**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Centro de Energia Nuclear na Agricultura**

**Dinâmica territorial e socioeconômica na região do entorno das
Usinas Hidroelétricas Canoas I e II (PR/SP) e as relações com a
piscicultura local**

Mariana Figur Seide

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Ecologia Aplicada

**Piracicaba
2015**

Mariana Figur Seide
Bacharel em Ciências Biológicas

**Dinâmica territorial e socioeconômica na região do entorno das Usinas
Hidroelétricas Canoas I e II (PR/SP) e as relações com a piscicultura local**

Orientadora:
Profa. Dra. **MARIA VICTORIA RAMOS
BALLESTER**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Ecologia Aplicada

Piracicaba
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Seide, Mariana Figur

Dinâmica territorial e socioeconômica na região do entorno das Usinas Hidroelétricas
Canoas I e II (PR/SP) e as relações com a piscicultura local / Mariana Figur Seide. - -
Piracicaba, 2015.

110 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Centro de
Energia Nuclear na Agricultura.

1. Mudança na cobertura e uso da terra 2. Ecologia da paisagem 3. Geoprocessamento
4. Sensoriamento remoto 5. Relação ambiente sociedade 6. Cultivo de peixes 7. Impactos
de represamento I. Título

CDD 639.3
S458d

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi construído durante um longo processo com a ajuda de muitas mãos e a colaboração de muitas outras, as quais agradeço infinitamente!

Primeiramente, muito obrigada para minha querida orientadora Prof^a. Dr^a. Vicky, pela confiança, por ter me orientado e acolhido com muita paciência, profissionalismo e uma inestimável positividade durante todos os momentos de dúvidas, medos, surpresas, angústias e felicidades. Aprendi muito com você!

Na mesma intensidade agradeço ao meu companheiro de vida Rafa, que com toda a certeza foi quem mais sofreu e comemorou comigo todas as etapas e histórias vividas nesses anos. Muito obrigada pelo imenso carinho, paciência, ajuda, incentivos e principalmente a parceria nessa jornada! Sem você do meu lado não teria sido possível essas três gestações bem sucedidas. Aproveito pra agradecer meu filhote Bernardo que com alguns meses aguentou (aos prantos!) esperar a mamãe maLi voltar do campo e durante todo o tempo foi uma força a mais quando eu lembrava do sorriso sapeca. E ao outro gurizinho que tá no forno!

Agradeço imensamente aos meus pais e mães, sogro e sogra que sempre foram grandes incentivadores, fonte de ajuda de várias ordens, carinho e conselho mesmo de longe! Assim como toda a família que sempre esteve na torcida, especialmente a minha querida prima/irmã Cíntia por todas as vezes que rimos juntas e tudo se tornou mais fácil. Amo todos vocês!

Aos amigos que mesmo de longe sempre mandaram uma força extra. Especialmente ao Busca que ainda na redação do projeto de pesquisa me deu excelentes ideias e com certeza contribuiu para o rumo deste trabalho. E a Rafa, amiga querida, que mesmo com os meus problemas de comunicação à distância, esteve sempre presente com toda sua energia boa!

Aos queridos amigos do labogeo Déia, Henrique, Rodnei, Dai, Vivi, Ju, Fer e Rô muito obrigada por toda ajuda e apoio, mas, melhor ainda pelas risadas, pela companhia, os rolezinhos e as comilanças!

Um agradecimento especial também aos motoristas que me acompanharam em campo, mas principalmente a Dr^a Daercy Ayroza e a todo o pessoal da Apta de Assis. Dady, muito obrigada por ter me recebido de abraços abertos, sem medir esforços para me ajudar. A parceria com vocês foi ótima e fundamental para o êxito deste trabalho!

Agradeço também a Prof^a Dr^a Maria Elisa pelas conversas, o acompanhamento e a ótima orientação sempre que surgiam as dúvidas.

Agradeço a querida secretaria do PPGI, Mara Casarin, sempre disposta a ajudar e sanar nossas dúvidas com a maior paciência e agilidade!

