



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ANA CAROLINA BATISTA

**ANÁLISE DOS BARRAMENTOS DA FRONTEIRA OESTE
DO RIO GRANDE DO SUL – CASO DA “BARRAGEM
SANCHURI”**

Londrina
2015

ANA CAROLINA BATISTA

**ANÁLISE DOS BARRAMENTOS DA FRONTEIRA OESTE DO
RIO GRANDE DO SUL – CASO DA “BARRAGEM
SANCHURI”**

Dissertação apresentada Universidade Estadual de Londrina em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Bioenergia, área de concentração em impactos ambientais e sócio - econômicos.

Orientador(a): Prof. Dr. Ricardo Ralisch

Londrina
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Batista, Ana Carolina.

Análise dos barramentos da fronteira oeste do rio grande do sul – caso da “barragem sanchuri” / Ana Carolina Batista. - Londrina, 2015.
88 f. : il.

Orientador: Ricardo Ralisch.

Dissertação (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, 2015.
Inclui bibliografia.

1. Barramentos - Tese. 2. Energia Elétrica - Tese. 3. Água - Tese. I. Ralisch, Ricardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. III. Título.

ANA CAROLINA BATISTA

**ANÁLISE DOS BARRAMENTOS DA FRONTEIRA OESTE DO RIO
GRANDE DO SUL – CASO DA “BARRAGEM SANCHURI”**

Dissertação apresentada Universidade Estadual de Londrina em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Bioenergia, área de concentração em impactos ambientais e sócio - econômicos.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ralisch
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Maria Josefa Yabe
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Maria de Fátima Guimarães
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Osvaldo Coelho Pereira Neto
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Cassio E. Cavenaghi Prete
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 201 de outubro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a Deus, que sempre está ao meu lado, me iluminando, guiando meus passos e me dando forças para alcançar suas promessas em minha vida.

Aos meus Pais, José e Dulcinea pelo apoio, incentivo, por me darem toda a estrutura para que me tornasse a pessoa que sou hoje e pelo amor que me fortalece todos os dias.

A minha tia Dulcineide e Irmã Nágila pelo amor, apoio e motivação de sempre.

Ao Prof. Dr. Ricardo Ralisch, pela orientação e apoio.

Ao IRGA, pela contribuição de dados e suporte na visita à região de estudo, em especial ao Ivo Mello e sua equipe, Almir, Cleiton, Renan e Sandra, principalmente pela amizade que despontou desse contato.

A CAMISMAL pelo suporte financeiro na visita à região.

Aos Profs. Drs. Wagner Kaehler e Nelson Bariani, da UNIPAMPA pelas informações técnicas da região e enriquecimento de ideias acerca da questão em estudo.

Aos Profs. Drs. Rigoberto Cainzos e Osvaldo Coelho, do Departamento de Geociências da UEL pelas imagens geoprocessadas.

Ao professor Carlos Balarim pelo material de apoio sobre PCHs.

Ao Engenheiro Elétrico Marnoon Vargas, da UNIPAMPA, pela troca de informações e imagens geoprocessadas.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Bioenergia que contribuíram para minha formação.

Aos companheiros de Mestrado Carine, Carol, Matheus Bofinger e Jhonatam, pela companhia, auxílio nas dificuldades encontradas, pelas horas de descontração e principalmente pela amizade.

Aos amigos Juli e Osvaldo pelo incentivo.

A Capes pelo suporte financeiro.

Enfim, agradeço a todos que de alguma maneira colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

DEDICO

Dedico este trabalho a minha família e em especial aos meus amados avós João e Maria (*in memoriam*).

“Vou perseguir tudo aquilo que Deus já escolheu pra mim (...)
Posso, tudo posso Naquele que me fortalece.” Celina Borges

BATISTA, Ana Carolina. **Análise dos barramentos da fronteira oeste do Rio Grande do Sul – Caso da Barragem do Sanchuri**”. 2015. 90 f. Dissertação apresentada Universidade Estadual de Londrina em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Bioenergia, área de concentração em impactos ambientais e sócio – econômicos, Londrina. 2015.

RESUMO

A água é um bem fundamental para a manutenção da vida no planeta. A demanda por água em todo o mundo vem se ampliando, mesmo que a disponibilidade hídrica seja limitada. Agricultura irrigada, a geração hidráulica de energia elétrica e, em certa extensão, o abastecimento urbano são, na atualidade, grandes competidoras pelo uso da água. Neste sentido, desenvolveu-se este estudo sobre a realidade encontrada na região de Uruguaiana, localizada no extremo oeste do Estado do Rio Grande do Sul, cujo território é basicamente ocupado pela cultura do arroz irrigado desde a década de 1930, também implementada com a pecuária extensiva, com significativo consumo de recursos hídricos e evidentes alterações ambientais. Após estudos, realizados especificamente na “Barragem Sanchuri”, com objetivo de verificar a viabilidade de associação do barramento existente com a geração hidrelétrica, visando aliviar a carga demandada ao sistema pela atividade irrigada, chegou-se às conclusões de que a “Barragem Sanchuri” não apresenta característica topográfica para instalação de uma Pequena Central Hidrelétrica, por não possuir desnível suficiente para queda d’água e conseqüente movimentação de turbinas. Entretanto, a “Barragem Sanchuri” trata-se de um caso bem sucedido, pois auxilia nas variações do ciclo hidrológico da região, armazenando água e desta forma fornecendo vazão consistente para manter o fluxo diário necessário para manutenção da irrigação do plantio do arroz, contudo, auxiliando no desenvolvimento socioeconômico da região.

Palavras-Chave: Barramentos. Energia Elétrica. Água.

BATISTA, Ana Carolina. **Border busbar analysis west of Rio Grande do Sul – The case os the Sanchuri dam**. 2015 90 p. Dissertation presented Londrina State University in partial fulfillment of the requirements for obtaining a Master 's degree in Bioenergy, concentration area in environmental and socioeconomic impacts, Londrina. 2015.

ABSTRACT

Water is a fundamental good for sustaining life on the planet. The demand for water worldwide has been expanding, even though water availability is limited. Irrigated agriculture, hydropower generation and, to some extent, the urban supply are, at present, major competitors for water use. In this sense, we developed this study on reality found in Uruguaiana region, located in the extreme west of the State of Rio Grande do Sul, whose territory is mainly occupied by irrigated rice since the 1930s, also implemented with livestock extensive, with significant consumption of water and clear environmental change resources. After studies conducted specifically in the "Dam Sanchuri", in order to verify the association of viability of the existing dam with hydroelectric generation, aiming to relieve respondent burden to the system for irrigated activity, the conclusion was reached that the "dam Sanchuri" does not present topographical feature for installing a small hydroelectric plant, for not having enough gap to waterfall and consequent drive turbines. However, the "Dam Sanchuri" it is a successful case, it helps on changes in the hydrological cycle of the region, storing water and thus providing consistent flow to maintain the daily flow required for maintenance of irrigation rice planting. However, assisting in the socioeconomic development of the region.

Keywords: Dams. Electricity. Water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1:	Fontes de Energia – Origens	32
Figura 2.2:	Fluxograma de implantação de uma PCH	39
Figura 2.3:	Distribuição da produção nacional do arroz	42
Figura 4.1:	Localização do Município de Uruguaiana	47
Figura 4.2:	Espelhos d'água maiores que 1 km ²	49
Figura 4.3:	Mapa da Fronteira Oeste	50
Figura 4.4:	Espelhos d'água na Região Fronteira Oeste segundo o IRGA	51
Figura 4.5:	Imagem com obras hidráulicas com potencial para irrigação no Município de Uruguaiana, RS	52
Figura 4.6:	Obras de construção da Barragem do Sanchuri	55
Figura 4.7:	Início do represamento das águas	56
Figura 4.8:	Início da demarcação da taipa da Barragem	57
Figura 4.9:	Base Vetorial da Barragem Sanchuri	61
Figura 4.10:	Vista de uma das laterais da Barragem	63
Figura 4.11:	Vista parcial da Barragem sobre a BR 272	63
Figura 4.12:	Vista da Ponte da BR 272 sobre a Barragem Sanchuri	64
Figura 4.13:	Vista parcial da Barragem Sanchuri.....	64
Figura 4.14:	Vista parcial da Vila São Marcos localizada ao lado da Barragem Sanchuri, sobre a BR 272	65
Figura 4.15:	Vista parcial da BR 272 e da Barragem Sanchuri	65
Figura 4.16:	Distribuição pluviométrica média em Uruguaiana, RS de 1987 a 2011	66
Figura 4.17:	Município de Uruguaiana, RS em 1940 e atualmente com sua rede hidrológica.....	67
Figura 4.18:	Resolução 603 da ANA e o destaque de se parágrafo	69
Figura 4.19:	Mapa da estiagem de 2011/12 no RS com o levantamento por município.....	70
Figura 5.1:	Vazões Médias Anuais na Barragem do Sanchuri	74
Figura 5.2:	Vazões Médias Mensais na Barragem do Sanchuri.....	75
Figura 5.3:	Planta Hipsometrica da Barragem Sanchuri	76
Figura 5.4:	Curvas de nível da Barragem Sanchuri	77
Figura 5.5:	Curvas de nível da região da Barragem Sanchuri.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1:	Dados dos pontos de captação.....	61
Quadro 5.1:	Vazões Médias Anuais na Barragem do Sanchuri.....	73
Quadro 5.2:	Vazões Médias Mensais na Barragem do Sanchuri.....	74

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CAMISMAL	Cooperativa Agrícola Mista São Marcos LTDA
COMITÊ IBICUI	Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CEMETRS	Centro Estadual de Meteorologia
CR2	Colônia Rizícola 2
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IRGA	Instituto Riograndense do Arroz
MDT	Modelo Digital de Terreno
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço)
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PIB	Produto Interno Bruto
PNA	Plano Nacional de Águas
SGNRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SRTM	Missão Topográfica Radar Shuttle

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1.	JUSTIFICATIVA.....	15
1.2.	OBJETIVOS	18
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1.	ÁGUA E RECURSOS HÍDRICOS	19
2.2.	LEGISLAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	21
2.3.	BACIAS HIDROGRÁFICAS	25
2.4.	USO MÚLTIPLO DAS ÁGUAS.....	25
2.5.	HISTÓRICO ENERGÉTICO	27
2.6.	ENERGIA ELÉTRICA	29
2.7.	PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	33
2.8.	ENERGIA E MEIO AMBIENTE	40
2.9.	CULTIVO DO ARROZ.....	43
3.	METODOLOGIA	44
4.	RESULTADOS	47
4.1.	URUGUAIANA E RESERVATÓRIOS DE ÁGUA.....	47
4.2.	HISTÓRICO DA BARRAGEM SANCHURI E COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA SÃO MARCOS LTDA.....	53
4.3.	NOVA DINÂMICA REGIONAL.....	66
4.4.	CONSEQUÊNCIAS DOS BARRAMENTOS	67
5.	POTENCIAL HIDRELÉTRICO	72
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
	REFERÊNCIAS	82

1. INTRODUÇÃO

A partir do momento que se manifestaram os sinais da escassez de água, a sociedade brasileira começou a se preocupar com seu uso, regulação e custo; isto implicou em debates que tem envolvido, com participação desigual, diversos grupos sociais. Alguns resultados destes debates já apareceram. Entre eles, uma nova legislação sobre águas em 1997 - a anterior datava de 1934 - e uma certa difusão dos comitês de bacias hidrográficas, organizações incumbidas de regular uso das águas, construir acordos locais e disciplinar a utilização dos recursos hídricos.

Estes comitês, que são instâncias localizadas e participativas de regulação do uso dos recursos, tem prosperado mais rapidamente em algumas regiões do que em outras. Envolvem interessados, mobilizando grupos e sedimentando acordos, e estão associados à maior escassez de água para usos diretamente econômicos, como irrigação e mobilizam mais interesses empresariais que propriamente do conjunto da sociedade civil, pois esses possuem capacidade de organizarem-se mais rapidamente em função da necessidade de disciplinar o consumo (RIBEIRO *et. al.* 2000).

Uma forma de regularizar os cursos d'água é através da construção de barramentos, promovendo diversos benefícios sociais e ambientais, destacando-se o controle de cheias, o suprimento garantido de água de abastecimento para usos múltiplos e a eventual geração de energia hidroelétrica. Atualmente a grande maioria dos rios do planeta se encontra regularizada ou planejada para tal e o mesmo ocorre com cursos d'água de menor porte, distribuídos ao longo de centenas de bacias hidrográficas em muitos países (GARCIA & ANDREAZZA, 2004).

Um reservatório de acumulação serve para reter excesso de água dos períodos de grandes vazões para ser utilizado nas épocas de seca ou maior demanda, por exemplo. Qualquer que seja o tamanho dos reservatórios ou a finalidade das águas acumuladas, o principal efeito é regulador da vazão dos cursos d'água, atendendo às variações desta ou à demanda dos usuários (LINSLEY; FRANZINI, 1978).

A legislação sobre recursos hídricos e dos comitês de bacia, são formulações genéricas, acreditando que impactos ambientais podem ser generalizados e comuns a todos os grupos sociais e situações geográficas, podendo assim ser objeto de prescrição comum. Mas ocorre, como observa Sigaud (1992), que um fenômeno geral, como barramento, seca periódica ou escassez permanente, tem rebatimentos desiguais sobre agentes diferentes, e a generalização da ideia de impactos ambientais é arriscada, pois públicos variados tem inserções e relações diversas com um mesmo ambiente e recursos (RIBEIRO et. al. 2000).

Na atual organização mundial, a energia pode ser considerada como um bem básico para integração entre o ser humano e o desenvolvimento. Isso porque a energia proporciona oportunidades e maior variedade de alternativas, tanto para a comunidade como para o indivíduo. Sem uma fonte de energia de custo aceitável e de credibilidade garantida, a economia de uma região não pode se desenvolver plenamente, assim como o indivíduo e a comunidade não podem ter acesso adequado a diversos serviços essenciais ao aumento da qualidade de vida, como a educação, saneamento e saúde (REIS et. al. 2009).

O sistema brasileiro gerador de energia elétrica apresenta características que o tornam único no cenário mundial, isto graças à predominância da fonte hidrelétrica, com potencial de contribuição de 95% da geração total. Porém, haja vista a crise hídrica experimentada nos últimos meses, restrição forçada do consumo de água e de energia elétrica, o Estado está procurando o gerenciamento dos recursos hídricos nacional de forma mais responsável, seguindo o Plano Nacional de Águas (PNA), que estabelece que as bacias já inventariadas adotem as projeções de exploração deste recurso. Define também o programa de incentivo às Pequenas Centrais Elétricas (PCH), visando proporcionar o fornecimento de energia a empresas e pequenas comunidades não atendidas pelo sistema nacional de distribuição (ALMEIDA, 2002).

Analisando o consumo de eletricidade, no ano 2000, o setor residencial apresentou crescimento de 2,1% e o setor industrial registrou uma ligeira alta de 0,3% em relação ao ano anterior. Os demais setores – público, agropecuário, comercial e transportes – quando analisados em bloco apresentaram variação

positiva de 6,9% em relação ao ano anterior. O setor energético cresceu 12,7%. Em 2012, com acréscimo de aproximadamente 3,8 GW, a capacidade instalada das centrais de geração de energia elétrica no Brasil alcançou 120.973 MW, na soma das centrais de serviço público e autoprodutoras (BEN, 2013).

Historicamente, a Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul vem adotando soluções locais para minimizar a deficiência de água para suas lavouras de arroz irrigadas. Porém, convivem com um problema em decorrência de uma carga elétrica sazonal em consequência do bombeamento de água para as lavouras. O atendimento deste tipo de carga decorreu do enfrentamento das crises do petróleo de 73 e 78, quando o setor elétrico veio a contribuir para substituir o diesel utilizado nas moto-bombas por sistemas elétricos de bombeamento. Um sistema inteiro de transmissão, sub-transmissão, transformação e distribuição rural foi desenvolvido e implantado. Segundo o censo IRGA de 2005 a carga de bombeamento eletromecânico é superior a 400 mil CV, seguida de 166 mil CV's ainda a diesel (KAEHLER, et. al., 2013).

Neste sentido, desenvolveu-se este estudo da realidade encontrada na região de Uruguiana, localizada no extremo oeste do Estado do Rio Grande do Sul, cujo território é basicamente ocupado pela cultura do arroz irrigado desde a década de 1930, também implementada com a pecuária extensiva, com significativo consumo de recursos hídricos e evidentes alterações ambientais. Também é de interesse verificar a viabilidade de associação destes barramentos existentes com geração hidroelétrica, visando aliviar a carga demandada ao sistema pela atividade irrigada. Para tanto, empregou-se a “Barragem Sanchuri” como estudo de caso para tal avaliação, por ser a maior de todo o município e região. Diante do exposto, busca-se então alcançar maior conhecimento acerca dos impactos socioambientais que os barramentos de água causam na região em que foi implantada e seu potencial de geração hidrelétrica ou condições necessárias para tal.

1.1. JUSTIFICATIVA

A água é um bem fundamental para a manutenção da vida no planeta. Apesar de existir aproximadamente $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de água no planeta, apenas 0,8% deste total encontra-se disponível como água doce, podendo ser usada mais facilmente para os diversos usos pelo ser humano. Contudo, apenas uma pequena fração (3%) das águas doces constitui as águas superficiais (rios e lagos), sendo que a fração restante (97%) encontra-se sob a forma de águas subterrâneas, de acesso mais difícil. Dessa forma, é de grande importância preservar os recursos hídricos superficiais do Planeta, em especial, quanto à qualidade de suas águas, à sua pequena parcela de mais fácil - e, conseqüentemente, menos onerosa - utilização, em relação ao volume total de águas doces (RUAS, 2006).

Segundo MELLO (1986), nos projetos de barramentos, uma importante questão é avaliar o balanço entre os benefícios esperados pelo empreendimento e os impactos e efeitos sobre o meio ambiente dele decorrentes. A resposta a essa questão obrigatoriamente força a considerar as necessidades e as disponibilidades de recursos naturais, bem como a situação socioeconômica do país em questão. Uma vez tomada a decisão (a favor da realização) do empreendimento, ao mesmo tempo em que devem ser minimizadas as conseqüências negativas daí advindas, devem ser maximizados os seus benefícios. Mesmo que o projeto seja viável apenas para um fim, nunca devem ser desprezadas as possibilidades futuras de usos múltiplos do barramento ou do reservatório. Portanto, o projeto de um barramento, necessariamente, deveria levar em consideração a possibilidade de usos múltiplos.

A demanda por água em todo o mundo vem se ampliando, mesmo que a disponibilidade hídrica seja limitada. Agricultura irrigada, a geração hidráulica de energia elétrica e, em certa extensão, o abastecimento urbano são, na atualidade, grandes competidoras pelo uso da água em sistemas hídricos. A geração de conflitos pelo uso da água coloca em oposição principalmente usuários urbanos e outros usuários, dentre estes os irrigantes. A agricultura irrigada utiliza a maior parte da água doce do mundo, sendo o uso mais importante em muitos países (MEIRELES, 2009).

Conhecido por ter as quatro estações do ano definidas, junto com os demais Estados da Região Sul do Brasil, o Rio Grande do Sul está convivendo nas últimas décadas com uma anomalia climática: a estiagem. Em geral, a precipitação normal ou a média climatológica no RS, no período de dezembro a fevereiro, não é suficiente para atender às necessidades hídricas das culturas de verão, o que tem incentivado a construção de barramentos nas propriedades rurais, além da busca por otimização no sistema de irrigação afim de evitar desperdícios e garantir uma boa colheita (Aguiar, 2005).

Considerando que 29% da área cultivada utiliza barramentos para irrigação natural, tem-se uma forte sinalização para a utilização de técnicas de turbinamento de fluxo corrente a serem utilizadas nos canais de fundo e nos sifões para a micro produção de energia elétrica nos períodos em que ocorre a irrigação. Seria uma energia secundária capaz tanto de expandir a área de plantio como de alimentar parte da carga elétrica de forma descentralizada (KAEHLER, 2013).

As usinas hidrelétricas constituem a maior parcela da matriz energética brasileira. Embora o uso de outras fontes de geração de energia – tais com eólica, solar e térmica – tenha apresentado grande expansão ao longo dos últimos anos, o desenvolvimento da economia do país ainda dependerá principalmente da ampliação do potencial de geração de energia referente às usinas hidrelétricas. Tal ampliação se mostra viável do ponto de vista técnico-executivo, devido ao grande potencial ainda existente de recursos hídricos passíveis de serem explorados para tal finalidade (Reis et al., 2009).

A “Barragem Sanchuri” tem como objetivo principal a acumulação e disponibilização de água para a irrigação de lavouras de arroz, localizadas a jusante do barramento e ao longo do vale do arroio Sanchuri (afluente do Rio Uruguai). O sistema localiza-se no município de Uruguai, na Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul (RS). As áreas alagadas pelo reservatório, assim como o barramento e a rede de canais, constituem propriedade e são administradas pela Cooperativa Agrícola Mista São Marcos LTDA.

Este barramento foi construído pelo Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) entre os anos de 1943 e 1946 para desenvolvimento da orizicultura naquela região.

Possui área irrigada de 2.711 hectares ou 27.110.000 m² e é considerado um dos maiores barramentos do Estado do Rio Grande do Sul.

