de manutenção das estruturas hidráulicas;
- Retirar o material transportado pelo escoamento e assoreamento;
- Fazer o controle de abertura das comportas, de forma a garantir a vazão mínima de jusante;
- Promover a limpeza periódica, com retirada de material acumulado à montante do extravasor, nas grades/crivos na tomada d'água e nos taludes;
- Realizar vistoria regularmente nos taludes para verificar eventuais alterações (abatimentos, surgências, machas úmidas), especialmente quando ocorrem cheias excepcionais;
- Realizar manutenção das vias de acesso a barragem;
- Realizar manutenção de limpeza nas decidas e canaletas de drenagem das vias de acesso;
- Promover a manutenção do sistema de stop-log dos monges;
- Instalar réguas linimétricas em pontos estratégicos da represa para controle do volume acumulado;
- Realizar controle periódico de plantas aquáticas;

### **5.7.1 Limpeza do extravasor**

O extravasor encontrasse relativamente bem conservado, apenas com um pequeno acúmulo de folhas, mas o canal estava limpo e a água corria bem, conforme figura 19.

A conservação do nível de limpeza do canal extravasor é de fundamental importância. O canal extravasor, local mais propício ao acúmulo de restos vegetais com galhos, troncos e folhas que podem promover a obstrução do canal. Uma vez obstruído o canal deixa de exercer sua função de alívio das forças resultante de uma cheia, provocadas eventuais chuvas torrenciais, colocando assim em risco a estabilidade do talude. Diante do exposto deve-se promover a remoção imediata de qualquer material acumulado ao longo do canal, (Carvalho, 2008).



FIGURA 21. Canal extravasor.

### 5.7.2 Conservação dos taludes

Os taludes estavam aparentemente bem conservados, sem rachaduras ou erosões, confirma ilustra a Figura 18, havia apenas uma vegetação arbustiva no talude a jusante, mas esta foi retirada logo após a primeira visita.

Conforme o DPOH (2002),referencialmente os taludes devem ser cobertos por gramíneas que evitam a exposição do solo, evita a formação de erosões e rachaduras e dificulta a germinação de vegetação lenhosa. As forrageiras atuam evitando o desprendimento de partículas do solo causados pelas gotas de chuva que golpeiam o terreno.



FIGURA 22. Talude montante

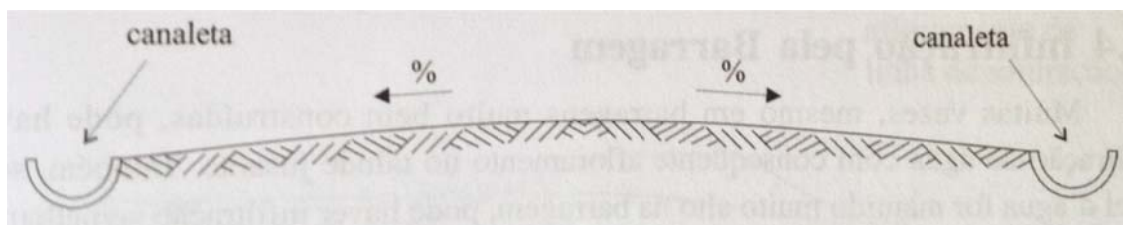


FIGURA 23 vista do talude jusante

A construção de um sistema de drenagem na crista e de fundamental importância para evitar a formação de rachaduras e desmoronamentos provocados acumulo de água



das chuvas. Canaletas laterais (FIGURA 24) sanam este problema de forma eficaz, atuando como desvio que coletam e conduzem a água para fora da área do aterro, (Carvalho, 2008).



Fonte: Adaptado de Carvalho (2008).

FIGURA 24. Proteção da crista com declives e canaletas de drenagem.

### 5.7.3 Limpeza do fundo

Até o presente momento a barragem não tinha sido esvaziado nenhuma vez para a limpeza do fundo.