Obrigada a Universidade de São Paulo, a Esalq/Cena e ao Programa de Pós Graduação Interunidades e todos os seus funcionários pela oportunidade de educação e conhecimento de excelência. Agradeço também por nos proporcionar o Centro de convivência infantil, onde o meu filho teve imensuráveis experiências, aprendizados e sempre foi muito bem cuidado.

Agradeço também a Capes pela concessão da bolsa de estudo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Histórico da região de estudo	15
Referências	18
2 AS MUDANÇAS NA PAISAGEM NA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DAS REPRESAS CANOAS I E II, NO MÉDIO PARANAPANEMA DIVISA DOS ESTADOS DO PARANÁ E SÃO PAULO.....	23
Resumo	23
Abstract	23
2.1 Introdução	24
2.2 Materiais e métodos.....	27
2.2.1 Área de estudo	27
2.2.2 Processamento e análise das imagens de satélites	28
2.2.3 Composição e configuração da paisagem	32
2.3 Resultados e discussão	33
2.3.1 Classificação e acurácia do mapeamento de uso e cobertura.....	33
2.3.2 Análise espaço-temporal da paisagem	34
2.4 Conclusões	51
Referências	53
3 AS REPRESAS CANOAS I E II (PR/SP), NO RIO PARANAPANEMA, COMO OPORTUNIDADE DE AMPLIAÇÃO DA PISCICULTURA E DESENVOLVIMENTO HUMANO	59
Resumo	59
Abstract	59
3.1 Introdução	60
3.2 Materiais e Métodos.....	63
3.2.1 Área de estudo	63
3.2.2 A coleta, o processamento dos dados e os envolvidos na pesquisa	65
3.3 Resultados e Discussão.....	68
3.4 Conclusões	86

Referências.....	88
APÊNDICE	93
ANEXOS.....	97

RESUMO

Dinâmica territorial e socioeconômica na região do entorno das Usinas Hidroelétricas Canoas I e II (PR/SP) e as relações com a piscicultura local

Transformações nas condições de vida da Terra fazem parte da nossa história evolutiva. Atualmente, as ações humanas provocam impactos tão intensos que já se considera que estamos marcando uma nova era geológica, o Antropoceno. As alterações globais de origem antropogênica estão relacionadas ao nosso modo de vida moderno e modelo de consumo, assim como ao crescimento demográfico, econômico, agropecuário, industrial que tem demanda crescente por recursos. Todos esses fatores apresentam potenciais efeitos comprometedores às funções ecossistêmicas e dos bens e serviços ambientais. Neste contexto, os sistemas aquáticos continentais, são significativamente impactados pela construção de barragens. As represas envolvem inúmeras transformações ambientais e ecológicas, sociais e econômicas. Já as regiões do seu entorno podem ser beneficiadas com a utilização das águas represadas. Entender a dinâmica da cobertura e uso do solo e analisar se há a abertura de oportunidade para o desenvolvimento de novas atividades econômicas, aproximam a compreensão dos seus impactos como base para a gestão desses ambientes. O objetivo geral desse trabalho foi analisar a influência das Usinas Hidrelétricas Canoas I e II nos municípios do seu entorno, a partir da análise espaço-temporal das mudanças no uso e cobertura do solo e das dinâmicas socioeconômicas relacionadas ao desenvolvimento das atividades de piscicultura. Os resultados obtidos caracterizam as atividades agropastoris da região como a maior força das dinâmicas ambientais e socioeconômicas. A extrema fragmentação da vegetação nativa é a mais importante consequência ecológica desse processo. Já em termos sociais e econômicos às mudanças no perfil da agricultura geraram a urbanização e o exôdo rural, marginalizando pequenos agricultores. A construção dos barramentos de Canoas I e II teve influência na composição da paisagem após a perda, principalmente de terras agrícolas e coincidiu com o aumento das áreas de urbanização, associada a um aumento da área dos fragmentos da cobertura vegetal nativa e um melhora no índice de proximidade, indicando maior conexão entre os mesmos. Para os entrevistados na pesquisa os reservatórios representam uma oportunidade de desenvolvimento da piscicultura, que já desperta interesse na população como a atividade econômica. Mas, há dificuldades a serem superadas para que se concretizem as expectativas de aproveitamento das águas represadas.