Segundo informações colhidas com antigos moradores do município, antes da prática do plantio de arroz irrigado no município, a cidade sofria grandes perdas em outras poucas culturas que eram exploradas (principalmente para subsistência), além de bovinos que sofriam as consequências, muitas vezes vindo à óbito. Diante disto, surgiu então o projeto do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), da construção deste barramento, que contribuiu diretamente para o desenvolvimento da orizicultura e dessedentação dos bovinos de corte na região, sendo até hoje as principais atividades desenvolvidas no município. Relata-se que o município de Uruguiana seja hoje um dos maiores produtores de arroz do Brasil e todos os benefícios que isto acarretou, deve-se principalmente à construção deste barramento.

A água armazenada neste barramento é decorrente dos períodos chuvosos que atingem a região anteriormente ao plantio, sendo que, devido a área de plantio ser cada vez maior, maior quantidade de água tem sido necessária. Diante deste fator, já tem ocorrido em anos anteriores a falta de água para atender toda a demanda, sendo assim, em alguns momentos necessário o bombeamento de água do Rio Uruguai para atender a todos os produtores que fazem uso da água deste barramento.

Este bombeamento é eletromecânico em sua maioria e à diesel em pequena quantidade na atualidade. Diante disto, neste período de irrigação, no qual o bombeamento muitas vezes se faz necessário, a demanda por energia na rede de distribuição é ainda maior, sendo muitas vezes interrompidas por falhas no sistema que em alguns casos danifica os equipamentos, chegando até a queimá-lo. Diversos produtores disseram ter tido problemas com a companhia distribuidora de energia da região devido a essas falhas, requerendo o ressarcimento do prejuízo causado no maquinário. Porém, geralmente esses processos acabam decorrendo na justiça por meses ou até anos.

Diante desta problemática que tem acarretado volumes menores de chuva para acumulação e a necessidade de bombeamento e a alta demanda de energia

elétrica para tal atividade, surge junto à proposta de análise dos impactos socioambientais a ideia de analisar a potencialidade ou não da “Barragem Sanchuri” para geração de energia hidrelétrica através dos canais de fundo e sifões, de maneira a “folgar” um pouco a rede de distribuição de energia da região e, assim também, contribuir para que o manejo desta cultura possa se aproximar de um manejo sustentável, além de demonstrar quais características pluviométricas para acumulação deve haver para se tornar um sistema independente de água e de energia, atendendo a toda a demanda de água para irrigação e energia para sustentar as máquinas de bombeamento.

Através destas informações pode-se obter um parâmetro que possa ser adaptado a outras represas da região, para que estas também se tornem independentes no quesito geração de energia elétrica, estendendo-se até a outras regiões que podem sofrer com problemas parecidos.

1.2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar a situação atual dos barramentos na região de Uruguaiana/RS, no contexto de impacto socioambiental e, secundariamente, verificar se há potencial energético destes barramentos, adotando “Barragem Sanchuri” como caso de estudo.

Outros objetivos foram propostos afim de enriquecimento da pesquisa, tais como:

- Contextualizar o Setor Energético Brasileiro, como potencial, avanços e restrições;
- Contextualizar os impactos socioambientais da geração de energia hidrelétrica;
- Caracterizar a região de estudo no quesito barramentos de água;
- Discutir acerca do potencial hidrelétrico da Sanchuri.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ÁGUA E RECURSOS HÍDRICOS

A água está no centro das atenções desde o início de século. Recurso mineral essencial para a existência de vida na Terra, hoje já não se diz mais que a água é um recurso inesgotável. Várias partes do planeta já sentem a sua falta, seja pela escassez em vários pontos específicos, seja pelo baixo índice de qualidade para consumo humano (REIS et. al., 2009).

A água tem sido explorada até pouco tempo sem critério algum, e em muitos casos, de forma inadequada, Reis et. al. (2009, p. 98) descreve que:

“[...] a água tem sido usada como motor de desenvolvimento de muitos países, seja na agricultura, na geração de energia, na indústria, entre outros setores. Atualmente, alguns países tem feito, através de medidas conservacionistas, um controle rigoroso do consumo de água e da sua contaminação. Estima-se que 1,5 bilhão de pessoas no mundo sofram com a falta de água e 25 milhões morram por ano devido às doenças transmitidas por águas poluídas e impróprias para o consumo.”

O século XXI, terá um grande desafio. Trata-se de evitar a crise da água, instaurada pela má gestão do seu uso, e criar mecanismos eficientes que combatam os problemas advindos dessa crise, como escassez, má-qualidade, distribuição ineficiente, desperdício, conflitos de fronteiras, entre outros (REIS et. al., 2009).

A água é um bem fundamental para a manutenção da vida no planeta. Apesar de existir aproximadamente $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de água no planeta, apenas 0,8% deste total encontra-se disponível como água doce, podendo ser usada mais facilmente para os diversos usos pelo ser humano. Contudo, apenas uma pequena fração (3%) das águas doces constitui as águas superficiais (rios e lagos), sendo que a fração restante (97%) encontra-se sob a forma de águas subterrâneas, de acesso mais difícil. Dessa forma, é de grande importância preservar os recursos hídricos superficiais do Planeta, em especial, quanto à qualidade de suas águas, à sua pequena parcela de mais fácil - e, conseqüentemente, menos onerosa - utilização, em relação ao volume total de águas doces (RUAS, 2006).

Segundo MELLO (1986), nos projetos de barramentos, uma importante questão é avaliar o balanço entre os benefícios esperados pelo empreendimento e os impactos e efeitos sobre o ambiente dele decorrentes. A resposta a essa questão obrigatoriamente força a considerar as necessidades e as disponibilidades de recursos naturais, bem como a situação socioeconômica do país em questão. Uma vez tomada a decisão (a favor da realização) do empreendimento, ao mesmo tempo em que devem ser minimizadas as consequências negativas daí advindas, devem ser maximizados os seus benefícios. Mesmo que o projeto seja viável apenas para um fim, nunca devem ser desprezadas as possibilidades futuras de usos múltiplos do barramento ou do reservatório. Portanto, o projeto de um barramento, necessariamente, deveria levar em consideração a possibilidade de usos múltiplos.

A demanda por água em todo o mundo vem se ampliando, mesmo que a disponibilidade hídrica seja limitada. Agricultura irrigada, a geração hidráulica de energia elétrica e, em certa extensão, o abastecimento urbano são, na atualidade, grandes competidoras pelo uso da água em sistemas hídricos. A geração de conflitos pelo uso da água coloca em oposição principalmente usuários urbanos e outros usuários, dentre estes os irrigantes. A agricultura irrigada utiliza a maior parte da água doce do mundo, sendo o uso mais importante em muitos países (MEIRELES, 2009).

As reservas mundiais de água potável atingem níveis críticos, causando problemas econômicos, sociais e políticos e dificultando as relações entre as cidades, regiões e países. Uma forma de superar esses problemas e reverter as tendências, é garantir que o desenvolvimento aconteça com um enfoque ecologicamente sustentável: os habitantes de uma determinada área precisam ser incorporados à plena cidadania não só pelo desenvolvimento social e econômico equitativamente distribuído, mas também pela integração adequada dos sistemas administrativos, políticos, energéticos e ambientais, de forma que as alterações no ambiente não afetem ou causem limitações às gerações futuras (REIS, 2011).

A partir da década de 70, seguindo uma tendência mundial, o Brasil, apresentou uma grande evolução de suas políticas de meio ambiente, tendo implantado leis que tangem à gestão ambiental. No início dos anos 1970 até fins da

década de 80, a política de controle ambiental centralizada exercida por órgãos federais e estaduais de meio ambiente era baseada em mecanismos de comando e controle (disciplinamento, proibições e normas), com grande ênfase no controle pontual da emissão de poluentes industriais. Esta fase é marcada pela falta de integração entre as políticas de desenvolvimento e de meio ambiente, pelo custeio integral por fundos públicos e pela falta de participação social (GOLDENSTEIN, 2000).

Nos fins da década de 80 até início da década de 90, iniciou-se a implantação de uma política nacional de meio ambiente, definida pela Constituição Federal de 1988. Introduce-se neste momento o conceito de gestão ambiental integrada e participativa, criação de conselhos federal e estaduais de meio ambiente, buscando a integração entre os diferentes níveis de governo e entre os setores público e privado. Graves problemas ambientais são acompanhados de uma maior conscientização e mobilização pública por um lado, e, por outro lado, com o nível ainda baixo de integração das políticas públicas setoriais e a partir da década de 90, considerando da escala global das questões ambientais na esteira da realização da Rio-92, ocorreu a introdução do conceito de desenvolvimento sustentável e dos instrumentos econômicos na gestão ambiental, e o início do processo de reformulação dos órgãos setoriais de gestão.

2.2. LEGISLAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A lei n. 9.433, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Dos seus princípios básicos, que se aplicam à outorga, podem-se destacar: o controle pelo setor público, a gestão participativa e descentralização, a gestão por bacia hidrográfica e a gestão conjunta dos aspectos qualitativos e quantitativos.

Por se tratar de um bem público, o artigo 12 (lei n. 9.433) remete à efetivação do ato de outorga ao poder público. No entanto, essa decisão deve ser compartilhada com os Comitês de Bacia. Assim, a gestão por bacia hidrográfica

aponta para um trabalho interligado entre todas as autoridades outorgantes em uma dada bacia.

Entre as entidades integrantes do SGNRH (Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos) com participação no processo da outorga, convém salientar, além do poder público, representado pelas autoridades outorgantes, o Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, os Comitês Estaduais de Recursos Hídricos, os Comitês de Bacias Hidrográficas e as Agências de Água, cabendo a eles as seguintes responsabilidades:

- **Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH:** Órgão deliberativo e normativo máximo do SINGRH integrado por representantes do poder executivo federal (MMA, Secretaria da Presidência da República), dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, dos Usuários e das organizações civis de recursos hídricos, e tem por secretaria executiva a Secretaria de Recursos Hídricos do MMA, cujas funções consideram a aprovação da criação de Comitês de Bacia que envolvam rios de domínio federal, do plano nacional de recursos hídricos e de valores de cobrança pelo uso da água;

- **Agência Nacional de Águas – ANA:** Autarquia federal sob regime especial com autonomia administrativa e financeira, criada pela lei 9.984, de 17 de julho de 2000, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, funciona como agência reguladora da utilização dos rios de domínio da União, e como agência executiva encarregada da implementação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, a ANA está encarregada ainda do recolhimento dos recursos da cobrança pelo uso da água em rios de domínio da União e da aplicação destes e de outros recursos destinados ao gerenciamento dos recursos hídricos e da aplicação de alguns instrumentos de gestão, tais como, outorga e fiscalização, que são de competência da União;

- **Os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal:** constituem-se em fóruns de discussão e deliberação para os assuntos que envolvem bacias sob seu domínio, são responsáveis pela aprovação dos planos estaduais e distritais de Recursos Hídricos, e representam a instância estadual no

Conselho Nacional de Recursos Hídricos, ainda se encontram em fase incipiente de implantação e atuação;

- **Os Comitês de Bacias Hidrográficas:** são previstos para atuar como "parlamento das águas de bacia", contando com a participação dos usuários públicos e privados, do poder municipal, da sociedade civil organizada e dos demais níveis de governo (estaduais e federal); entre suas atribuições está a aprovação do Plano de Bacia e do valor da cobrança pelo uso da água, além de se constituir no fórum de discussão e decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica;

- **As Agências de Água:** devem atuar como "braço executivo" do(s) seu(s) correspondente(s) comitês; estão encarregadas da elaboração e implementação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, gerir os recursos oriundos da cobrança pelo uso da água e os demais recursos destinados à gestão, entre outras atribuições.

Tendo em vista os fatores complicadores derivados da estrutura federalista discutidos anteriormente, o SINGRH prevê que todos estes órgãos devem atuar de forma articulada de forma a respeitar o princípio da subsidiariedade e ultrapassar os entraves legais a uma efetiva gestão por bacia hidrográfica (RAMOS, 2007).

A Lei 9.433 de 1997, prevê a cobrança pelo uso da água formalmente. Esta cobrança seria para a derivação da água ou pela introdução de efluentes nos corpos d'água, tendo em vista sua diluição, transporte e assimilação, dependendo da classe de enquadramento do corpo d'água em questão.

Referente a esta cobrança pelo uso da água, Reis (2011, p. 69) relata que:

"tem sido tratada apontada como uma das ferramentas para indução do uso eficiente deste recurso, principalmente na irrigação, que é onde se encontra a maior parcela de desperdício. Além do uso eficiente, outro aspecto tão ou mais importante refere-se ao tratamento de efluentes (domésticos, industriais ou agropecuários) despejados nos cursos d'água, para os quais prevêem-se cobranças especiais. No caso da geração da energia elétrica, esta cobrança constituirá um custo adicional similar ao dos combustíveis das usinas termelétricas."

A gestão adequada dos recursos hídricos é um dos maiores desafios da administração pública brasileira, já que não existe um planejamento integrado de oferta e de utilização desses recursos nem um sistema de gerenciamento integrado que analise a oferta e o uso da água dentro de um contexto do destino múltiplo desse bem. Na verdade, cada setor se utiliza dos recursos hídricos (abastecimento urbano, irrigação, geração de energia hidrelétrica, abastecimento industrial e outros) sem se importar com as restrições que esteja causando aos usuários dos mananciais de água doce (GOLDENSTEIN, 2000).

A despeito da grande evolução experimentada no campo institucional e legal, Ramos (2007, p. 22) cita que:

“o país (Brasil) não conta com fontes adequadas de financiamento para a gestão, conservação e recuperação ambiental e verifica-se ainda ineficiência da aplicação dos escassos recursos existentes. Os órgãos de gestão estaduais, por exemplo, encarregados do licenciamento e fiscalização das atividades poluidoras e impactantes do meio ambiente, encontram-se, em geral, operando de forma precária. A contaminação dos corpos hídricos interiores e costeiros por efluentes domésticos é generalizada em todo o país e absolutamente crítica nas áreas de maior concentração urbana, e não se conta ainda com um modelo sustentável de financiamento ao setor que consiga reverter este quadro. Enfim, ao mesmo tempo que o Brasil desempenha um papel relevante nos fóruns internacionais de discussão dos problemas ambientais globais derivados do desenvolvimento ainda não se conseguiu tratar adequadamente os resíduos produzidos diariamente em nossas próprias casas.”

A legislação federal brasileira originou-se inspirada no modelo francês porém com falhas, uma vez que não ficou definida *a priori*, o número de comitês e agências. Indica somente que os primeiros devem se formar na bacias, onde a ocorrência de conflitos os justifiquem e que as agências devem apresentar viabilidade econômico-financeira para serem criadas. Esta criação (seja de comitês ou de agências em bacias de rios federais) deve previamente ser aprovada pelo CNRH (RAMOS, 2007).

Ramos (2007, p. 29) ressalta que os comitês e agências:

“Podem ser organizados comitês em bacias ou sub-bacias, só sendo permitida a criação de comitês em bacias de rios de até terceira ordem, o que corresponde ao tributário do tributário do rio principal. A

relação entre comitês de bacia e de sub-bacias contidas na primeira deve obedecer o princípio da subsidiariedade.”

Tendo em vista que o correto aproveitamento de recursos hídricos requer concepção, planejamento, projeto, construção e operação de meios para o domínio e utilização das águas, determinados pelas condições naturais e sociais em que se encontram, é necessário um bom conhecimento de hidrologia, conceitos estes que veremos a seguir.

2.3. BACIAS HIDROGRÁFICAS

Bacia hidrográfica, também denominada como bacia imbrífera, de um curso d'água é a área da superfície do solo capaz de coletar a água das precipitações meteorológicas e conduzi-la ao curso d'água. A sua determinação é feita através de cartas topográficas com curvas de nível e identificação dos espigões. Reis (2011), descreve que para determinação das bacias hidrográficas deve-se considerar sempre áreas a montante do local onde se analisa o aproveitamento. A superfície obtida pode ser denominada como área de drenagem.

São vários os fatores ligados à bacia hidrográfica, que condicionam o fluxo d'água à seção desejada. Dentre esses, cita-se a área da bacia hidrográfica, a topologia da bacia (suas declividades e depressões), superfície do solo e condições geológicas (vegetação, cultivos, geologia, rochas, camadas geológicas) e obras de controle de uso d'água a montante (irrigação, retificação do curso d'água e barramentos) (REIS, 2011).

2.4. USO MÚLTIPLO DAS ÁGUAS

O uso múltiplo das águas trata-se de uma tarefa multidisciplinar, além dos aspectos ambientais e sociais específicos. Na questão de abastecimento, podem ser considerados três usos principais: humano, animal e industrial. Reis e Cunha (2006), explicam que:

No uso humano, ficam excluídas as atividades industriais e agropecuárias, referindo-se apenas à dessedentação, à higiene e ao preparo de alimentos. Estima-

se que o consumo humano per capita para dessedentação seja de 2 a 3 litros de água por dia. Para utilização na higiene, cada ser humano utiliza cerca de 100 litros/dia. Esta utilização para seres humanos requer níveis elevados de pureza da água.

No uso animal, a atividade pecuária demanda água principalmente para dessedentação de animais, além do uso para limpeza de estábulos, pocilgas e, em alguns casos, para aliviar o calor dos animais. Na pecuária o uso da água destaca-se não pelo volume consumido, mas principalmente pela questão do lançamento de afluentes de alto potencial poluidor, que pode ser de 10 a 12 vezes superior ao ser humano e pode chegar, sob alguns aspectos a 100 vezes.

No uso industrial, o mais representativo no que se refere ao volume, corresponde a 88% da água utilizada nas atividades humanas. Neste aspecto, a água se destaca pela sua utilização como matéria-prima e reagente, como solvente, para lavagem de gases e sólidos, como veículo de sustentação de materiais, como elemento transmissor de calor, na refrigeração de processos, como vapor para aquecimento ou força motriz.

Além da água utilizada no abastecimento, REIS et. al. (2009) cita a água utilizada na geração hidrelétrica, na navegação e irrigação. Na irrigação hoje, devido aos conflitos entre usuários, à preocupação ambiental e à cobrança pelo uso da água prevista na Lei das Águas (LEI n. 9.433/1997), fica evidente a necessidade do manejo racional da irrigação, que consiste na aplicação da quantidade necessária de água às plantas no momento correto.

Os estudos realizados, segundo Kagan et. al. (2008) indicam que, se a irrigação fosse utilizada de forma racional, aproximadamente 20% da água e 30% da energia consumidas seriam economizadas; 20% da energia economizada corresponde à aplicação desnecessária da água e 10%, do redimensionamento e a otimização dos equipamentos utilizados para a irrigação. Desta forma, torna-se imprescindível o conhecimento de cada método de aplicação de água na seleção de sistemas de irrigação, principalmente para financiamentos para implantação de

projetos de irrigação, nos quais devem ser priorizados aqueles que utilizam técnicas avançadas, como microaspersão e gotejamento.

Segundo Reis et. al. (2009) um problema relativo à irrigação é a contaminação dos corpos d'água por efluentes agrícolas, tais como fertilizantes e agrotóxicos que, utilizados em grandes quantidades, contaminam depósitos e lençóis subterrâneos, comprometendo os mananciais e jusante. Podem ocorrer também o assoreamento e a contaminação dos córregos e os rios pela erosão dos solos. O mau uso da irrigação pode acarretar a salinização do solo, contribuindo para a sua destruição, pois a terra salinizada dificulta a germinação de sementes e o desenvolvimento das plantas.

A demanda por água em todo o mundo vem se ampliando, mesmo que a disponibilidade hídrica seja limitada. Agricultura irrigada, a geração hidráulica de energia elétrica e, em certa extensão, o abastecimento urbano são, na atualidade, grandes competidoras pelo uso da água em sistemas hídricos. A geração de conflitos pelo uso da água coloca em oposição principalmente usuários urbanos e outros usuários, dentre estes os irrigantes. A agricultura irrigada utiliza a maior parte da água doce do mundo, sendo o uso mais importante em muitos países (MEIRELES, 2009; FERNANDEZ e FERREIRA, 2003).

2.5. HISTÓRICO ENERGÉTICO

Ao longo da evolução da humanidade, a energia tem desempenhado papel fundamental na vida das pessoas, sendo que a mesma é fator fundamental no desenvolvimento social e econômico dos países. Atualmente, encontra-se no centro das atenções dos governamentais, que buscam alavancar a oferta para promover o crescimento econômico perante o mercado globalizado. Em contrapartida, simultaneamente enfrentam problemas ambientais, o que culmina no favorecimento de fontes renováveis para produção de energia.

Partindo do princípio de que o desenvolvimento econômico de um país depende do potencial de geração de energia elétrica, o Setor Elétrico Brasileiro –

SEB, tem fundamental participação além de responsabilidade estratégica no desenvolvimento do país. Facuri (2004, p.2) disserta que:

“A história tem confirmado a necessidade de expansão do parque gerador nacional em atendimento à crescente demanda por energia elétrica. Por ser um país privilegiado por seu imenso potencial hidrelétrico, a matriz de energia elétrica foi, ao longo dos anos, sendo moldada à base de grandes usinas hidrelétricas. A construção dessas usinas representava, à época, muito mais do que a possibilidade de converter um potencial hidráulico em energia elétrica: significava também a opção estratégica pelo uso de uma forte vantagem competitiva do país, em benefício de seu desenvolvimento, em especial daquelas regiões consideradas prioritárias pelo governo federal.”