Anualmente deve-se realizar na época de início das chuvas o esvaziamento da barragem para operação de limpeza do fundo e vistorias da estrutura do monge. A razão para limpeza anual do fundo se dá pelo fato de estar ocorrendo assoreamento na região da barragem. Este além de reduzir anualmente o volume útil, pode levar ao entupimento da tubulação do aterro caso o sistema do monge falhar. Uma solução mais permanente a este problema seria a recuperação da área montante do reservatório e realizar a dragagem do material central depositado devido aos resquícios da barragem provisória (Carvalho, 2008).

### 5.7.4 Infiltração pela barragem

No caso de vistorias futuras se constatarem a existência de infiltrações na parte jusante do talude medidas corretivas deveriam ser aplicadas. Uma solução é a redução do nível da barragem a fim de reduzir a linha de saturação e permitir a construção de um aterro adicional que deve ser superior à linha de saturação pretendida. Pode-se optar também pela captação da água infiltrada pela construção de drenos de pé. Estes devem ser construídos na extremidade mais baixa do talude jusante após a redução da linha de saturação. Deve-se construir uma canaleta longitudinal de dimensões variando entre 40

e 50 cm de largura e 70 a 80 cm de profundidade preenchido com materiais rochoso de diversos tamanhos ou misto com bambo, Outra solução é a utilização de manilhas de concreto perfuradas onde pode-se permitir a cobertura por terra e capim, (Carvalho,2008) .

O monitoramento da fauna e no local do aterro deve ser constante, a detecção de tatus e formigueiros deve ter atenção especial. As galerias formadas por esses seres são conhecidos provocadores de desmoronamento e erosões em barragem de terra.

#### **5.7.5 Controle de vegetação aquática**

Constatou-se que na barragem em análise existe presença elevada de Aguapé, o que corresponde a aproximadamente uma cobertura de 25% (FIGURA 25) da superfície da livre represa.

De acordo com o DPOH (2002), é de suma importância do controle de plantas aquáticas dos reservatórios, as mesmas além de impedir a entrada de luz, podem ser tóxicas e sua decomposição podem aumentar a demanda de oxigênio água. O controle é difícil e deve ser realizado a todo o momento, uma vez que, estas plantas tem rápida propagação e tendem a dominar toda área do reservatório modificando a delicada dinâmica ambiental curso.



FIGURA 25. Detalhe da vegetação aquática, aguapés, no espelho d'água.

## 6. CONCLUSÕES

Ao final do levantamento conseguimos caracterizar e coletar todos os dados necessários para protocolar o processo de outorga junto a ADASA, entrada no dia 18 de Dezembro de 2012 e formalizado como processo em 02 de Janeiro de 2013, com nº 0197-000010/2013, até a presente data o projeto encontra-se no órgão competente para análise.

## 7. REFERENCIAS

CARVALHO, J. A. **Dimensionamento de Pequenas Barragens para Irrigação.**

Lavras: UFLA, 2008. 158 p.

DNAEE. **Manual de Microcentrais Hidroelétricas.** Brasília, DF: Ministério das Minas e Energia; Eletrobrás, 1985. 344p.

DPOH. **Manual de Segurança e Inspeção de Barragens.** Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2002. 148p.

GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. Escoamento superficial. In: \_\_\_\_\_. Hidrologia. 2.ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1988. p.211-250.

Hidroweb, Sistemas de Informações Hidrológicas; Arquivos Digitais Disponível em:

<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=4100>; acessado em: 08/01/2013

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative Rev. IG. 1945**

IB. Centro de Ecologia Laboratório de Geoprocessamento; Modelos digitais de Elevação do SRTM no formato GEOTIFF; Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em:

[http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php?option=com\\_content&view=article&id=51:geotiff&catid=9:noticias](http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php?option=com_content&view=article&id=51:geotiff&catid=9:noticias); Acessado em: 12/01/2013

LOPES, D. S. L.; LIMA, F. Z. **Pequenas Barragens de Terra: Planejamento, Dimensionamento e Construção.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 274 p.

SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** Viçosa, MG. Sociedade brasileira de ciência do solo, 2005.

SILVEIRA, J. F. A. **Instrumentação e Segurança de Barragens de Terra e Enrocamento.** São Paulo: Oficina de Texto, 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** Editora Mc Graw Hill, São Paulo 245p. 1975.