Palavras-chave: Mudança na cobertura e uso da terra; Ecologia da paisagem; Geoprocessamento; Sensoriamento remoto; Relação ambiente sociedade; Cultivo de peixes; Impactos de represamento

ABSTRACT

Spatial and socio-economic dynamics in the surrounding of the hydroelectric plants Canoas I and II (PR / SP) and the relations with local fish farming

Transformations in Earth life conditions are part of our evolutionary history. Currently human activities result in impacts of such magnitude that it has been proposed and widely accepted that we are entering a new geologic era, the Anthropocene. Human induced global changes are related to our modern way of life and the consumption model, as well as to demographic, economic, agricultural and industrial growth, that have an increasing resources demand. All these factors have potential compromising effects on ecosystems functions and good and services that they provide. Furthermore, fresh water ecosystems are highly impacted by river dams. These impoundments involve innumerable environmental and ecological, social and economic transformations, while surrounding areas can benefit from its water use. Understand the land use and cover dynamic and analyze if there are opportunities for new economic activities level the comprehension of their impacts for further environmental management. The overall objective of this study was to analyze the Hydroelectric Power Canoas I and II influence on the watershed counties, by a couple analysis of the spatial and temporal land use changes and the related socio-economic dynamic related to fish farming activities development. Our results show that agriculture and cattle ragging are the main driver of environmental and socio-economic behavior. An extreme native vegetation fragmentation was the most important ecological consequence of this process. In term of social and economic aspects, changes in the agricultural profile lead to an urbanization and rural exodus, marginalizing small framers. The constructions of Canoas I and II dams resulted in losses of agricultural lands, which was associated with an urban sprawl and an area increase of native vegetation patches and proximity index, indicating that they became more connected. For the interviewed local people. The dams represent an opportunity for fish farm developing, since it arouses interest in the population as an economic activity. However, there are difficulties to be overcame to meet the expectation of the impounded waters use.

Keywords: Land Cover and Land Use Change (LCLUC); Landscape ecology; Geoprocessing; Remote sensing; Environment society relationship; Fish farm; Dam impacts

1 INTRODUÇÃO

Períodos de grandes transformações das condições de vida na Terra fazem parte da história do planeta e são registrados em uma escala de tempo geológico. Atualmente, o impacto acumulado da ação da civilização humana na modificação da biosfera, particularmente a partir de 1950 (MEA, 2005), tem sido tão intenso, que está gerando mudanças ambientais globais. Essas alterações são tão intensas em termos de magnitude, variedade e longevidade dos impactos quanto aquelas decorrentes de processos geológicos. Portanto, estamos entrando em uma nova era geológica, denominada de Antropoceno (STEFFEN et al. 2004; CORLETT, 2015; LEWIS; MASLIN, 2015).

Apesar de fazer parte da evolução da vida na Terra, as alterações ambientais de origem antropogênicas vêm acontecendo tão rapidamente e de forma tão profunda que estão resultando em perdas, muitas vezes irreversíveis, e transformações que podem comprometer substancialmente as funções ecossistêmicas e os bens e serviços ambientais (METZGER, 2006). O atual quadro mundial ambiental, social, e econômico, resulta não apenas do crescimento demográfico contínuo, econômico, agropecuário, industrial e da urbanização, mas está associado a modelos de consumo que aumentam a pressão sobre o ambiente (BALLESTER, 2013). Em 2014, a população humana atingiu o valor de sete bilhões de habitantes, os quais têm demandas crescentes por recursos como alimentos, água, energia, madeira e fibras (MEA, 2005; LEWIS; MASLIN, 2015), bem como por aqueles necessários para atender ao aumento do consumo de bens materiais, do uso de meios de transporte, meios de comunicação e de insumos agrícolas (ONAT; BAYAR, 2010; STEFFEN et al., 2011).