Um dos fundamentos da sustentabilidade econômica de um país é a sua capacidade de prover logística e energia para o desenvolvimento de sua produção, com segurança e em condições competitivas e ambientalmente sustentáveis. Podemos afirmar que o Brasil tem feito seu “dever de casa” na área energética, tanto que é citado como referência internacional na produção de petróleo em águas profundas, na produção de etanol, no seu parque de geração hidrelétrica, no exponencial aproveitamento da energia eólica, no seu extenso e integrado sistema de transmissão de energia elétrica e, especialmente, na renovabilidade de sua matriz tanto energética quanto de produção de energia elétrica (TOMALSQUIM, 2012).

Os históricos relatam que o primeiro sistema elétrico de potência foi concebido em 1880, projetado por Thomas Alva Edison, tendo construído a estação de Pearl Street Power na cidade de Nova Iorque. O sistema (muito pequeno) fornecia energia elétrica, aproximadamente para 400 lâmpadas incandescentes e 83W de potência, individualmente (NOGUEIRA, 2007).

O sistema de Thomas Edison teve excelente aceitação, e foram implantados sistemas semelhantes nas maiores cidades dos continentes. Estas pequenas centrais tinham semelhança na sua disposição, que eram próximas das suas cargas, o que em essência, atualmente denomina-se de geração distribuída ou descentralizada de energia elétrica (Romagnoli, 2005).

Após este primeiro experimento, foram desenvolvidas tecnologias e a distância entre o gerador de energia e o consumidor deixou de ser uma necessidade. A partir disto, iniciaram-se grandes obras, normalmente construídas em locais longe dos centros consumidores. Para Bortoni (2002), essa maneira de organização é identificada por:

- Na contínua busca de economias de escala e conseqüente redução dos custos unitários de capital;
- Na conveniente minimização dos impactos e dos riscos ambientais nos centros mais densamente povoados;
- No poder que tinham os empreendedores de grandes obras, fossem eles empresas ou governos e dando suporte às soluções então propostas;
- Na alta confiabilidade dos sistemas de transporte de eletricidade em alta tensão.

Até o final da década de 1980, o modelo de planejamento energético mundial foi orientado para satisfazer a demanda crescente por energia, sem preocupações com o ambiente e com a depleção dos recursos naturais, estando assentado em estratégias baseadas em um enfoque a partir da oferta ou do “suprimento”. O uso desordenado dos recursos energéticos abundantes resultou em um crescimento econômico mais voltado aos interesses das elites do que às necessidades da população em geral. Para atender ao conforto e aos interesses financeiros das elites dos países em desenvolvimento e desenvolvidos, banqueiros, organizações internacionais de auxílio, industriais, donos de empresas de engenharia e consultoria, entre outros tomadores de decisão da área energética, implantaram grandes projetos de desenvolvimento fortemente intensivos em capitais e, na maioria das vezes, ambientalmente inadequados (REIS & CUNHA, 2006).

2.6. ENERGIA ELÉTRICA

A geração ou produção de energia elétrica compreende todo o processo de transformação de uma fonte (recurso natural) primária de energia em eletricidade (forma secundária da energia) e é responsável por uma parte bastante significativa

dos impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais dos sistemas de energia elétrica.

Reis e Cunha (2006) citam que as fontes primárias usadas para a produção da energia elétrica podem ser classificadas em não-renováveis e renováveis. Sendo os mesmos, de uma forma bem simples, podem ser reconhecidas como fontes não-renováveis:

“[...] aquelas que podem esgotar-se, pois são utilizadas com velocidade bem maior que os milhares de anos necessários para sua formação. Ou seja, não são repostas pela natureza em velocidade compatível com a de sua utilização pelo ser humano. Nessa categoria, estão os combustíveis derivados de petróleo, o carvão mineral, os combustíveis radioativos (urânio, tório, plutônio, etc.) e o gás natural. A utilização atual de tais fontes para produzir eletricidade ocorre principalmente a partir da transformação da fonte primária em energia térmica, por exemplo, por meio de combustão e fissão. A geração elétrica obtida por esse meio é conhecida como geração termoelétrica.” (REIS & CUNHA, 2006, p. 30)

Para Goldemberg (2003), podem ser classificadas como fontes de energia não renováveis aquelas que tem quantidades limitadas na natureza, e que a partir da sua utilização serão extinguidas, desta forma, uma vez que isso ocorra, as mesmas são esgotadas e não mais se regeneram. Tem reservas finitas, sua distribuição geográfica não é homogênea.

As fontes renováveis, segundo Reis e Cunha (2006, p. 31) são aquelas cuja:

“A reposição pela natureza ocorre em período de tempo consistente com sua utilização energética (como no caso das águas dos rios, marés, sol, ventos) ou cujo manejo, pelo homem, pode ser efetuado de forma compatível com as necessidades de uma utilização energética (como no caso da biomassa: cana-de-açúcar, florestas energéticas e resíduos animais, humanos e industriais). A maioria dessas fontes apresenta características que permitem modelagens (para estudos e análises), estatísticas e estocásticas em períodos de tempo compatíveis com a operação das usinas elétricas e bem inferiores à vida útil delas. Tais fontes podem ser usadas para produzir eletricidade, principalmente por meio de usinas hidrelétricas (água), eólicas (vento), solares fotovoltaicas (sol, diretamente) e centrais termoelétricas (biomassa renovável e sol, indiretamente, produzindo vapor).”

Denominadas também como um conjunto de fontes de energia que podem ser chamadas de não-convencionais e advindas de ciclos naturais de conversão de radiações solares, considerada fonte primária de quase toda energia disponível da Terra, as fontes renováveis, podem ser consideradas praticamente inesgotáveis, uma vez que não modificam o balanço térmico do planeta. Atualmente, tem-se procurado mais apropriadamente usar as denominações Energias Renováveis e Novas Energias, para delimitar o conceito naquelas com ciclos de renovação natural, que, em última análise, se originam da energia solar como fonte primária. Incluindo-se nesta categoria a energia eólica, de biomassa e a solar, estas são formas de energia que se regeneram de uma forma cíclica em uma escala de tempo reduzida (PACHECO, 2006).

As energias renováveis não somente podem como devem ser utilizadas de forma sustentada e que não traga impactos negativos ao meio ambiente. Através da evolução tecnológica, estas fontes tem sido aproveitadas também como combustíveis alternativos (álcool, combustíveis) tanto da produção de calor quanto a de eletricidade propriamente dita, estas sendo energia eólica, solar, da biomassa e/ou de PCHs que são pequenas centrais hidrelétricas, que apresentam características renováveis, isoladas de grandes hidrelétricas e constituem-se como fontes convencionais de geração de eletricidade (PACHECO, 2006).

A Figura 2.1, demonstra as fontes básicas de energia no planeta, de acordo com suas relações no sistema solar e com o impacto do tempo.

uma vez que eles não consideram o efeito da legislação ambiental sobre os projetos potenciais.

2.7. PRODUÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

As crises no ramo do petróleo nos últimos anos se fizeram mais evidentes da dependência das economias dos combustíveis fósseis. Como consequência, a necessidade de novas fontes de energia tornou-se urgente. Fontes de energia renováveis poderiam fornecer uma solução para o problema, pois elas são inesgotáveis e têm menos impactos negativos sobre o ambiente do que os combustíveis fósseis (KORONEOS, 2003). Os principais recursos naturais utilizados na obtenção de energia limpa são o sol, que produz a energia solar, o vento, que produz a energia eólica, os rios e correntes de água doce, que produzem a energia hidráulica ou hidrelétrica, as marés e oceanos, que produzem a energia maremotriz e energia das ondas, a matéria orgânica, que produz a biomassa e o calor da Terra, que produz a energia geotérmica (Ministério De Ciência e Tecnologia, 2010).

À medida que o processo de desenvolvimento se acelera no Brasil, a demanda por energia também se amplia. Em um país rico em recursos naturais e com fontes disponíveis de energia em quantidade considerável, algumas delas têm sido cada vez mais exploradas por serem consideradas menos poluentes. Dentre essas, a mais utilizada no país e que possui maior investimento é a energia hidrelétrica, o que coloca o país no topo da sustentabilidade na geração e consumo de energia. Observa-se que o governo brasileiro estimula cada vez mais a ampliação desse setor. Nos últimos anos, a partir da introdução do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC há uma prioridade em ampliar a construção de hidrelétricas, e ampliar a capacidade geradora das já existentes. Atualmente a energia hidráulica representa 83,92% da energia gerada no país. Segundo dados contidos no Plano Decenal de Energia Elétrica para o horizonte 2006-2015, o consumo sofrerá uma grande ampliação, passando de um consumo total de 375,5 em 2005 para 657,8 TWh em 2015. Em períodos recentes, a política tem sido a de priorizar a construção de médias e principalmente, pequenas centrais hidrelétricas, as chamadas PCHs. A justificativa da Eletrobrás é de que essas são interessantes porque demandam menores investimentos, é uma alternativa para alagar menores

áreas e viabilizam inclusive a autoprodução (TONELLO, 2010; POTTMAIER et al., 2013).

As hidrelétricas, são consideradas como fonte de energia elétrica limpa e também indispensáveis para garantir a manutenção de energia no decorrer dos próximos anos. Estas trazem desenvolvimento para as regiões em que estão instaladas. Porém, com sua construção, tendem provocar impactos socioambientais sérios e irreversíveis. Desta forma, é imprescindível a realização de um estudo em busca de analisar não somente os aspectos econômicos, mas também o impacto ambiental que a região pode sofrer mediante a instalação de uma usina (OLIVEIRA et. al. 2014).

- As usinas hidrelétricas, segundo Reis (2011), são, em geral, classificadas quanto ao uso das vazões naturais, à potência, à forma de captação de água e à função no sistema. Quanto ao uso das vazões naturais, existem: centrais a fio d'água, centrais de acumulação e centrais de armazenamento por bombeamento ou com reversão (centrais reversíveis).
- A usina a fio d'água, embora possa ter grandes reservatórios de acumulação, não é utilizada para armazenamento de água e portanto não atua no sentido de regularizar as vazões; em geral, utiliza somente a vazão natural do curso d'água. Algumas dessas usinas podem ter um pequeno reservatório para represar água durante as horas que não são de pico para utilizá-las nas horas de pico no mesmo dia. No Brasil, embora disponha de um grande reservatório, a usina de Itaipu, binacional Brasil – Paraguai, com capacidade instalada de 14.000 MW, opera a fio d'água.
- A usina com reservatório de acumulação tem um reservatório de tamanho suficiente para acumular água na época das cheias para uso na época de estiagem. Pode, portanto, dispor de uma vazão firme substancialmente maior do que a vazão mínima natural.

A usina reversível é usada para gerar energia para satisfazer a carga máxima. Porém, durante as horas de demanda reduzida, a água é bombeada de um

represamento no canal de fuga para um reservatório a montante para posterior utilização. As bombas funcionam com energia extra de qualquer outra usina do sistema. Sob certas circunstâncias essas usinas representam um complemento econômico de um sistema de potência: servem para aumentar o fator de carga de outras suínas do sistema e proporcionam potência suplementar para atender às demandas máximas. Como há perda de energia na operação dessas usinas, é necessário um planejamento estratégico para obtenção de rendimento econômico na operação global do sistema: essas usinas têm valor por converterem potência de baixo valor das horas de baixa demanda em potência de baixo valor das horas de baixa demanda e em potência de alto valor nas horas de pico.

A produção de energia elétrica da central hidrelétrica dependerá, dentre outros fatores, da vazão de água efetivamente usada para produzir a energia mecânica que acionará o gerador elétrico. Esta vazão recebe o nome de vazão turbinável (ou turbinada), pois deverá acionar a turbina que transmitirá energia ao gerador (REIS & CUNHA, 2006).

O valor dessa vazão turbinável e suas características ao longo do tempo para Reis (2011, p. 82):

“estarão relacionados com o tipo de aproveitamento (a fio d’água ou com reservatório), com sua regularização (se existente) e com a utilização da água e do aproveitamento totalmente voltado à produção de energia elétrica. Nesse caso toda a vazão regularizada poderá ser turbinada. Já em um aproveitamento que complete a irrigação, navegabilidade e geração de energia elétrica, por exemplo, a vazão turbinável poderá ser apenas parte da vazão regularizada total.”

Em uma central hidrelétrica, a água aciona uma turbina hidráulica que movimentará o rotor de um gerador elétrico para produção de energia elétrica. A água utilizada, identificada pela sua vazão (m^3/s), pode ser totalmente liberada pelo aproveitamento – com reservatório de acumulação ou não –, ou liberada apenas em parte, nos casos em que a geração de energia elétrica é apenas um dos componentes do uso múltiplo da água.

A turbina hidráulica efetua a transformação da energia hidráulica em mecânica. Seu funcionamento, conceitualmente, é bastante simples: é o mesmo princípio da roda d'água que, movimentada pela água, faz girar um eixo mecânico. O gerador elétrico tem seu rotor acionado por acoplamento mecânico com a turbina e transforma energia mecânica em elétrica devido às interações eletromagnéticas ocorridas em seu interior. Em geral, são usados geradores síncronos, porque os sistemas de potência devem operar com frequência fixa (controlada como constante). Para controlar a potência elétrica do conjunto, são usados reguladores:

- A) Da tensão, que controlam a tensão nos terminais do gerador, atuando na tensão aplicada (e, portanto, na corrente) no enrolamento do rotor (enrolamento de excitação);
- B) De velocidade, que controlam a frequência através da variação de potência, atuando na válvula de entrada de água da turbina.

Para regularização da vazão, está associada à construção de reservatórios que permitem o armazenamento da água e o controle da vazão, e até mesmo a obtenção de uma (ou mais de uma, no caso da regularização parcial) vazão constante durante um certo período. Essa vazão é garantida pelo armazenamento de água durante o período de chuvas, para encher o reservatório, que será esvaziado durante o período de seca (ou de poucas chuvas). O reservatório resulta da construção de uma barragem, cuja altura determina a área inundada pela usina e o volume de água contida no próprio reservatório. O máximo volume teórico efetivo de um reservatório seria aquele que permitisse a obtenção de apenas uma vazão regularizada durante o período de análise, utilizando toda a água que passasse no local onde está construído o barramento. Qualquer volume maior que esse máximo teórico não aumentaria a vazão regularizada e seria menos econômico em razão de maior altura da barragem (REIS & CUNHA, 2006).

Uma Pequena Central Hidrelétrica, cuja sigla é PCH, trata-se de uma usina hidrelétrica de pequeno porte cuja capacidade instalada seja superior a 1 MW e inferior a 30 MW (Portal PCH). São instaladas principalmente em rios de pequeno e

médio portes que possuem desníveis significativos durante seu percurso, gerando potência hidráulica suficiente para movimentar as turbinas (ASSAD, 2011).

Em virtude do aumento da demanda de energia elétrica no país, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são vistas por muitos como sendo uma ótima estratégia energética para o futuro. Apoiadas na idéia de rapidez de implantação com baixo impacto ambiental, são ainda fontes de energia renovável, cuja construção, produção e manutenção envolvem processos conhecidos pelos meios técnicos e industriais (BRASIL, 2009).

As recentes mudanças institucionais e de regulação, assim como a revisão do conceito de PCHs, têm estimulado a proliferação de aproveitamentos hidrelétricos de pequeno porte e baixo impacto ambiental no Brasil. Esses empreendimentos procuram atender demandas próximas aos centros de carga, em áreas periféricas ao sistema de transmissão e em pontos marcados pela expansão agrícola nacional, promovendo o desenvolvimento de regiões remotas do país (SUGAI, 2006).

As pequenas centrais hidrelétricas, possibilitam um melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais, uma vez que, na maioria dos casos, complementa o fornecimento realizado pelo sistema interligado. Além disso, o governo concede uma série de benefícios ao empreendedor, como, por exemplo, um processo simplificado de outorga (MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2010). Uma vantagem adicional destes projetos em comparação com projetos hídricos de grande porte é o menor tempo necessário para construção, o que permite uma expansão rápida da capacidade de geração.

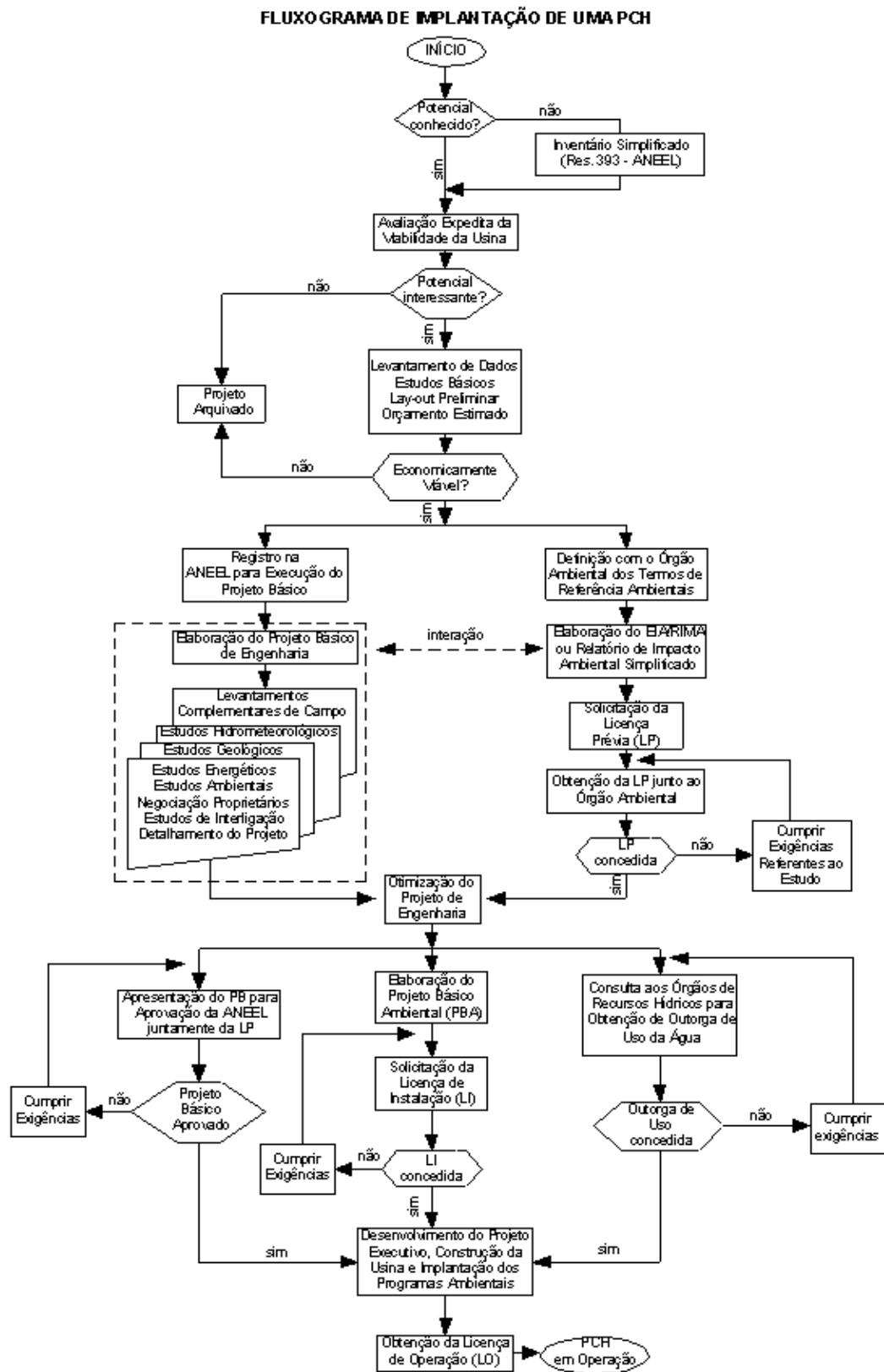
Além destas vantagens, é importante ressaltar que a indústria nacional de bens de capital é capaz de fornecer os equipamentos necessários para a construção de uma PCH, e que há um padrão de financiamento bem definido e estruturado, apoiado nas linhas de financiamento do BNDES, capaz de atender toda a demanda deste segmento produtivo (CASTRO et al., 2009).

Para a implantação de uma PCH, o local deve ser adequado. De acordo com o Estudo apresentado pela Eletrobrás (2000), o mesmo deve atender:

- de preferência, deve existir no local uma queda natural acentuada que, aliada à altura da barragem, nestes casos normalmente baixa, proporcionará a queda bruta aproveitável;
- no local devem existir, naturalmente, ombreiras e boas condições de fundação;
- além disso, deverão existir no local, de preferência, ou na região, jazidas naturais de materiais de construção em quantidade e com qualidade adequada, que minimizem as distâncias de transporte até o local das obras;
- os aspectos ambientais do sítio devem ser avaliados de maneira simplificada, de forma a permitir a caracterização dos possíveis impactos do empreendimento sobre a região.

Dos procedimentos a serem seguidos para implantação de uma Pequena Central Hidrelétrica, a Eletrobrás (2000), determina o sequencial ilustrado na Figura 2.2 – Fluxograma de implantação de uma PCH.

Figura 2.2. Fluxograma de implantação de uma PCH



Fonte: ELETROBRÁS, 2000.

Entretanto, para implantação de uma Pequena Central Hidrelétrica, um dos quesitos mais importantes é a relação dos impactos ambientais, uma vez que, segundo Reis e Cunha (2006), o setor energético produz impactos ambientais em toda sua cadeia de processamento e transformação, desde a captura de recursos naturais, básicos para seus processos de produção, até seus usos finais por diversos tipos de consumidores e do ponto de vista global, a energia tem participação significativa em importantes problemas ambientais da atualidade.

2.8. ENERGIA E MEIO AMBIENTE

Até a idade média, o homem, utilizando-se de recursos energéticos disponíveis na natureza, conseguiu satisfazer suas necessidades sem alterar de forma significativa o ambiente. Havia um consumo moderado de energia, o comércio entre povos era pequeno e a infra-estrutura para transporte de bens limitava-se a algumas regiões (REIS & CUNHA, 2006).

Após este período, começaram a surgir situações que agrediam o ambiente. Reis e Cunha (2006, p. 8) relatam que:

“A introdução da indústria de manufaturados, intensificando a capacidade de produção e expansão das trocas, trouxe maiores necessidades de energia térmica, até então obtida somente pela utilização de madeira, o que começou a provocar a escassez em algumas regiões e também o aparecimento de problemas respiratórios decorrentes da emissão dos produtos da combustão em locais onde a queima da madeira era intensa.”

As características tecnológicas e os impactos sociais, econômicos e ambientais da produção, transformação e uso final da energia ressaltam a importância estratégica do setor energético como objeto de estudo. O setor tem grande importância para as economias nacionais e global, sendo importante em si mesmo como um elemento da produção nacional, um contribuinte essencial para outros setores das economias nacionais (tais como o de transporte e o industrial) e como um componente das atividades domésticas. Além da tradicional preocupação dos governos sobre segurança energética e crescimento econômico, atenção tem sido dada aos impactos ambientais do setor, especialmente após estudos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) que apontaram as atividades

energéticas como as principais responsáveis pelo aquecimento global e as emissões atmosféricas (SANTOS & SOUZA, 2011).

2.9. CULTIVO DO ARROZ

O arroz é classificado como espécie hidrófila, e a sua produção tem evoluído e se adaptado às variadas condições ambientais. Em diversos países, o arroz é considerado um produto que apresenta grande importância econômica, principalmente nos países em desenvolvimento. Uma pessoa consome em média 60 kg de arroz por ano e o produto é considerado um alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas (FRANÇA, 2009).

Por ser um produto que tem seu consumo em crescente expansão, os setores produtivos cada vez mais buscam novas tecnologias na expectativa de aumentar a produção. Cultivado e consumido em todos os continentes, o arroz se destaca pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto em nível econômico quanto social para os povos das nações mais populosas da Ásia, África e América Latina. O arroz é uma cultura que apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições de solo e clima, sendo a espécie com maior potencial de aumento de produção e, possivelmente, de combate à fome no mundo. Aproximadamente 90% de todo o arroz do mundo é cultivado na Ásia em mais de 250 milhões de pequenas propriedades, no sistema irrigado (MORAIS, 2006).

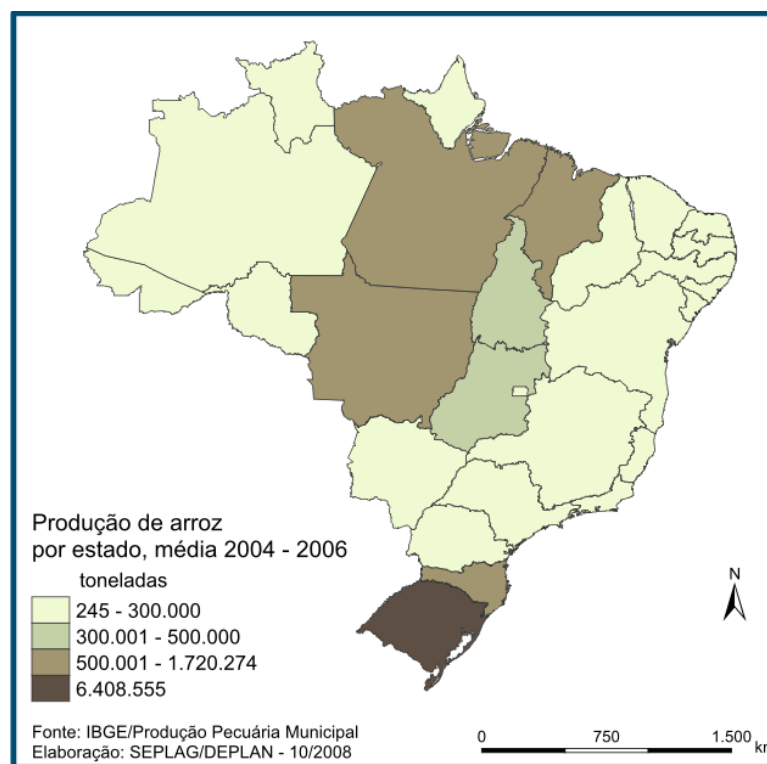
A área destinada ao cultivo do arroz no Brasil em 2012, segundo os dados apresentados pela Embrapa (2013) ocupava 2,4 milhões de hectares, resultando em uma produção de 11,4 milhões de toneladas, com uma produtividade média de 4,8 toneladas por hectare. Dentre as regiões geográficas do Brasil, o destaque na produção confere o primeiro lugar para a região Sul que, somente em 2012, produziu 9,0 milhões de toneladas, colhidas em 1,2 milhão de hectares, com produtividade média de 7,3t ha⁻¹.

Os dados do IBGE, apontam que o Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado do país. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) cerca de 80% de todo o arroz é produzido na região Sul.

Também, representa 91% do arroz irrigado produzido, ocupando 88% das áreas destinadas ao cultivo no Brasil. Estima-se que no estado, o arroz apresente atualmente um valor bruto de produção de cinco bilhões de reais, o que representaria mais do que 3% de ICMS e 2,74% do PIB.

Conforme podemos verificar na Figura 2.3 o mapa apresenta a distribuição da produção nacional do arroz entre os anos de 2004 e 2006.

Figura 2.3. Distribuição da produção nacional do arroz.



Fonte: IBGE, 2008

O cultivo do arroz no Brasil é realizado em três tipos de sistemas diferenciados, sendo eles em terras altas, irrigado (em regime de inundações controlada) e/ou em várzeas úmidas (FRANÇA, 2009).

Torna-se relevante o aspecto social, uma vez que o arroz pode ser cultivado em pequenas áreas assim como médias e grandes. Tal flexibilidade, possibilita a

utilização do arroz como alternativa para geração de renda e empregos, tanto para agricultura familiar, quanto empresarial (SILVA e WANDER, 2014).

Os dados do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) de 2012 apresentam que o cultivo do arroz emprega cerca de 37,2 mil trabalhadores. Destes, 27% são temporários e os demais são proprietários ou funcionários efetivados. Os dados apresentam que no Rio Grande do Sul, cada trabalhador consegue atender 27,8 ha de arroz cultivado. Outra possibilidade de ampliação do potencial econômico relacionado à exploração de áreas de arroz irrigado é o uso da rotação de culturas, com apoio das estruturas de irrigação e de drenagem já implantadas para a cultura de arroz irrigado.

3. METODOLOGIA

Pretende-se com o presente trabalho ampliar as discussões sobre os efeitos dos barramentos de água e, para tanto, analisou-se uma região onde há grande concentração destas construções, conhecidas como fronteira oeste do Rio Grande do Sul, onde se descreveu as características desta determinada situação. A base geográfica do estudo foi a Cidade de Uruguaiana, RS, onde foi feito um levantamento de informações junto ao Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), a Cooperativa Agrícola Mista São Marcos LTDA (CAMISMAL) e ao Comitê Ibicuí - Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí. Trata-se de um corte transversal, visando informar a situação existente no momento da coleta, ano de 2014. (RICHARDSON, 2009).

Os dados primários foram obtidos por meio de relatórios e visitas de campo, acompanhadas e/ou cedidos pelo Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), pela Cooperativa Agrícola Mista São Marcos LTDA (CAMISMAL) e pelo Comitê Ibicuí - Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí, estes dados envolveram procedimentos quantitativos.

Os dados coletados foram analisados com aporte do método quantitativo. A coleta de dados, entrevistas e observação enriquecem as informações obtidas pela profundidade e detalhamento, verificando os resultados obtidos nos relatórios e ampliando as relações descobertas (RICHARDSON, 2009).

A visita de campo, permitiu ao entrevistador captar a informação que permitiram esclarecimentos e adaptações necessárias, junto aos dirigentes das organizações supracitadas (LUDKE e ANDRÉ, 1986).

Outra fonte de evidências de dados foi a técnica da observação. Na grande maioria das pesquisas, a evidência obtida por meio da observação é útil para prover informações adicionais sobre o que está sendo estudado, pois a observação possibilita que o pesquisador tenha um contato mais estreito e pessoal com o fenômeno estudado, proporcionando a experiência direta que propicia ao observador chegar mais perto da perspectiva dos sujeitos. Desta forma, o observador participa

das experiências diárias dos sujeitos, o que proporciona apreender o significado que os sujeitos dão à realidade, “descobrimo” novos aspectos do problema, sem provocar mudanças no comportamento dos sujeitos observados (LUDKE e ANDRÉ, 1986).

Neste trabalho foram utilizadas imagens do satélite Landsat-8, da NASA, que opera em 11 bandas espectrais entre 430 e 12510 nm, a uma altitude de 705 km, imageando uma faixa de 185 km da superfície da Terra com periodicidade de 16 dias. A banda utilizada foi a infravermelho-próximo, entre 850 a 880 nm, com resolução espacial de 30 metros. (FONTE: <http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>)

Foram utilizadas 6 imagens para cobrir toda a área do trabalho, sendo duas datadas de 10 de abril, duas de 5 de maio e duas de 15 de junho de 2015. As imagens foram obtidas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, com sede em São José dos Campos - SP; fornecem gratuitamente imagens de todo o programa Landsat, desde 1972, e de outros satélites também, através do "Catálogo de Imagens" disponível no site <www.inpe.br>.

O software utilizado foi o SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas, desenvolvido também pelo INPE, e igualmente disponível gratuitamente para download no mesmo site. (FONTE: "SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" Camara G, Souza RCM, FreitasUM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.)

As imagens foram importadas para o SPRING, convertidas para imagens de 8 bits, feito o aumento linear de contraste e recortada a área definida pela fronteira oeste do Rio Grande do Sul segundo o IRGA.

Após isso, foi feita a leitura do valor digital dos pixels da maioria dos corpos d'água da área para encontrar o maior valor digital dessas lâminas d'água; esse valor foi subtraído de todas as imagens, através de operações aritméticas, para que todos os corpos d'água tivessem valor digital “zero”. Depois foram multiplicadas por

256 para que todos os pixels das imagens que não tivessem valor zero ficassem com valor 256. Com isso, o produto resultante foi uma imagem totalmente branca (pixel com valor 256) somente com as lâminas d'água em preto (pixel com valor zero).

Através do histograma da imagem é possível ver a quantidade de pixels em cada valor digital, sendo que a imagem final continha 576.562 pixels pretos, correspondentes a água. Como a imagem tem pixels de 30 metros, cada pixel tem área de 900 m²; multiplicado pela quantidade de pixels, tem-se 518.905.800 m² (ou 518,9058 km² ou 51.890,58 ha) de lâmina d'água.

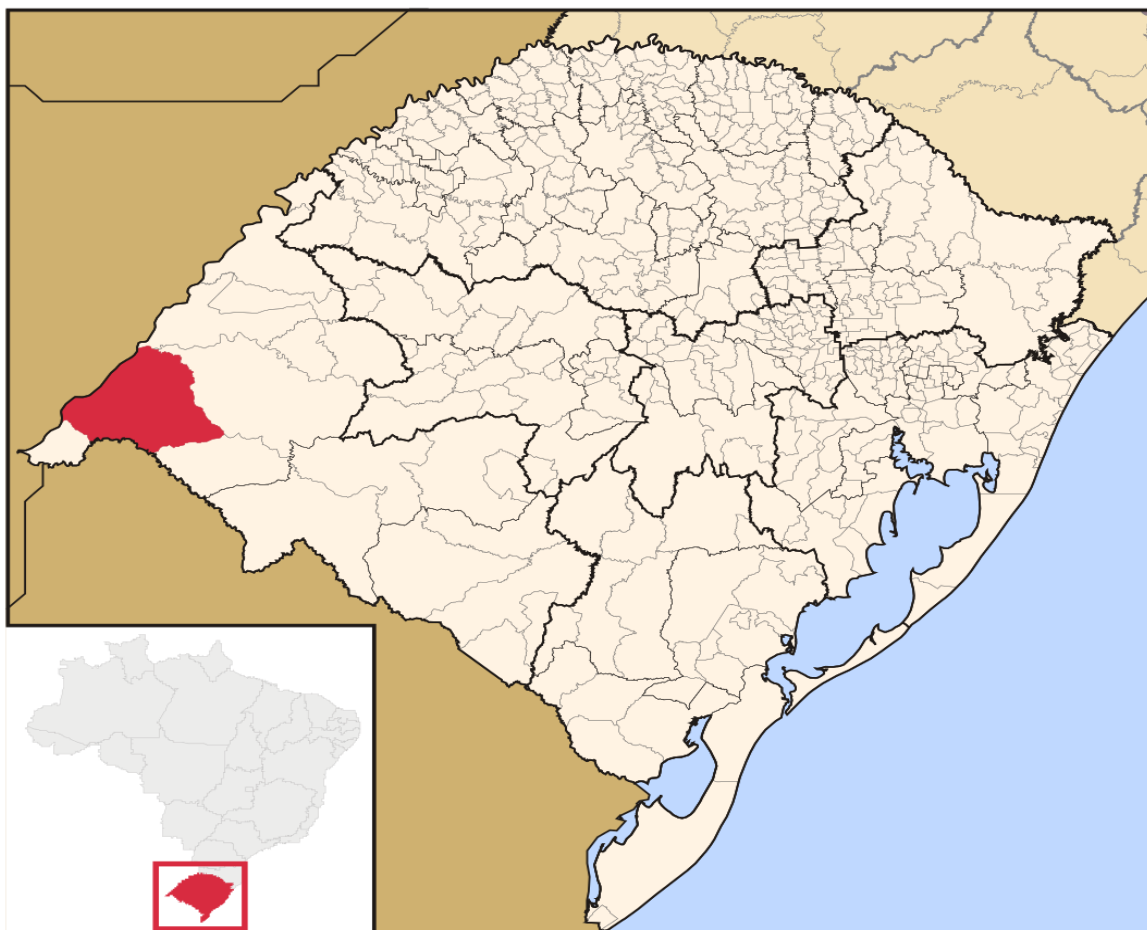
As Figuras 5.2. Curvas de nível da “Barragem Sanchuri” e 5.3. Curvas de nível da região da “Barragem Sanchuri”, foram obtidas pelas imagens do satélite Landsat-8, da NASA nos sites SRTM Embrapa e da Agência Nacional de Águas, que opera em 11 bandas espectrais entre 430 e 12510 nm, a uma altitude de 705 km, imageando uma faixa de 185 km da superfície da Terra com periodicidade de 16 dias. A banda utilizada foi a infravermelho-próximo, entre 850 a 880 nm, com resolução espacial de 30 metros. (FONTE: <http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>) e tratadas no software QGIS 2.8.1.

4. RESULTADOS

4.1. URUGUAIANA E RESERVATÓRIOS DE ÁGUA

Localizada no extremo oeste do Rio Grande do Sul e na micro-região “campanha ocidental”, ou região dos “pampas”, Uruguaiiana, fundada em 24 de fevereiro de 1843 e emancipada em 29 de maio de 1846 do município de Alegrete, possui uma população estimada de 129.580 mil habitantes segundo o último censo demográfico do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), despontando como 4º município do Estado.

Figura 4.1. Localização do Município de Uruguaiiana



Fonte: IBGE, 2008

Pela lei nº 898 de 06.04.1874, Uruguaiana foi elevada à categoria de cidade. Através da lei nº 965 de 31.03.1938, foi estabelecida a divisão administrativa e judiciária do estado, pela qual o município dividiu-se em seus distritos a saber: Uruguaiana, Ibicuí, Colônia das Rosas, Plano Alto e Ipané, a sede do distrito de Ibicuí foi elevado a categoria de vila.

Fazendo divisa com a República da Argentina, Uruguaiana é a maior porta de entrada de turistas do Rio Grande do Sul, é o maior porto-seco da América Latina, com 80% da exportação nacional atravessando a Ponte Internacional. Está 634 km distante da capital Porto Alegre, possui altitude de 74 metros e temperatura média das máximas de 26,2°C e média das mínimas de 12,96°C.

Com uma etnia originada por nômades indígenas e colonizada por espanhóis, portugueses e africanos, posteriormente representada por italianos, alemães, espanhóis, franceses e árabes, o município de Uruguaiana possui uma área de 5.715,763 km², e uma economia baseada na agropecuária, representada por extensas lavouras de arroz irrigado e gado de corte e reprodução.

A divisão e caracterização das regiões para as atividades agrícolas citadas acima ocorreram em 1940, permanecendo ao sul a criação de bovino de corte e ovino tipo lã e ao norte, margeando o rio Uruguai, a lavoura de arroz irrigado, incentivada pelo Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) através da criação da segunda colônia orizícola (Colônia Orizícola 2) e posteriormente a criação da “Barragem Sanchuri” para irrigação dessas lavouras.

Conhecido por ter as quatro estações do ano bem definidas, o Rio Grande do Sul historicamente convive há várias décadas com as anomalias climáticas: seca e estiagem. Devido a isso, governantes, técnicos, secretários e Ministros de Estado, além de empresários, prefeituras e toda uma comunidade que sofre imensamente com as mazelas da falta de chuva, são mobilizados diante desta questão.

Para que se tenha a dimensão dos prejuízos financeiros causados pela estiagem, segundo o IRGA (2009) considerando-se apenas a produtividade do ano

de 2007 e os preços de janeiro de 2008, as perdas para o estado do Rio Grande do Sul somam, em perdas totais no período entre 1970 a 2007:

- a) somente no cultivo do milho, o valor total de U\$ 32,21 bilhões de dólares;
- b) em soja, os prejuízos, somam U\$ 57,43 bilhões de dólares;
- c) Em 37 anos, o Rio Grande do Sul deixou de produzir o equivalente a U\$ 89,64 bilhões de dólares, ou aproximadamente R\$ 180 bilhões de reais.

Após a tomada de consciência da necessidade de se investir em barramentos afim de minimizar esses impactos na região, avanços foram feitos para chegar hoje a um dos mais respeitados e completos programas de irrigação, combate e prevenção aos efeitos danosos da seca no Brasil. A Figura 4.2. ilustra os espelhos d'água maiores que 1 km² no Brasil.

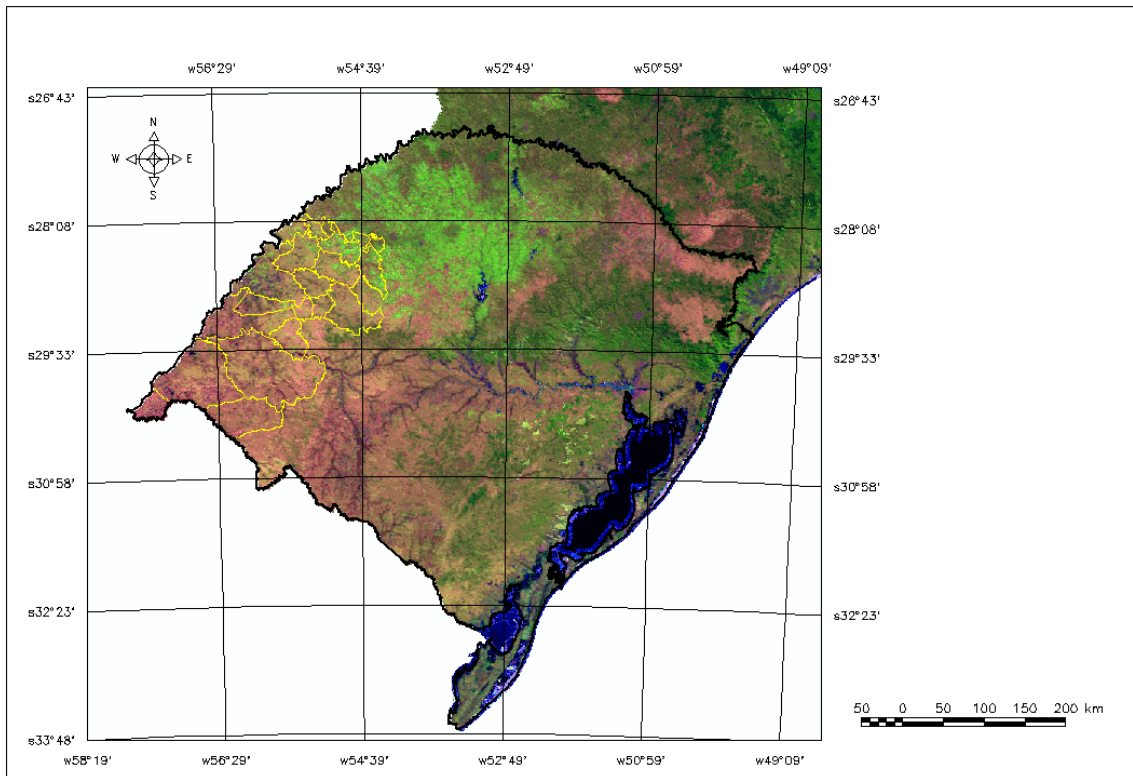
Figura 4.2: Espelhos d'água maiores que 1 km²



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2015.