Projeta-se que em 2050, a população do planeta deverá atingir a marca de 9 bilhões habitantes (ONU, 2014), concentrados cada vez mais nos centros urbanos, emitindo maiores quantidades de gases de efeito estufa e utilizando mais terras e água. Se continuarmos com os padrões atuais de consumo, até esse ano, a demanda mundial por alimentos e energia quase duplicará (BEDDINGTON, 2010) e por água doce aumentará 55 % (OECD, 2012). As demandas por água doce são majoritariamente influenciadas pelo crescimento populacional, a urbanização, as políticas de segurança alimentar e energética, bem como pelos processos macroeconômicos como comércio internacional e as mudanças nos padrões de consumo.

Por exemplo, o aumento no consumo de carne, a construção de residências maiores e o uso crescente de veículos, eletrodomésticos e outros aparelhos que empregam energia, envolvem um maior consumo de água tanto na produção quanto no uso dos mesmos (UNESCO, 2015).

Portanto, nosso modo de vida tem impactos significativos nos sistemas aquáticos continentais, principalmente devido à necessidade de uso doméstico, industrial e agrícola dos recursos hídricos. Por ser naturalmente escassa e heterogeneamente distribuída, desde as mais antigas civilizações, a construção de canais, barragens, reservatórios e os desvios do fluxo natural dos corpos de água têm sido práticas amplamente adotadas para aumentar a eficiência de uso, resultando em grandes transformações desses ecossistemas.

Em termos de disponibilidade de recursos hídricos, o Brasil apresenta uma situação privilegiada no cenário global, já que abriga em seu território aproximadamente 12 % de toda água doce disponível na Terra. Mas, a distribuição espacial desse recurso é bastante desigual. Enquanto nas bacias próximas ao Oceano Atlântico têm apenas 2,7 % das fontes hídricas que precisam atender 45,5 % da população total do país, a região Norte, onde vivem apenas cerca de 5 % da população brasileira, concentra aproximadamente 81 % da disponibilidade hídrica (ANA, 2013, 2015).

Atualmente, a principal fonte de energia do Brasil vêm da geração hidroelétrica, a qual representa cerca de 67 % da potência instalada do país (ANEEL, 2014). As represas geradoras de energia podem ser divididas em dois tipos, de acumulação que possuem altas quedas d'água, originam reservatórios com grande quantidade de água, formando uma reserva para os períodos de estiagem e regulando a vazão do rio. O outro tipo, denominado fio d'água (ou *run-of-river*), fica próximo à superfície e utiliza turbinas que aproveitam a velocidade do rio para gerar energia, resultando em áreas de alagamento bem menores e, portanto, possuindo baixa capacidade de estoque de água para o controle dos níveis em períodos de estiagem e de chuva (ANEEL, 2008).

Dependendo do tamanho, da localização do empreendimento hidroelétrico e até mesmo das peculiaridades locais, o mesmo pode acarretar em diferentes tipos de impactos ambientais, sociais e econômicos, positivos e negativos de maior ou menor abrangência. Contudo, invariavelmente a chegada de uma barragem resultará em

modificações no ambiente e na população afetada (SPERLING, 2012). A definição de geração energética por hidroelétricas como uma fonte renovável e sustentável ainda não é consenso (FREY; LINKE, 2002). Vários estudos mostram que as principais alterações provocadas são a mudança do fluxo do rio que então passará a ter características de um lago, modificando a qualidade da água, o transporte de sedimentos, a biodiversidade, as emissões de gases de efeito estufa, bem como provocando a inundação de áreas marginais, a mudanças no uso e cobertura da terra e os conflitos sociais (ABRIL et al., 2005; BENCHIMOL; PERES, 2015; LIU et al., 2013; OUYANG et al., 2009, 2010; TEFERA; STERK, 2008; TUNDISI, 2007; ZHAO et al., 2012). Contudo, os reservatórios podem desempenhar relevante papel na gestão de recursos hídricos pela capacidade de estocar e atender a diversos usos da água (ANA, 2013, 2015; REBOUÇAS, 2006). Portanto, a geração de energia hidroelétrica também pode beneficiar as regiões adjacentes à represa, atendendo aos seus múltiplos usos, favorecendo o abastecimento de água, a irrigação, o turismo, a navegação, oportunizando lazer, empregos e também a produção de alimentos como o cultivo de peixes (TUNDISI, 2006; TUNDISI, 2007; SPERLING, 2012).