Neste cenário de barramentos, a região “Fronteira Oeste” delimitada pelo Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), compreendida pelos municípios de Uruguaiiana, Barra do Quaraí, Quaraí, Alegrete, Manoel Viana, Santo Antônio das Missões, São Borja, Itacurubi, Itaqui, Bossoroca, Caibaté, Dezesseis de Novembro, Garruchos, Santiago, São Luiz Gonzaga, São Miguel das Missões, São Nicolau, Vitória das Missões, Unistalda e Maçambará, localizada no extremo oeste do Rio Grande do Sul, possui grande representatividade no cenário nacional. A Figura 4.3 ilustra a região da fronteira oeste no mapa do Rio Grande do Sul.

Figura 4.3: Mapa da Fronteira Oeste

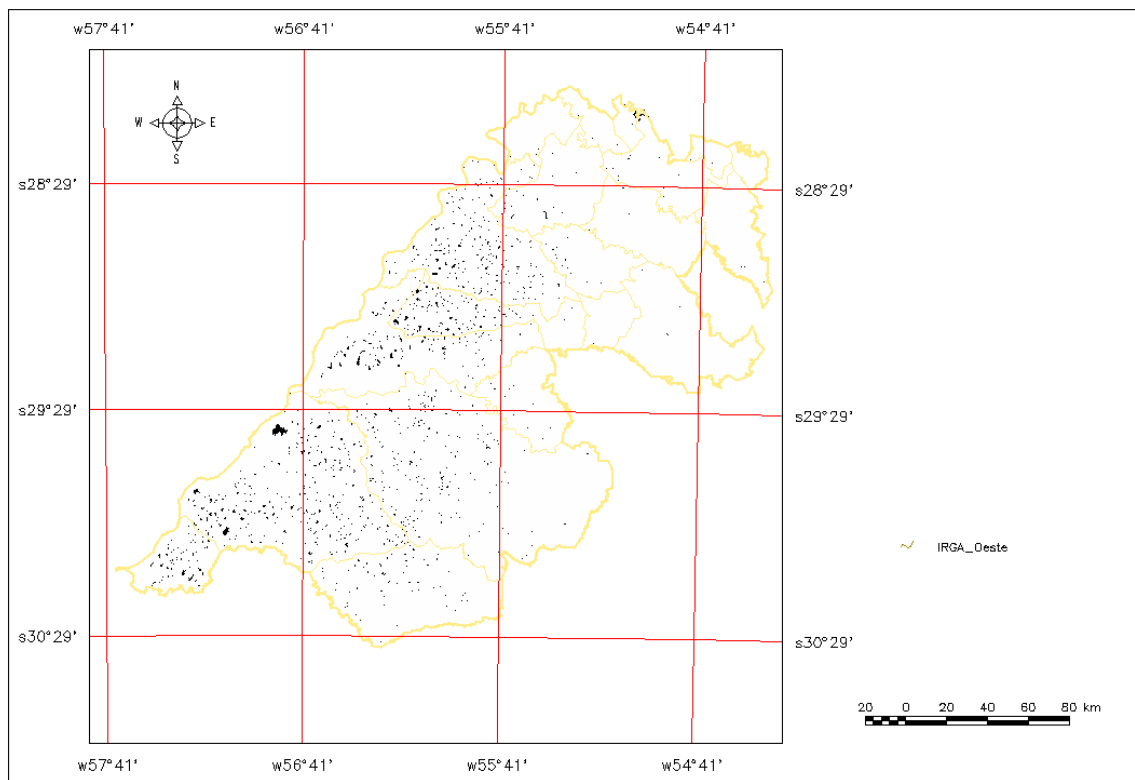


Fonte: SPRING, 2015.

A fronteira oeste é composta pelas bacias hidrográficas do Quaraí, Bacia do Ibicuí e Bacia do Bitui, compostas pelos rios Quaraí, Ibicuí, Butui, Icamaquã e Piratini. Sendo que todas fazem parte da grande bacia do Rio Uruguai.

A Figura 4.4 apresenta os espelhos d'água da região Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul segundo o IRGA, estes foram obtidos através das imagens do satélite Landsat-8, da NASA (FONTE: <http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>).

Figura 4.4: Espelhos d'água na Região Fronteira Oeste segundo o IRGA



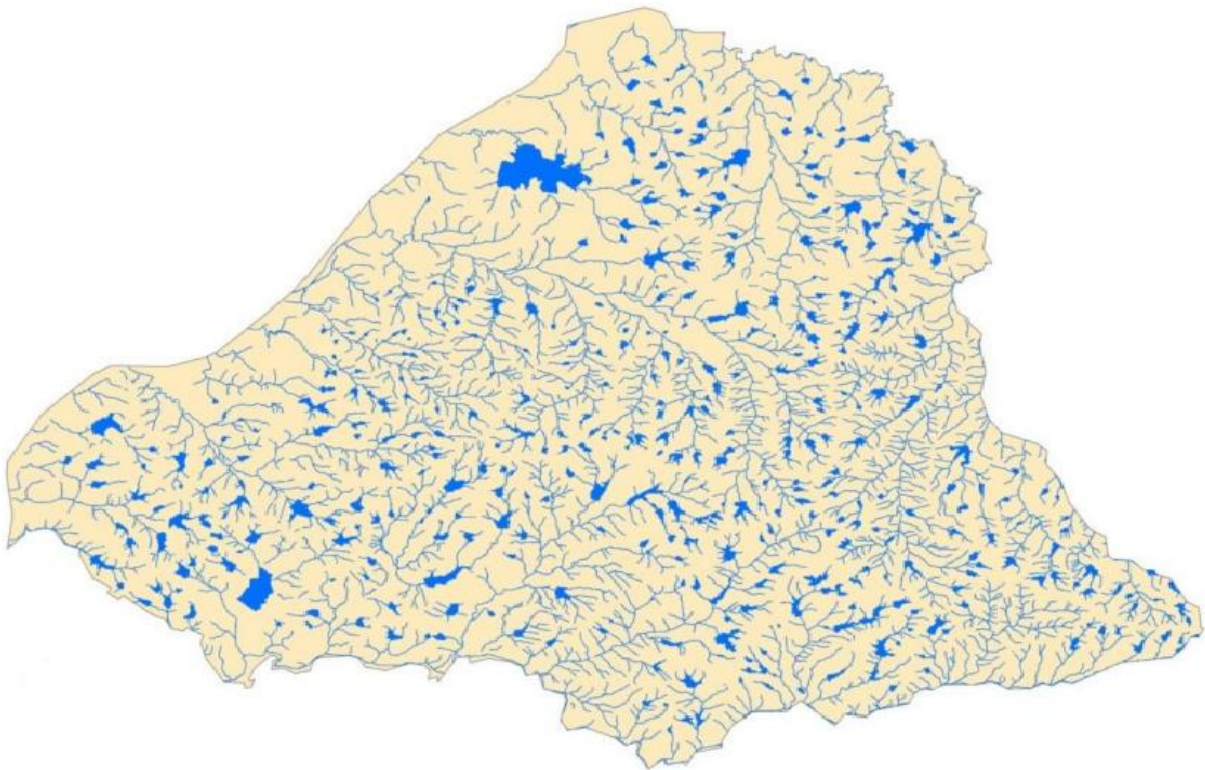
Fonte: SPRING, 2015.

Segundo informações do Instituto, somente no município de Uruguaiana estima-se que existem aproximadamente 430 barramentos acima de 10 ha, além de inúmeras outras de menor extensão, construídas basicamente para a prática de irrigação da lavoura de arroz irrigado e dessedentação do gado. Em relação à questão econômica dos barramentos, os investimentos realizados foram privados.

Partiram dos proprietários das terras onde foram construídos. Somente a Sanchuri recebeu investimento do IRGA.

A Figura 4.5, ilustra as obras hidráulicas com potencial de irrigação no município.

Figura 4.5: Imagem com obras hidráulicas com potencial para irrigação no Município de Uruguaiana, RS.



Fonte: QUEIROZ FILHO, 2012

Segundo informações colhidas com antigos moradores do município, antes da prática do plantio de arroz irrigado no município, a região sofria grandes perdas nas lavouras que eram exploradas e de bovinos que sofriam as consequências, muitas vezes vindo a óbito. Diante disto surgiu o projeto do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), da construção deste barramento, que contribuiu diretamente para o desenvolvimento da orizicultura e dessedentação dos bovinos de corte na região, sendo até hoje as principais atividades desenvolvidas no município. Relata-se que o

município de Uruguaiana é hoje um dos maiores produtores de arroz do Brasil e todos os benefícios que isto acarretou, devem-se principalmente à construção desta represa, que incentivou os agricultores a construírem centenas de outras de menor dimensão, para obterem os mesmos benefícios.

4.2. HISTÓRICO DA “BARRAGEM SANCHURI” E COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA SÃO MARCOS LTDA

A “Barragem Sanchuri” (nome do arroio por ela represado como formador inicial da lâmina d’água) era a razão de ser do projeto CR2 (Colônia Rizícola 2). Apesar das imediações do Rio Uruguai, com seus humores variáveis (enchentes, secas) as terras altas, na verdade, só poderiam ser irrigadas a partir da existência de um reservatório situado num ponto acima ou no mínimo ao nível delas. Daí o estudo de sua localização ser preponderante para determinar o local exato para sua construção.

Do Rio Uruguai, somente as várzeas poderiam se beneficiar e isso se constitui sempre uma aposta de alto risco para o sucesso de uma colheita após um ano de trabalho, embora o húmus resultante das cheias as tornassem qual as margens do Rio Nilo (conforme relata a história antiga), muito férteis.

Mas, os propósitos expansionistas do IRGA, não permitiam que se arriscasse indefinidamente em áreas alagadiças, por isso a importância da construção desse reservatório gigante que viria a revolucionar a orizicultura da região.

Para essa tarefa, altamente técnica e definida, o IRGA designou seu topógrafo experiente, cachoeirense, que posteriormente fez os mesmos serviços na demarcação da “Barragem da Canapé” e que por muitos anos residiu em Uruguaiana. Capitão Batista (José Athanagildo Batista Pinto), através de seus conhecimentos, seus cálculos e sua capacidade contestou a todos aqueles que pressagiavam a chegada das águas, tão logo fosse enchido o barramento, devendo encobrir até a linha férrea que ligava a Itaqui (trecho compreendido entre as

estações Touro Passo e Adolfo Stern mais ou menos) tornando-a inviável ao tráfego diário das composições da Viação Férrea do Rio Grande do Sul (IRGA, 1946).

Grande parte da área coberta pelas águas, envolvia terras adquiridas de antigos ocupantes conforme documentos que citam: Germiniana Serpa Santana, Aristeu Rodrigues Santana, Peregrino Rodrigues Santana e Bonifácio Rodrigues Santana.

Os trabalhos de movimentação das terras iniciaram em fins de 1946 com a vinda de algumas máquinas usadas enviadas pelo IRGA, infelizmente muito deficientes, principalmente pela falta de caçambas para a limpeza do terreno.

Já em março de 1947 e meses seguintes, após a construção de uma plataforma especial fabricada nas oficinas da Viação Férrea do Rio Grande do Sul foram remetidas 3 Turnapulls (caçamba carregadeiras) e um trator Caterpillar D7 novo, desembarcados na estação de Touro Passo, o ponto mais próximo da construção que se iniciava e logo a formação do corpo da “Barragem Sanchuri” se tornava realidade pelo acréscimo desses potentes implementos.

Vencidas as dificuldades de escassez de óleo combustível, peças de substituição, pneus, além da inclemência do tempo, em meados de 1948 a primeira fase do trabalho foi concluída.

Para auxiliar o trabalho das máquinas, que não eram em grande número, também a tração animal foi bastante utilizada. Conta-se que cerca de 200 juntas de bois, puxando caçambas até enquanto durasse a luz do dia, removiam terra para ser depositada junto à taipa que lentamente ia se elevando do solo.

A Figura 4.6: Obras de construção da “Barragem Sanchuri” mostrando o trabalho braçal e carretas puxadas a boi auxiliando na remoção da terra.

Figura 4.6: Obras de construção da “Barragem Sanchuri”



Fonte: Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), 1946.

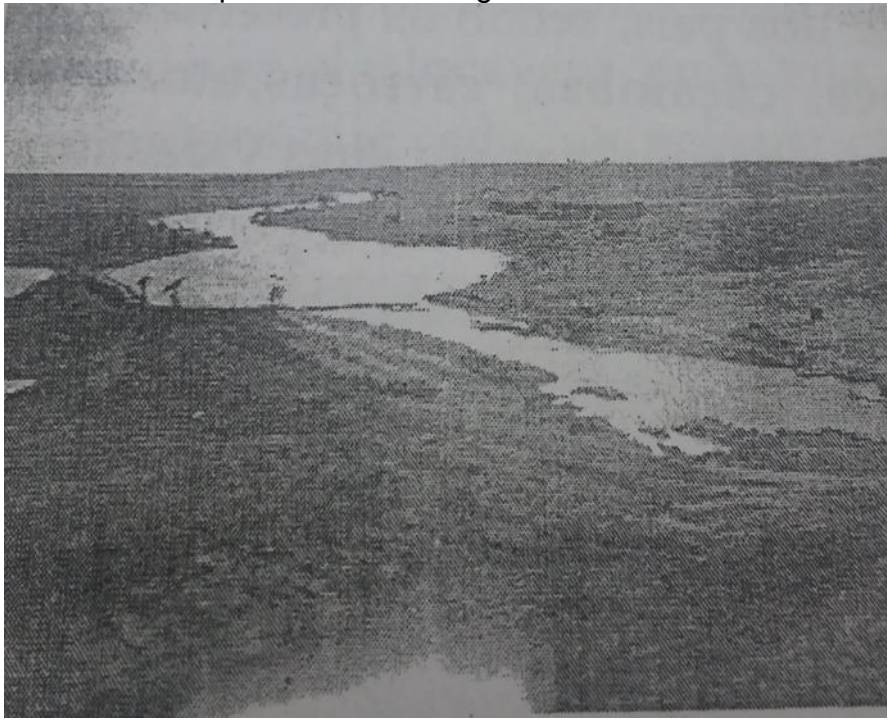
Como os campos que futuramente seriam cobertos pela água possuíam muitas cercas de pedras, fruto de inúmeras divisões de invernadas remanescentes desde os tempos imemoriais, elas foram utilizadas para servir de empedramento da parte interna da taipa da “Barragem”, soterrando e afogando assim muita história, em benefício da nova tecnologia no armazenamento do precioso líquido.

A capacidade máxima de irrigação inicialmente era de 2.768 hectares, com sobras para o que se plantava até aqueles tempos, mas já antevendo o inevitável aumento das áreas a serem irrigadas com o passar dos anos. A bacia coletora permitia armazenar 60.000.000 m³ de água quando de seu nível máximo.

Segundo os técnicos, a área de terra coberta pelas águas e que resultaria na formação da represa, seria ao final do plano de construção de 36 quadras de sesmaria, mais ou menos 3200 hectares, o que permitia em situações normais irrigar com sobras todo o projeto CR2.

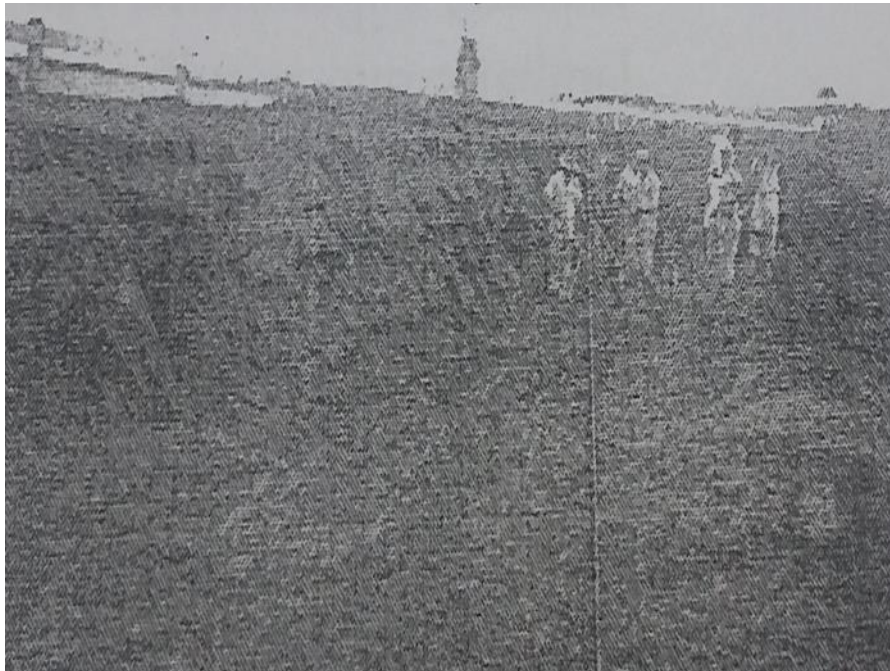
Tamanha extensão de terras cobertas e por conseguinte formadora de um espelho d'água bastante considerável nesta região, acreditava-se, ocasionaria algumas modificações no microclima pela grande evaporação oriunda dele e aos mesmo tempo beneficiaria aos plantadores no período da irrigação pelas chuvas mais frequentes que nela seriam geradas. Sua taipa ensejou que, com seus quase 1.000 metros de extensão houvesse o delineamento da passagem da estrada para Itaqui. As Figuras 4.7 e 4.8 mostram respectivamente o início do represamento e a demarcação da taipa da “Barragem Sanchuri” (IRGA, 1946).

Figura 4.7: Início do represamento das águas



Fonte: Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), 1946.

Figura 4.8: Início da demarcação da taipa da “Barragem Sanchuri”.



Fonte: Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), 1946.

Numa das margens, a mais próxima das poucas casas existentes que posteriormente vieram a constituir a Vila da “Barragem”, localizavam-se as bombas de sucção acionadas por motores (3 ou 4) muito potentes das marcas Caterpillar, Blackstone ou Lister, acionados a óleo diesel, que elevavam as águas para uma ampla calha de concreto (constituindo assim o primeiro levante) que media mais ou menos 60 metros de extensão, com uma altura de 10 metros mais ou menos (em relação ao nível da água), e que desaguava num valo mestre ou principal para o deslocamento então as partes mais altas, chegando aos canais até as imediações do arroio Puitã (proximidade da vila de João Arregui).

Os motores eram diariamente inspecionados e mantidos em funcionamento por mecânicos chefiados pelo competente Sr. Leonardo Krüger tendo como parceiros o Sr. Pedro Sant’Ana e o Sr. Carlos que aquelas máquinas geravam na casa de alvenaria que recendia a cheiro de combustível e de graxa para a lubrificação das peças que funcionavam por horas a fio durante o longo período de irrigação.

Duas plataformas, distanciadas uma da outra uns 400 metros e que avançam da taipa da “barragem” uns dez metros no sentido perpendicular (para dentro da água) continham as comportas que quando acionados seus comandos, liberavam água para outro valo mestre que irrigava as lavouras situadas abaixo do nível da “barragem” e como tal beneficiadas pela gravidade.

Para quem vinha de Uruguaiana, antes que os veículos tocassem a taipa já perfeitamente com muita pedra e terra, existia um vertedouro, ou seja, uma ponte de concreto com mais ou menos 50 metros de comprimento que permitia sob ela a vazão da água quando o nível ultrapassasse sua cota máxima e transbordasse. O líquido escorria então para a várzea logo abaixo, constituindo uma zona úmida onde algumas vezes propiciava plantar alguma lavoura de risco elevado mas com umidade suficiente para alguma produção de arroz.

Em 2 de junho de 1960, na sede da União dos Cabanheiros, escritório do Sr. Naor Lopes Pereira, à rua Bento Martins 2793, em Uruguaiana, reuniu-se um grupo de arroteiros, remanescentes da recém-extinta CR2 tendo como objetivo a constituição de uma cooperativa com sede em São Marcos, então 3º distrito, que teria o principal propósito de congregar os produtores e administrar os bens que posteriormente viriam a ser adquiridos juntos ao IRGA bem como promover defesas dos interesses dos associados que a ela adeririam a partir de então.

O cooperativismo acenava ao mundo moderno como uma estratégia de crescimentos bastante promissora, para todos aqueles que individualmente teriam pouca ou nenhuma força reivindicatória. Desta maneira, os produtores oriundos da Colônia Rizícola nº2 poderiam a partir da nova sistemática prosseguir cultivando o arroz e dele tirando o sustento de suas famílias, bem como gerando ao município uma maior arrecadação de impostos, oportunizando a criação de mão de obra aos moradores da vila que agora passava a se tornar importante economicamente por possibilitar, talvez, mais renda a cada um.

Sob a orientação do Dr. Marco Antonio Ochoa Neto, chefe da 4ª Inspetoria de Cooperativas da Secretariada Economia do Estado do Rio Grande do Sul a assembléia foi desenvolvida, dentro dos dilemas legais onde nasceu “de hoje para o

futuro”, conforme constava na ata de fundação, sob a denominação de Cooperativa Agrícola Mista São Marcos Ltda (CAMISMAL).

Uma vez aprovados os estatutos sociais, tendo sido estabelecidos os padrões das cooperativas, após vários debates, passou-se a prover os cargos nele criados e em eleição, foram constituídos, tendo como presidente o Sr. José Nunes Monteiro. A ata dessa reunião que o tempo provou tornar-se histórica, foi lavrada por Fernando Pereira da Silva que secretariou os trabalhos presididos por Nuno Fernando D’ Arriaga.

No que diz respeito à Cooperativa recém-fundada, cada um dos pretendentes adquiriria os lotes financiados a longo prazo de acordo com suas possibilidades para prosseguir uma nova vida dentro de orizicultura. A “Barragem do Sanchuri” passou a ser administrada pela entidade que “vendia” água para os produtores para a sequência das plantações.

Muita gente nova se incorporou à nova realidade e alguns antigos mudaram de atividades ou persistiram na que desempenhavam desde o início de formação do projeto.

Criou-se então uma outra mentalidade, a da autonomia, onde cada um ao gerenciar seu próprio negócio teria que demonstrar sua capacidade administrativa, fato este que gerou muitos fracassos e alguns poucos sucessos pois cada plantador, ainda que cooperativado, deveria solicitar junto aos órgãos financiadores, leia-se Banco do Brasil, o capital para se tocar esse empreendimento para a frente, oferecendo como garantias alguma máquina que fosse de sua propriedade e apostando na futura produção de suas terras para saldar o valor devido.

O poder de negociação dos pequenos produtores, como em qualquer atividade que depende do capital para seu desenvolvimento, era muito pequeno junto ao banco fiador e aos poucos só os maiores ou melhor apadrinhados foram resistindo a algumas colheitas mal sucedidas. Os demais, lentamente abandonavam a orizicultura por total descapitalização e perda de seus instrumentos de trabalho arrestados pelo Banco oficial do governo.

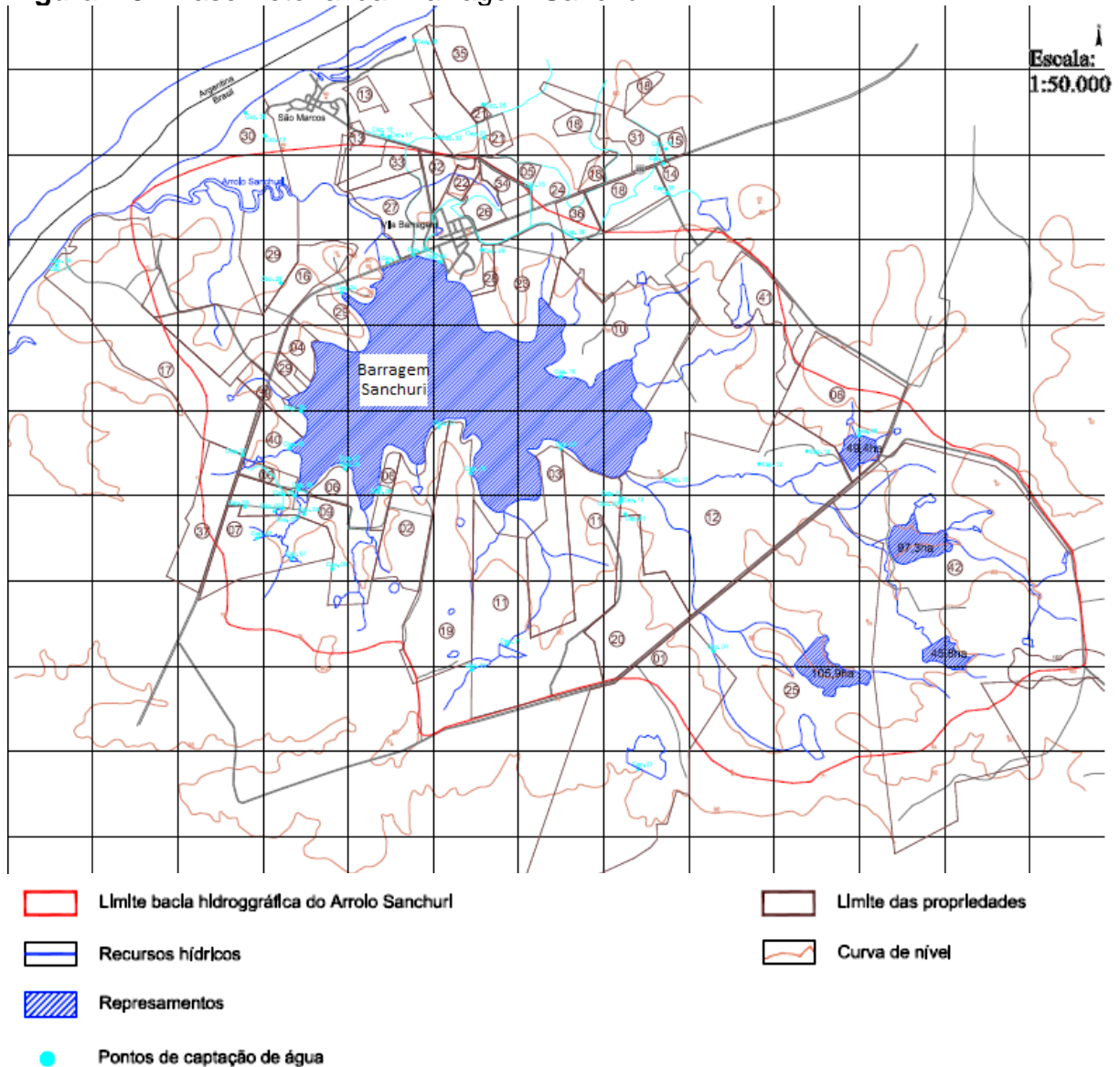
No entanto, as gerações que se sucederam colheram muitos ensinamentos com aqueles pioneiros, e agora já amparados por uma tecnologia bastante avançada e principalmente por incentivos econômicos, colocaram Uruguaiana como um grande centro de produção do cereal tão importante para todo o Brasil.

A água armazenada na “Barragem Sanchuri” é decorrente dos períodos chuvosos que atingem a região anteriormente ao plantio, sendo que, devido a área de plantio ser cada vez maior, maior quantidade de água tem sido necessária. Diante deste fator, já tem ocorrido em anos anteriores a falta de água para atender toda a demanda, sendo assim, em alguns momentos necessário o bombeamento de água do Rio Uruguai para atender a todos os produtores que fazem uso da água deste barramento.

Atualmente, este bombeamento é eletromecânico em sua maioria e à diesel em pequena quantidade, diante disto, neste período de irrigação, em que o bombeamento muitas vezes se faz necessário, a demanda por energia na rede de distribuição é ainda maior, sendo muitas vezes interrompidas por falhas no sistema que em alguns casos danifica os equipamentos, chegando até queimá-lo. Diversos produtores disseram ter tido problemas com a companhia distribuidora de energia da região devido essas falhas, requerendo o ressarcimento do prejuízo causado no maquinário, porém geralmente esses processos acabam decorrendo na justiça por meses ou até anos.

Tendo este barramento a finalidade específica de irrigação da cultura do arroz irrigado, podendo irrigar até 5 mil hectares, somente na última safra, em que a produtividade de Uruguaiana foi de 8905 kg/ha, estima-se que a “Barragem Sanchuri” tenha irrigado aproximadamente 44.525.000 kg de arroz. A Figura 4.9, demonstra a base vetorial da “barragem”.

Figura 4.9: Base Vetorial da “Barragem Sanchuri”



Fonte: PROFIL – Engenharia e Ambiente, 2010.

Conforme verifica-se na figura supracitada, são 42 pontos de captação na represas destinadas a irrigação de lavouras, cujas vazões estão descritas no quadro 4.1.

Quadro 4.1. Dados dos pontos de captação

N.	Irrigante	Área Irrigada (ha)	Vazão (m ³ /s)
1	Luiz Alberto Barbara Gonzales	418	0,672
2	Valdir Benedito	157	0,314
3	Rodrigo Vendrusculo	110	0,14
4	Bertoldo Leontino	144,43	0,14

5	Rui Gilberto Weise	110	0,156
6	Gledson Comis	135,69	0,27
7	Flavio Pelizzaro	331,4	0,332
8	Roberval Pereira Azevedo	130,7	0,262
9	José Nilton Mota Pinto	147	0,294
10	José Nilton Mota Pinto	261	0,522
11	Nelson Altermann	392	
12	Carlos Augusto Simonett	261,4	1,31
13	Paulo Roberto Cadore	45	0,623
14	Moisés Gonçalves	-	0,006
15	Cleber Michels Soares e Luciano Peruzzi	140	0,185
16	José Sérgio Pegorer	156	0,32
17	José Sérgio Pegorer	400	-
18	Cleber Michels Soares	89	0,106
19	DecioDionisioDetoni	365	0,56
20	DecioDionisioDetoni	236,5	0,56
21	DilonGalarca Pereira	57,48	0,1
22	Nmaria do Carmo Vernes Pereira	33	0,1
23	Luiz Marcelo Prestes Lopes	95	0,19
24	Eneida Rosa de Freitas	40	0,1
25	Claudio Medeiros Boffil	381	0,58
26	Evaristo Medizabal Pacheco	38,6	0,1
27	João BidinotoVieiro	21	0,027
28	João BidinotoVieiro	20	0,027
29	Floriano de Faria Correa	210	0,319
30	ErcilioGiongo	87	0,1
31	ErcilioGiongo	87	0,1
32	Flavio Zeno	200	
33	Flavio Zeno	200	0,44
34	Rui Fernando Raphaelli Garcez	45	0,05
35	Jorge Comis Garcez	115	0,23
36	Rodrigo GindriAncinello	112	0,191
37	Manoel Alziro	132	0,226
38	Claudio Botelho	112	-
39	Claudio Botelho	52	0,089
40	Manoel Alziro	70	0,12
41	Ariovaldo Ceratti	331	0,66
42	AgropecuariaCeolin	497,4	0,57

Fonte: PROFIL – Engenharia e Ambiente, 2010.

As Figuras 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 e 4.15, são fotos tiradas pela autora para ilustrar a “Barragem Sanchuri”.

Figura 4.10: Vista de uma das laterais da “Barragem Sanchuri”.



Fonte: A autora, 2014.

Figura 4.11: Vista parcial da taipa da “Barragem Sanchuri” sobre a BR 272.



Fonte: A autora, 2014.

Figura 4.12: Vista da Ponte da BR 272 sobre o vertedouro da “Barragem Sanchuri”.



Fonte: A autora, 2014.

Figura 4.13: Vista parcial da represa da “Barragem Sanchuri” a partir da taipa.



Fonte: A autora, 2014.

Figura 4.14: Vista parcial da Vila São Marcos localizada ao lado da “Barragem Sanchuri”, sobre a BR 272.



Fonte: A autora, 2014.

Figura 4.15: Vista parcial da BR 272 que passa sobre a taipa da “Barragem Sanchuri”.

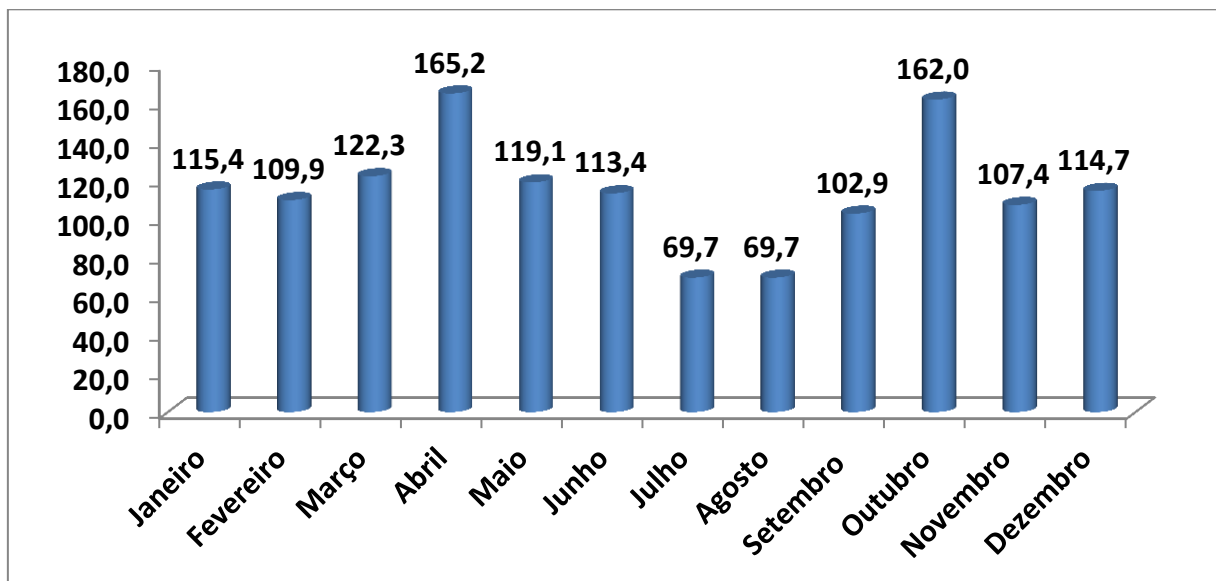


Fonte: A autora, 2014.

4.3. NOVA DINÂMICA REGIONAL

Como pode ser visto na Fig. 4.16, apesar de boa distribuição, as chuvas na região não favorecem a produção do arroz e coloca esta atividade em alto risco. Com o sucesso relativo obtido após a construção da “Barragem Sanchuri”, uma nova atividade se estabeleceu na região: o arroz irrigado em terras altas. Em geral, a precipitação normal ou a média climatológica no RS, no período de dezembro a fevereiro, não é suficiente para atender às necessidades hídricas das culturas de verão, o que tem incentivado a construção de barramentos nas propriedades rurais, além da busca por otimização no sistema de irrigação afim de evitar desperdícios e garantir uma boa colheita (Aguiar, 2005).

Figura 4.16: Distribuição pluviométrica média em Uruguaiana, RS de 1987 a 2011.



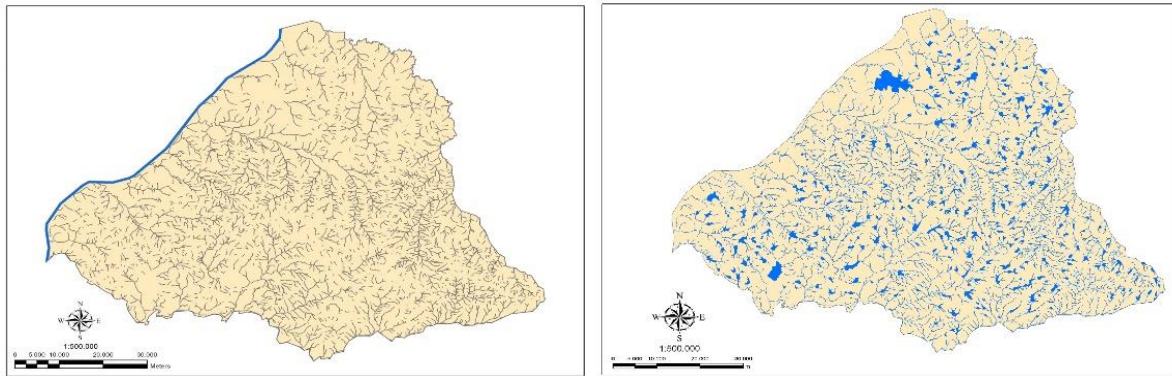
Fonte: IRGA, 2012.

Em busca de alternativas econômicas à pecuária extensiva, atividade típica região, os produtores viram na construção de barramentos dos cursos d'água, perenes ou não, a possibilidade de reservarem água das estações chuvosas, para serem usadas na cultura do arroz irrigado, consolidando a região como a principal região produtora de arroz do Brasil. Esta nova atividade econômica impulsionou definitivamente a construção de inúmeros barramentos, por iniciativa dos próprios produtores, levando a caracterizar a região como densamente ocupada por

barramentos de dimensões variadas, como pode ser verificado nas Figuras 4.4 e 4.5, de toda a região da Fronteira Oeste do RS e do município de Uruguaiana, respectivamente.

A Figura 4.17 representa o município de Uruguaiana, RS em 1940, sem os barramentos, portanto e que pode ser comparado com a Figura 4.5 citada, representada novamente ao lado, com seus 553 açudes e uma área estimada alagada de 22.859 ha, segundo o IRGA.

Figura 4.17: Município de Uruguaiana, RS em 1940 e atualmente com sua rede hidrológica.



Fonte: IRGA, 2012

4.4. CONSEQUÊNCIAS DOS BARRAMENTOS

A situação peculiar da Fronteira Oeste do RS é um caso interessante para se ampliar os estudos sobre os impactos dos barramentos d'água e uma condição a ser permanentemente monitorada para se estabelecer estratégias adequadas em outras regiões. Apesar da iniciativa do primeiro barramento ter partido de uma ação de governo, a expansão e o aumento vertiginoso da construção destas obras por toda a região, partiu, exclusivamente por iniciativa particular dos produtores. É muito provável que na esteira destas ações individuais houve casos de fracassos, por falhas das mais diferentes ordens durante o processo.

Uma ação planejada e articulada em outra região, certamente poderá reduzir significativamente os erros e ainda potencializar o uso múltiplo da água reservada.

A regularização dos cursos d'água é uma prática milenar e caminha junto com a evolução humana. Dominar este conceito fez parte da consolidação de diversas civilizações. No Brasil, talvez pela abundância de seus recursos hídricos, este assunto jamais assumiu posição de interesse na sociedade. Talvez a atual crise hídrica, sem precedentes em nossa história, possibilite que passemos a tratar deste assunto com a devida seriedade.

O contexto da Fronteira Oeste do RS nos mostra bons caminhos, pois, coincidentemente ou não, é neste estado da federação que os Comitês de Bacia estão melhores organizados e bem mais evoluídos que na maioria dos outros estados.

Para ilustrar este estágio atingido nesta região, a Figura 4.18 traz a representação de uma Resolução da ANA, Agência Nacional de Águas, a 603 de 28 de dezembro de 2007, destacando o seu primeiro parágrafo que atribui a um destes comitês a operação de um barramento que, além dos irrigantes, atende ao saneamento do município próximo.

Figura 4.18: Resolução 603 da ANA e o destaque do parágrafo.



RESOLUÇÃO Nº 603, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2007

O DIRETOR-PRESIDENTE SUBSTITUTO DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 61, incisos IV e XVII e § 2º, do Regimento Interno, aprovado pela Resolução nº 348, de 20 de agosto de 2007, torna público, com fundamentos no art. 12, inciso II, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, no art. 2º do Decreto nº 4.024, de 21 de novembro de 2001, e na Resolução nº 194, de 16 de setembro de 2002, e com base nos elementos constantes no Processo nº 02501.000756/2007-07, que resolveu, *ad referendum* da Diretoria Colegiada:

Art. 1º Emitir, em favor da Secretaria de Obras Públicas e Saneamento do Rio Grande do Sul, CNPJ nº 87.958.641/0001-30, este Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica – CERTOH referente à “Barragem Jaguari” situado no arroio Jaguari, na bacia do rio Santa Maria, no Rio Grande do Sul, com a finalidade de irrigação e abastecimento público, de acordo com as características apresentadas nas Tabelas 1 e 2 anexas.

§ 1º A infra-estrutura resultante da obra a que se refere o *caput* deste artigo será operada pela Associação dos Usuários de Água da Bacia do Rio Santa Maria (AUSM), entidade civil sem fins econômicos, juntamente com a Unidade de Gerenciamento do PROÁGUA Nacional (UEGP/RS).

§ 2º A Secretaria de Obras Públicas e Saneamento deverá comunicar à ANA o término da construção e o início da operação do empreendimento certificado.

Art. 2º A ANA, a seu critério e por meio de seus agentes ou prepostos, poderá proceder à fiscalização da obra a que se refere o artigo 1º, para verificar se as medidas destinadas à garantia hídrica e operacional da sustentabilidade estão sendo adotadas em conformidade com as informações fornecidas e com o CERTOH.

Parágrafo único. A constatação de não conformidade da obra implicará adoção das medidas legais cabíveis por parte da ANA, inclusive junto a outros órgãos ou entidades públicas.

Art. 3º Esta Resolução não dispensa nem substitui a obtenção, pelo empreendedor, de certidões, alvarás ou licenças de qualquer natureza, exigidos pela legislação federal, estadual ou municipal.

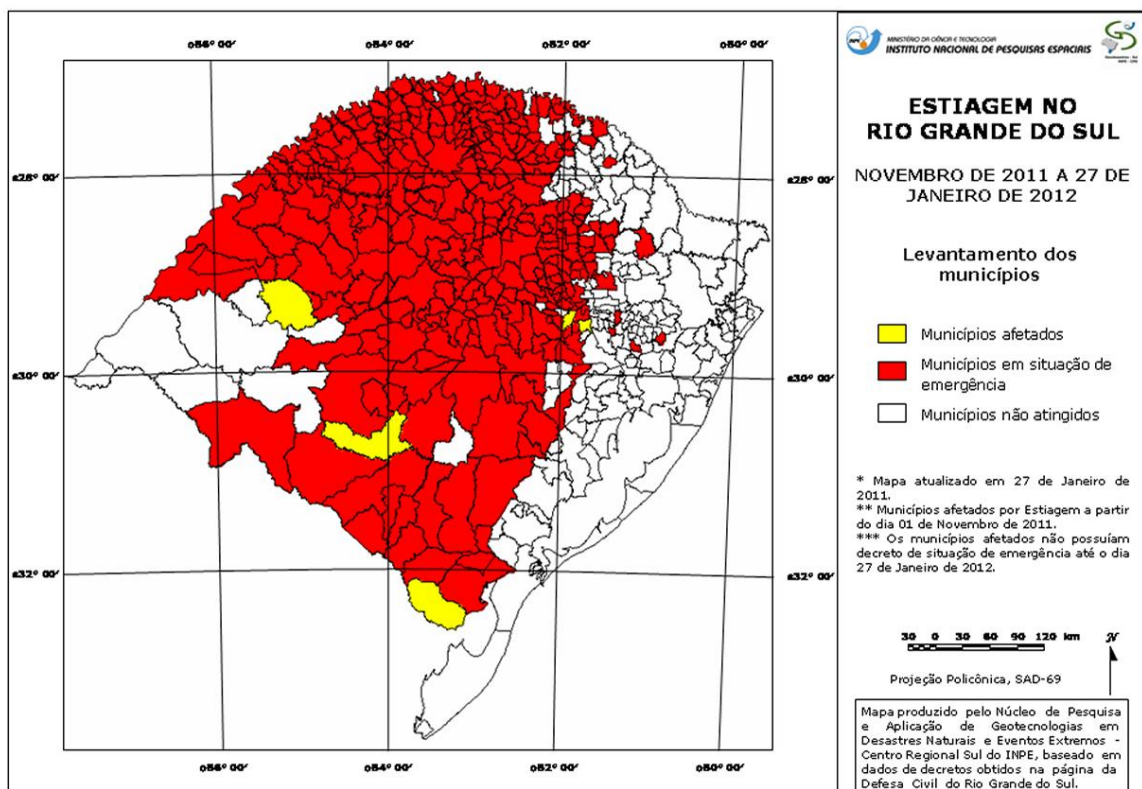
Art. 4º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

OSCAR CORDEIRO NETTO

No processo de irrigação adotado na região do estudo, a água é bombeada dos açudes para montante, irrigando as lavouras por inundação, sendo que a água escorrida superficialmente retorna ao próprio açude. A infiltrada alimenta o solo, as plantas e as águas subterrâneas, não alterando o ciclo hidrológico e retardando o curso desta na superfície.

O efeito da regularização da disponibilidade hídrica pelos barramentos fica evidenciado na informação contida na Figura 4.19 do INPE que trata da estiagem ocorrida no Rio Grande do Sul entre 2011 e 2012, mostrando que a região oeste do estado não foi atingida pelo evento, podendo ser atribuída aos reservatórios.

Figura 4.19: Mapa da estiagem de 2011/12 no RS com o levantamento por município.



Fonte: INPE, 2011.

Outro tema fundamental a ser considerado, além da disponibilidade hídrica, é a qualidade da água. As atividades agrícolas podem ter grande impacto negativo sobre a água. Porém, o Brasil detém a tecnologia internacionalmente aceita de Agricultura Conservacionista, baseada na adoção do Sistema Plantio Direto, sistema que já sofreu adequações para a realidade do arroz irrigado em terras altas do oeste gaúcho. Portanto, desde que atendendo às boas práticas agrícolas, é plenamente factível considerar que esta agricultura adotada na região pode conservar a qualidade da água, além de aumentar sua disponibilidade.

Numa situação ótima, com monitoramento, capacitação e embasado em estudos continuamente realizados, como no caso do promovido pelas instituições locais, é possível, inclusive que haja melhoria da água. O Plano Diretor de Irrigação no Contexto dos Usos Múltiplos da Água para o Rio Grande do Sul, PIUMA/RS, considera que uma lavoura de arroz bem manejada é um filtro de água, reduzindo os níveis de contaminantes advindos dos centros urbanos. (HERNANDES, G. informação pessoal).

5. POTENCIAL HIDROELÉTRICO

A determinação da potência aproveitável é na realidade, a determinação do potencial máximo que o local escolhido pode fornecer com as suas características topográficas de desnível (queda natural) e hidrológicas de vazão disponível do curso d' água (ELETROBRÁS & DNAEE, 1985). A potência elétrica disponível é a potência que o gerador poderá gerar a partir da potência hidráulica disponível, descontando-se as perdas hidráulicas no sistema de adução e na turbina hidráulica, as perdas mecânicas nos mancais e na transmissão, e as perdas elétricas no gerador (FILHO *et al.*, 2010).

Desta forma, as duas principais variáveis são a vazão e a altura da queda, ambas aplicadas a fórmula abaixo obtêm a estimativa da potencia hidráulica.

$$PH = 6,2 \times Q \times H$$

Onde:

PH = potência hidráulica disponível, em kW;

Q = vazão de água, em m³/s; e

H = altura de queda, em m.

A estimativa da potência hidráulica disponível é um valor aproximado que permite a tomada de decisão quanto a implantação ou não da micro usina. O valor real da potência que será gerada só será conhecido após fazer a escolha da turbina, uma vez que depende do rendimento da turbina escolhida (FILHO *et al.*, 2010).

De acordo com o supracitado, para determinação do potencial aproveitável, faz-se necessário o conhecimento da vazão e da altura da queda.

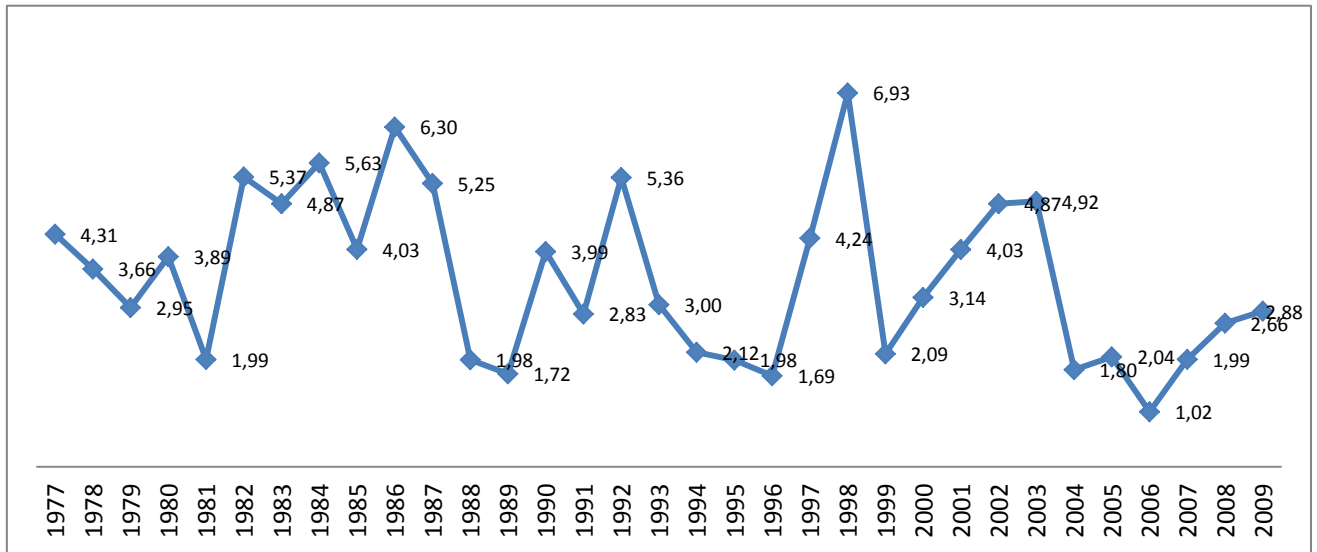
Por vazão entende-se o volume de água que passa numa determinada seção do rio por unidade de tempo, a qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m³/s (CARVALHO, 2008). Um estudo realizado pela PROFIL, onde foram mensurados as vazões mês a mês desde o início do ano de 1977 até o ano de 2009, dados estes apresentados no quadro 5.1.

Quadro 5.1. Vazões Médias Anuais na “Barragem Sanchuri”

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1977	1,58	2,84	4,85	5,27	3,32	2,59	9,31	4,14	3,83	3,52	7,46	3,01	4,31
1978	6,23	3,99	3,60	2,38	2,28	2,77	5,95	2,12	2,40	3,68	6,08	2,49	3,66
1979	1,67	1,98	1,92	1,75	2,29	1,16	1,54	2,36	4,52	8,24	4,39	3,57	2,95
1980	1,87	2,52	3,49	2,63	2,16	5,01	2,73	2,96	1,87	15,44	3,54	2,51	3,89
1981	2,94	4,38	1,86	1,97	1,80	1,81	1,55	1,30	1,77	1,26	1,50	1,72	1,99
1982	1,07	3,14	1,80	1,40	4,90	6,18	5,09	6,21	9,81	5,49	16,12	3,23	5,37
1983	4,82	9,98	7,28	6,01	8,70	2,89	5,17	2,85	2,40	3,19	3,36	1,82	4,87
1984	2,59	2,43	3,63	8,84	11,41	8,48	6,04	3,93	8,13	5,42	4,01	2,67	5,63
1985	2,17	3,09	3,75	4,48	6,61	4,43	4,40	4,59	6,19	4,05	2,03	2,54	4,03
1986	2,38	2,77	4,91	19,85	9,66	7,69	3,30	3,12	5,32	4,51	9,54	2,51	6,30
1987	2,88	2,10	3,77	16,55	4,46	4,99	8,79	4,55	4,67	4,86	2,84	2,56	5,25
1988	4,00	2,32	2,35	2,23	1,94	2,03	1,26	1,38	2,26	1,32	1,54	1,14	1,98
1989	1,14	0,77	1,31	4,00	0,78	1,21	1,20	1,95	1,56	2,02	2,43	2,26	1,72
1990	1,65	2,40	4,65	12,62	2,77	2,39	2,14	1,94	3,16	4,50	4,66	4,96	3,99
1991	2,44	1,67	2,05	4,64	3,39	3,25	3,47	1,54	2,43	2,53	2,94	3,66	2,83
1992	2,55	7,02	6,72	9,67	9,23	10,87	4,14	2,88	2,82	4,23	2,37	1,86	5,36
1993	3,31	1,58	2,81	2,28	6,10	2,68	2,77	1,49	1,82	2,59	5,06	3,55	3,00
1994	1,52	3,02	1,76	2,19	2,22	1,62	1,99	2,19	2,21	3,32	1,90	1,51	2,12
1995	1,53	2,64	3,74	2,16	2,02	1,35	2,15	1,43	2,08	2,36	1,18	1,10	1,98
1996	1,80	1,19	2,13	4,40	1,04	1,28	1,35	1,26	1,36	1,56	1,22	1,64	1,69
1997	1,82	6,49	1,91	2,22	3,48	2,87	2,02	2,33	2,27	10,25	4,19	10,98	4,24
1998	16,64	8,22	9,71	15,29	3,47	7,81	4,90	3,11	5,87	3,33	2,45	2,30	6,93
1999	1,71	2,07	1,59	2,47	2,40	2,24	2,73	1,38	2,23	3,28	1,53	1,48	2,09
2000	1,31	1,31	6,59	3,40	5,06	4,06	1,80	2,04	2,13	3,17	3,99	2,81	3,14
2001	5,60	3,21	5,23	11,10	2,64	3,86	2,24	2,73	3,41	3,11	3,28	1,90	4,03
2002	1,57	1,66	3,72	6,84	3,01	2,86	5,29	4,39	5,83	8,84	7,51	6,99	4,87
2003	4,49	4,69	6,93	7,44	5,84	5,65	3,13	3,78	2,38	5,30	3,44	5,95	4,92
2004	2,01	2,25	1,65	1,78	1,46	1,55	1,34	1,19	1,10	2,45	2,80	2,00	1,80
2005	1,14	0,91	0,94	1,38	2,21	3,54	1,16	2,61	2,60	4,06	2,24	1,66	2,04
2006	1,35	1,09	0,98	0,94	0,69	0,90	0,63	0,60	0,78	1,11	1,38	1,77	1,02
2007	0,95	2,60	2,03	2,78	1,38	1,50	1,76	2,37	2,46	2,30	2,04	1,74	1,99
2008	1,81	1,81	1,49	1,23	2,07	2,41	2,68	3,94	2,56	7,81	2,47	1,66	2,66
2009	1,61	1,47	1,51	1,03	1,27	0,95	0,91	0,98	1,04	1,10	19,85	1,72	2,88

Fonte: PROFIL, 2010.

Através da ilustração gráfica, do Figura 5.1, podemos notar que o pico de vazão ocorreu no ano de 1998. O aumento da vazão no primeiro quadrimestre de ano de 1998 pode ser justificado devido ao volume altíssimo de chuva que ocorreu no Estado do Rio Grande do Sul em outubro de 1997, onde as médias de volume de chuva foram triplicadas ocasionando muitos prejuízos para o Estado.

Figura 5.1. Vazões Médias Anuais na “Barragem Sanchuri”

Fonte: PROFIL, 2010

O quadro 5.2, demonstra as médias mensais, tendo como parâmetro as vazões apresentadas nos anos de 1977 à 2009.

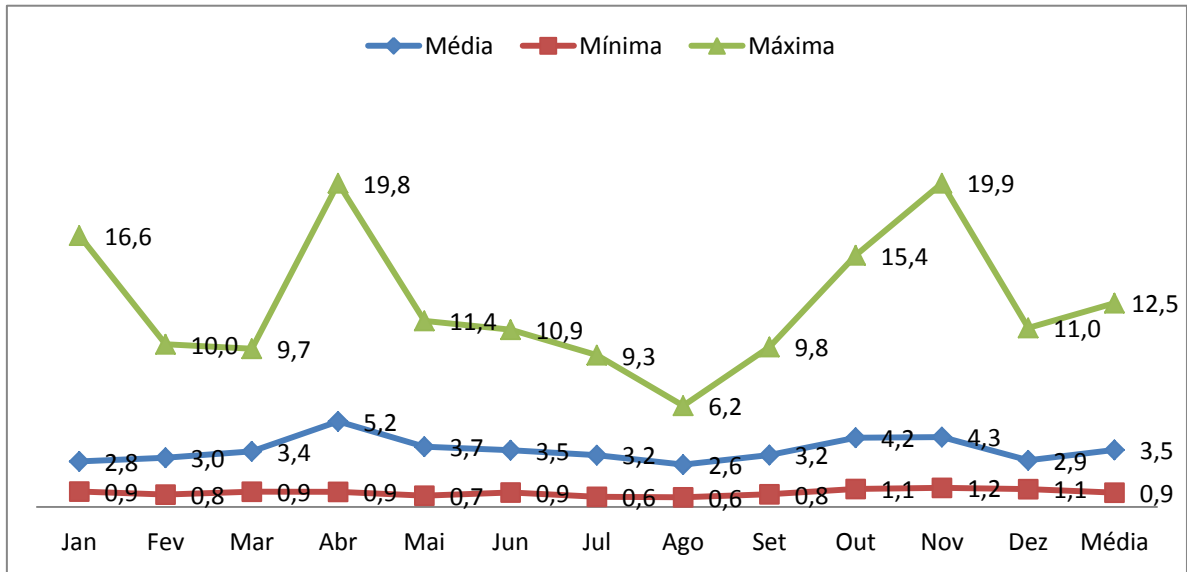
Quadro 5.2. Vazões Médias Mensais na “Barragem Sanchuri”

	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Média	2,8	3,0	3,4	5,2	3,7	3,5	3,2	2,6	3,2	4,2	4,3	2,9	3,5
Mínima	0,9	0,8	0,9	0,9	0,7	0,9	0,6	0,6	0,8	1,1	1,2	1,1	0,9
Máxima	16,6	10,0	9,7	19,8	11,4	10,9	9,3	6,2	9,8	15,4	19,9	11,0	12,5

Fonte: PROFIL, 2010

Os dados do quadro supracitado podem ser analisados na Figura 5.2 que demonstram um considerável aumento na vazão nos meses de abril, outubro e novembro. As sementeiras do arroz inicia-se a partir da segunda quinzena de setembro, pois após quinze à vinte dias, começa o período de germinação e nascimento da planta (determinado período de emergência), onde tem início as irrigações. Em média o período de irrigação é em torno de 100 dias, perdurando até fevereiro/março.

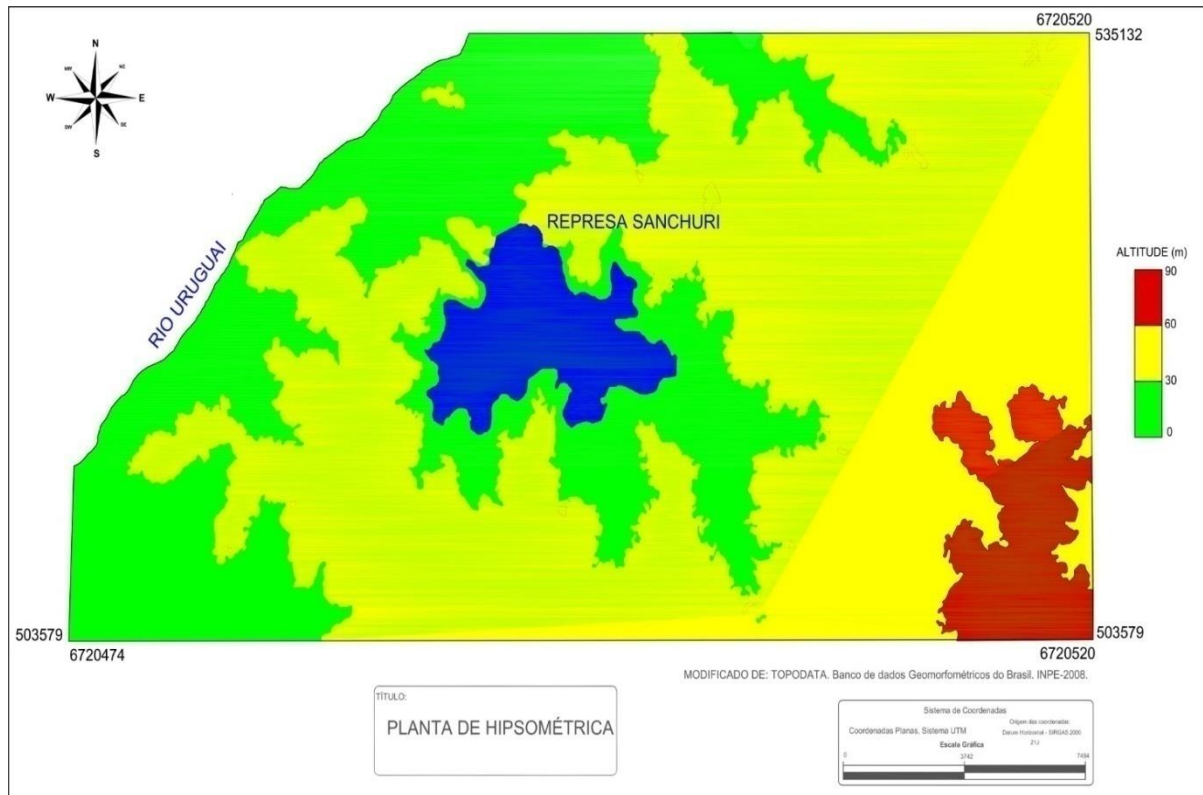
Figura 5.2. Vazões Médias Mensais na “Barragem Sanchuri”



Fonte: PROFIL, 2010

Quanto à outra variável, a queda de altura é a precipitação de uma massa d'água em consequência do desnivelamento da superfície terrestre (REIS et. al. 2009). A Figura 5.3, demonstra a planta hipsométrica (altitude), para confecção do Modelo Digital de Terreno (MDT) foram utilizados os dados do levantamento SRTM (Missão Topográfica Radar Shuttle) realizado para o Brasil pelo programa da NASA (agência do Governo dos Estados Unidos da América) e processados pelo Instituto Nacional de Pesquisas. Espaciales (INPE) no projeto “TOPO DATA” EM 2008.

Figura 5.3: Planta Hipsometrica da “Barragem Sanchuri”

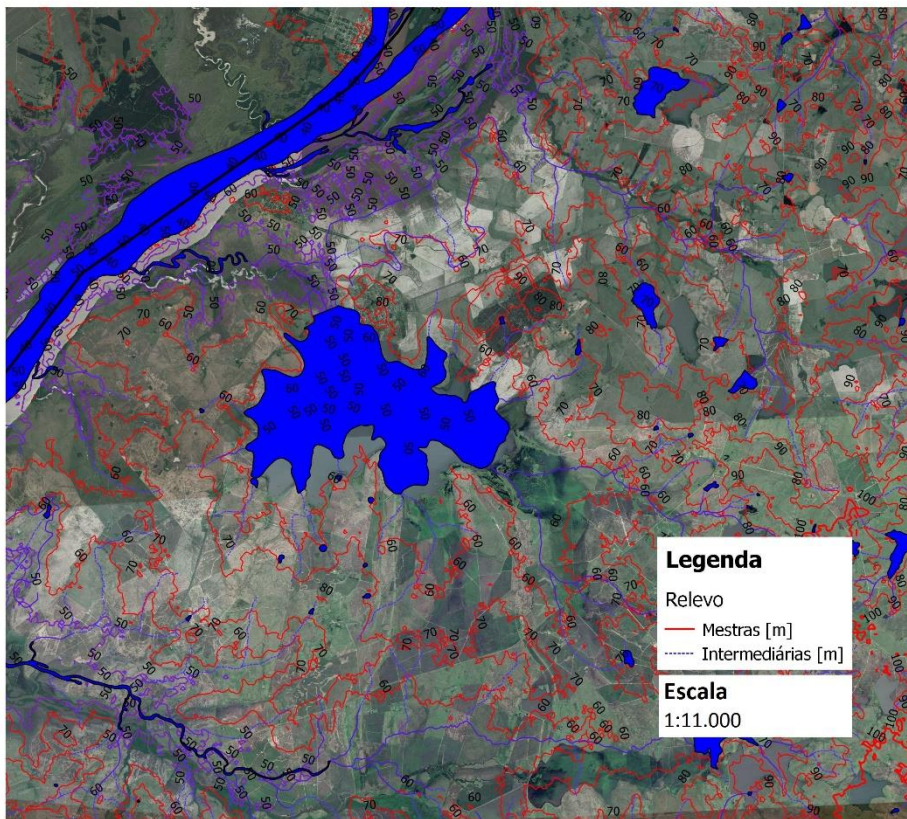


Fonte: Topo Data (2008).

A planta Hipsométrica (altitude) da área de estudo apresenta uma topografia com cotas que variam entre 10 m e 90 m. Estando os valores mais elevados localizados sudeste, transitando para menos elevados a centro e oeste respectivamente. A planta de declividade não foi realizada pois, devido às características da área de estudo não deu resultados satisfatórios por apresentar baixa declividade e pouca variação.

A Figura 5.4 demonstra que a altitude não sofre variações na extensão da “barragem”, uma vez a mesma encontram-se demarcadas por linhas intermediárias, que demonstram estar na linha do mar.

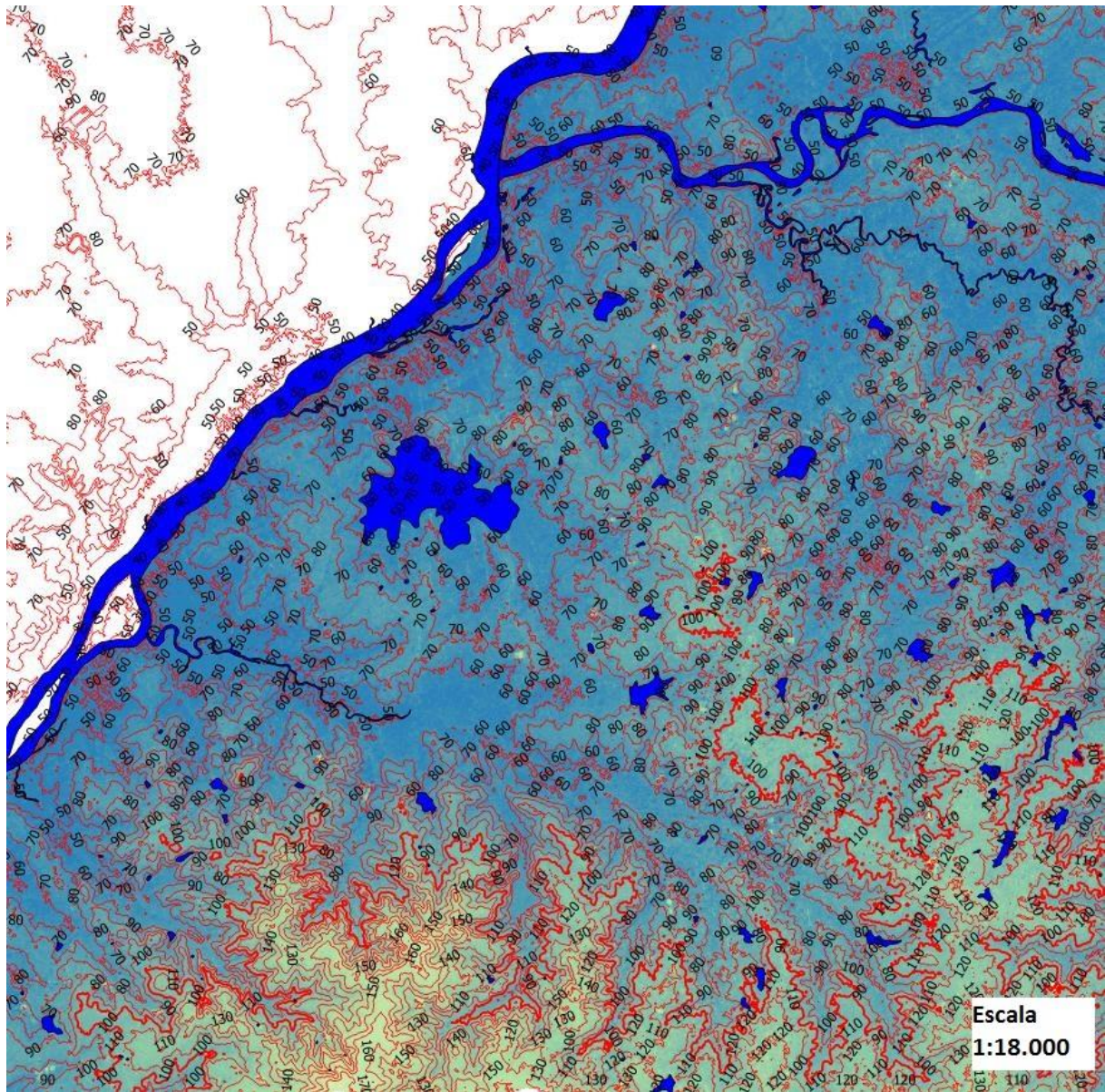
Figura 5.4: Curvas de nível da “Barragem Sanchuri”



Fonte: Software QGIS (2015)

Faria (2008) esclarece que geralmente, em uma planta topográfica, usa-se como referência a altura média do mar para se traçar as curvas de nível chamadas de mestras, representadas por traços mais grossos, como demonstrado na Figuras 5.4 e 5.5. As linhas mais finas, chamadas de auxiliares ou intermediárias, podem ser usadas para facilitar a leitura da planta topográfica.

Figura 5.5: Curvas de nível da região da “Barragem Sanchuri”



Fonte: Software QGIS (2015)

Na figura 5.5 é possível identificar, que existem diferenças de altitudes consideráveis na região porém na “Barragem Sanchuri” propriamente não há este desnível, não havendo declive e conseqüentemente não havendo queda.

Devido à demanda de energia, necessária para que as bombas possam captar a água da “barragem” para a irrigação, o nível de uma PCH necessária seria

de 1 a 30 MW. Desta forma a implantação de uma micro ou mini centrais hidrelétricas se tornariam irrelevantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo realizado na “Barragem Sanchuri”, foi identificado que a mesma não possui potencial para instalação de uma Pequena Central Hidrelétrica, visto que a mesma não possui desnível suficiente para queda d’água e consequente movimentação de turbinas.

Entretanto, imagens topográficas geradas para região demonstram que nas proximidades da “barragem” existem áreas com nivelamento que potencializariam a instalação de uma PCH. Desta forma, estudos de impactos socioeconômicos e ambientais poderiam determinar a viabilidade da produção de energia.

Como identificamos, com os dados supracitados, a “Barragem Sanchuri” não apresenta potencial para a implantação de uma Pequena Central Hidrelétrica. Entretanto, sugere-se o estudo para a geração de energia através da biomassa, apesar de ser uma alternativa energética de vanguarda, e, historicamente tem sido pouco expressiva na matriz energética mundial, a biomassa é uma das fontes para produção de energia com maior potencial de crescimento nos próximos anos. Tanto no mercado internacional quanto no interno, ela é considerada uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética e a consequente redução da dependência dos combustíveis fósseis.

Segundo Bazzo et. al. (2008), qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa. De acordo com a sua origem, pode ser: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Os derivados obtidos dependem tanto da matéria-prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo) quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos.

A produção de arroz gera como subproduto as cascas, que tem sido utilizada em locais de incubação de frango, como aditivo na indústria de cimento e como fertilizante. Mesmo assim, estas ações não são suficientes para reduzir significativamente o problema de descarte. Uma alternativa é o aproveitamento das

mesmas na geração de energia, através da sua queima, alternativa praticável no ponto de vista tecnológico, viável, no aspecto econômico e, ético, levando em consideração o ponto de vista ecológico.

Os engenhos de arroz, na sua maioria, já utilizam a casca de arroz como combustível nas fornalhas, dada a grande disponibilidade e custo reduzido da casca em relação à lenha, tratando-se de um resíduo abundantemente gerado na própria indústria. A casca de arroz tem um valor calorífico de $3730 \text{ kcal kg}^{-1}$ comparável à acácia negra ($4550 \text{ kcal kg}^{-1}$) e ao eucalyptus sp ($4525 \text{ kcal kg}^{-1}$), desta forma justifica-se a sua utilização.

Segundo Chungsangunsit (2004), a casca de arroz representa 20% do peso do arroz total. Tendo o município de Uruguaiana produzido 44.525.000kg de arroz na última safra, os resíduos de casca arroz gerados foram de 8.905.000 kg. Atualmente a casca de arroz é vendida para termoelétricas dos municípios de Itaqui, Alegrete e São Borja. Uma alternativa para a minimização do problema da alta demanda de energia na região da Sanchuri seria um estudo da viabilidade para instalação de uma termoelétrica em sua proximidade.

Conhecido por ter as quatro estações do ano definidas, junto com os demais Estados da Região Sul do Brasil, o Rio Grande do Sul está convivendo nas últimas décadas com uma anomalia climática: a estiagem. Em geral, a precipitação normal ou a média climatológica no RS, no período de dezembro a fevereiro, não é suficiente para atender às necessidades hídricas das culturas de verão, o que tem incentivado a construção de barramentos nas propriedades rurais. É fato que barramentos e/ou reservatórios de água, desde que adequadamente planejadas, projetadas, construídas e mantidas contribuem significativamente para atender as demandas de fornecimento de água. A “Barragem Sanchuri” é um caso bem sucedido, pois auxilia nas variações do ciclo hidrológico da região, armazenando água e desta forma fornecendo vazão consistente para manter o fluxo diário necessário para manutenção da irrigação do plantio do arroz. Contudo, auxiliando no desenvolvimento socioeconômico da região.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Resolução nº 482 de 17 de Abril de 2012**. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2012.

AGUIAR, R. **Estiagem**: como conviver com este fenômeno? *Revista Extensão Rural e Desenvolvimento Sustentável*, v.1, p.11-12, 2005

ALMEIDA, F. G.; BORGES, P.; D. CHAGAS.; QUEIRÓZ, M. A. S.; SANTOS, C. E.; SILVA, C. M. M. R. **Revista GEOgraphia**, v. 4, n. 8, 2002.

BAZZO, Edson; BZUNECK, Marcelo; MIYAKE, Raphael G.; RESTREPO, Alvaro; KLEVESTON Fábio. CANESCHI, Marcelo; FELIPPE, Luiz; GOMES, Elias R.; DALSSASSO, Carlos H. **Resultados da utilização de palha de arroz em processo de co-firing com carvão pulverizado**. 2008. Disponível em: <http://www.tractebelenergia.com.br>. Acessado em 15/07/2015.

BELUCO, A. **Viabilidade de microcentrais hidrelétricas baseadas no emprego de equipamentos de mercado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 170 páginas, 1994.

BEN. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional - BEN**. Rio de Janeiro – RJ, Brasil, p. 280-288, 2013.

BORTONI, Edson da Costa, **Interligação de Autoprodutores e Produtores de Energia ao Sistema Elétrico**. 2002.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Tecnologias Sustentáveis em Sistemas Urbanos. Hidrelétricas: Pequenas Centrais Hidrelétricas**, v. 1, p. 37-41, 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica**. 2009. Disponível em: http://www.mme.gov.br/programs_display.do?chn=877. Acesso em: novembro de 2013.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001 de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990 de 28.12.1989. Diário Oficial da União, Brasília, 1997.

CARVALHO, T. M. **Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 1, n. 1, p. 1-2, 2008.

CASTRO, Nivalde José; MARTINI, Sidnei; BRANDÃO, Roberto; DANTAS, Guilherme; TIMPONI, Raul. **A importância das fontes alternativas e renováveis na evolução da matriz elétrica brasileira**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

Companhia Paranaense de Energia, COPEL. **Micro e Minigeração – Sistema de Compensação de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=/hpcopel>>. Acessado em 15/07/2015.

ELETROBRÁS. **Diretrizes para estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas**. 2000. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMIS293E16C4PTBRIE.htm>>. Acessado em 15/07/2015.

ELETROBRAS/DNAEE, **Manual de Microcentrais Hidrelétricas** – Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – 1984

ELETROBRAS/DNAEE, **Manual de Microcentrais Hidrelétricas** – Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – 1984.

EMBRAPA. Secretaria de Gestão e Estratégia. **V Plano Diretor da Embrapa 2008-2023**. Brasília, DF, 2008. 74 p.

FACURI, M. F. **A implantação de usinas hidrelétricas e o processo de licenciamento ambiental: A importância da articulação entre os setores elétrico e de meio ambiente no Brasil**. Itajubá 2004. Dissertação de Mestrado. Instituto de

Recursos Naturais, Pós Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá.____p

FARIA, C. **Curva de nível.** [S.l.], 2008. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/cartografia/curva-de-nivel/>>. Acessado em 15/07/2015.

FERNANDEZ, J., FERREIRA, P. M. (2003). **Otimização dos recursos hídricos em sistemas de bacia hidrográfica: o caso da bacia do Rio Formoso na Bahia.** Fórum Banco do Nordeste de Desenvolvimento - VII Encontro Regional de Economia da ANPEC.

FILHO, G. L. T.; GABETTA, J. H.; CAMPOS, B. T. L. C. **As microcentrais hidrelétricas (μCH) como alternativa de atendimento as comunidades isoladas - Um estudo de caso.** *Encontro de Energia do Meio Rural*, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2006.

FILHO, T. G.L.; VIANA, A.N.C; LOPES, J.D.S. **Como montar e operar uma microusina hidrelétrica na fazenda.** Centro de Produções Técnicas, 330 páginas, 2010.

FRANÇA, C. G. de; DEL GROSSI, M. E.; MARQUES, V. P. M. de A. (Ed.). **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil.** Brasília, DF: MDA, 2009. 96 p.

GARCIA, L. A. V.; ANDREAZZA, A. M. P. **Estabelecimento de Vazões Ambientais Efluentes de Barragens** – Sugestão Metodológica. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 9, n. 2, p. 74-95, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDEMBERG, José; COELHO, Suani Teixeira. **Renewable Energy – Traditional Biomass vs Modern Biomass.** in *Energy Policy*, 32/6, 2003, pp. 711-4.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006** – manual do recenseador. Rio de Janeiro, 2007. 188 p. Acessado em 15/07/2015.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acessado em 15/07/2015.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: setembro 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acessado em 15/07/2015.

IBGE. **Pesquisa agrícola municipal**, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acessado em 15/07/2015.

IRGA – **Instituto Rio Grandense do Arroz** – Censo da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul, 2009.

KAEHLER, J. W. M.; RAMOS, D. B.; POLTOZI, M. P. V.; KUHN, R. L. **Impacto da Eficiência energética em sistemas de bombeamento de água utilizados para irrigação das lavouras de arroz do Rio Grande do Sul**: Uma abordagem Demanda x Oferta de Energia. Revista Eemods' 13, p.42, 2013.

KAGAN, Nelson. OLIVEIRA, Carlos César Barioni de. ROBBA, Ernesto João. **Introdução aos sistemas de distribuição de energia elétrica**. SP: Blucher, 1 ed. 2005.

KORONEOS, C., SPACHOS, T., MOUSSIOPOULOS, N. **Exergy analysis of renewable energy sources**. Renewable Energy, v. 28, p. 295-310, 2003.

LINSLEY, R. K.; FRANZINI, J. B. **Engenharia de Recursos Hídricos**. Tradução e Adaptação: Luiz Américo Pastorino. Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda, 1978.

LÜDKE e ANDRÉ. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU (1986).

MARTINS, D .A. G. **A Viabilização de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Revista Techoje, 2011.

MEIRELES, F. S. C. **Cobrança por volume em sistemas coletivos de irrigação como instrumento de gestão da água.** Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

MELLO, J. A. B. **Construção de Barragens e o Meio Ambiente.** RBE. v. 1, n. 1, p. 5-17, 1986.

MORAIS, C. S. de. **História das Ligas Camponesas do Brasil.**In: STÉDILE, J. P. (Org.). A questão agrária no Brasil: história e natureza das Ligas Camponesas 1954-1964. São Paulo: Expressão Popular, 2006. v. 4, p. 21-71.

NOGUEIRA, F.J.H. **Microcentrais hidrelétricas.** *Série Energias Renováveis.* Fundação de Apoio ao Ensino Pesquisa e Extensão de Itajubá. Itajubá-MG. 32 páginas, 2007.

OLIVEIRA, Marines Rute; ARENHART, Andrielly; FOLLADOR, Franciele Ani; **Usina hidrelétrica de segredo: uma análise da necessidade de revisão do plano ambiental de conservação.** Revista de Administração de Roraima-RARR, Boa Vista, Ed. Vol. 4, n. 1, jan.-jun. 2014 23.

PACHECO, Fabiana. **Energias Renováveis:** breves conceitos. Conjuntura e Planejamento, Salvador: SEI, n.149, p.4-11, Outubro/2006

Portal PCH. www.portalpch.com.br. Acesso em março de 2015.

Pottmaier, D., Melo, C.R., Sartor, M. N., Kuester, A., Amadio, T.M., Fernandes, C.A.H., Marinha, D., Alarcon, O.E. **The Brazilian energy matrix:** From a materials Science and engineering perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 19, p.678-691, 2013.

PROFIL - Engenharia e Ambiente – RT02 – **Determinação das disponibilidades e demandas hídricas e confecção dos balanços hídricos na bacia do Arroio Sanchuri.**

QUEIROZ FILHO, Luiz Antonio Vieira. **Parâmetros produtivos do uso de pastagens temperadas irrigadas na terminação de bovinos de corte.** Dissertação apresentada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na Faculdade de Agronomia, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS. 2012.

RAMOS, Marilene. **Gestão de Recursos Hídricos e Cobrança pelo Uso da Água.** 2007. *Fundação Getúlio Vargas.*

REIS, Lineu Belico dos. **Geração de Energia Elétrica.** SP: Manole, 2 ed. 2011.

REIS, Lineu Belico dos. **Matrizes energética:** conceitos e usos em gestão e planejamento. SP: Manole, 1ed. 2011.

REIS, Lineu Belico dos; CUNHA, Eldis Camargo Neves. **Energia Elétrica e sustentabilidade:** Aspectos tecnológicos, socioambientais e legais. SP: Manole, 1ed. 2006.

REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane A. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, Recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável.** SP: Manole, 2 ed. 2009.

RIBEIRO, E.M.; GALIZONI, F. M.; DANIEL, L. O.; AYRES, E. C. B.; ROCHA, L. C. D.; GOMES. G. A. **Práticas, preceitos e problemas associados à escassez da água no Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais.** Anais / XII Encontro Nacional de Estudos Populacionais da ABEP. Caxambu, 2000.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social:** métodos e técnicas. 3. ed. – 10. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2009.

ROMAGNOLI, Henrique Cesar, **Identificação de barreiras à geração distribuída no marco regulatório atual do setor elétrico brasileiro,** 2005.

RUAS, A. L. **Avaliação das alterações da qualidade de águas tropicais decorrentes da instalação de barramentos para fins de geração de energia**

elétrica: estudo de caso do Rio Pomba. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

SANTOS, Simone Mendonça dos; SOUZA, Marcelo Pereira. **Análise das contribuições potenciais da Avaliação Ambiental Estratégica ao Plano Energético Brasileiro.** Escola de Engenharia de São Carlos – Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada. Eng. Sanitária Ambiental. v. 16 n. 4. Out/Dez 2011. 369-378.

SILVA, Osmira Fátima da; WANDER, AlcidoElenor. **O arroz no Brasil: evidências do censo agropecuário 2006 e anos posteriores.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014.

SUGAI, H. M. SANTOS JUNIOR, M. F. **As Pequenas Centrais Hidrelétricas e os Créditos de Carbono.** Revista PCH Notícias & SPH News. Ano 8, nº29, 2006.

TOMALSQUIM, Mauricio Tiomno. **Perspctivas e planejamento do setor energético no Brasil.** Estud. av. vol.26 no.74 São Paulo 2012

TONELLO, M., LIMA, R, S. **Projeto hidrelétrico Salto Grande – PR impactos sobre a população local.** Revista Faz Ciência, v.12, n.15, p. 161-184, 2010.