No mundo todo, a produção de pescado tem papel significativo na erradicação da fome, na promoção da saúde e na redução da pobreza, além de ser uma das *commodities* alimentares mais negociadas. O Brasil está entre os 15 maiores países produtores que juntos, são responsáveis por 92,7 % de toda a produção de peixes de cultivo (FAO, 2014). De acordo com o Sidonio et al. (2012) na publicação do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), o uso do sistema de produção intensiva, em tanques-rede, explorado nas águas públicas represadas tem se mostrado o caminho mais provável para a expansão da atividade no país. Essa também é uma atividade que gera dinâmicas espaciais com o uso do recurso hídrico e da biodiversidade, o incremento de um mercado de produção e consumo e oportunidade de trabalho e renda (SCHIRMER; CARDOSO, 2011). Portanto, para além do desenvolvimento econômico e do bem estar humano, estamos desafiados a compreender e assegurar que as mudanças ambientais geradas, principalmente por nossa crescente população e demanda por recursos, sejam compatíveis com a manutenção da vida e do funcionamento dos sistemas ambientais.

Quanto maior a consciência da importância e da vulnerabilidade dos bens e serviços ecossistêmicos, maior será a importância e a visibilidade da dinâmica entre o ambiente e ações humanas (BALLESTER et al., 2013). Neste contexto, o estudo da paisagem é necessário para que os processos ecológicos em diferentes escalas espaciais e temporais sejam analisados (TURNER, 1989), em conjunto a história de antropização do território, já que atualmente somos a maior força transformadora do planeta (CORLETT, 2015).

Neste estudo, o conhecimento das mudanças espaço-temporais no padrão do uso e da cobertura do solo forneceram informações para compreender e complementar a relação do homem com o ambiente, auxiliando o entendimento do impacto da construção de barragens na paisagem. Ainda, as intervenções sociais na busca da percepção das pessoas sobre o meio em que estão inseridas servem de auxílio para identificar como alterações humanas ao ambiente influenciam a vida, a gestão do ambiente e as questões legais da região (MOLINA; LUI; PIVA-SILVA, 2007).

Além disso, a produção de conhecimento específico e regional das transformações territoriais e sociais pode contribuir para uma gestão ambiental adequada, com vistas ao desenvolvimento local de forma equilibrada e mais duradora. Como ferramenta, o geoprocessamento, aqui definido como a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica (CÂMARA; DAVIS, 2004), torna-se indispensável, pois permite a análise periódica e geral de áreas, possibilitando em um curto espaço de tempo a obtenção de uma grande quantidade de informações, indispensáveis nos estudos e análises das variações ambientais da paisagem (CRÓSTA, 2002; NEWTON et al., 2009).

Entretanto, estudos que avaliem a dinâmica da cobertura e uso do solo nas áreas que margeiam reservatórios tipo 'fio d'água' são escassos e ainda mais exíguos são aqueles que observam esses empreendimentos do ponto de vista de uma possível oportunidade de desenvolvimento de atividade econômica como a piscicultura. Sendo assim, o objetivo central do trabalho é analisar a influência das Usinas Hidrelétricas Canoas I e II nos municípios do seu entorno a partir de características da paisagem, socioeconômicas e do desenvolvimento das atividades de piscicultura local. Para tal, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar alterações temporais na paisagem, na mudança do uso e cobertura do solo dos municípios que margeiam a UHE Canoas I e II;
- Verificar o desenvolvimento do perfil socioeconômico da população dos municípios da área de estudo, dos piscicultores e envolvidos diretamente com a atividade;
- Avaliar o papel da atividade e o crescimento do mercado e da cadeia produtiva do pescado na área de estudo e;
- Traçar um panorama geral das dinâmicas locais pesquisadas e suas relações com o barramento do rio Paranapanema através da UHE Canoas I e II.

Como forma de organizar a apresentação dos assuntos, esta Dissertação está dividida em capítulos, sendo este primeiro uma introdução geral que permeia de forma sucinta todos os elementos apresentados no trabalho, já o segundo e o terceiro capítulo são artigos que descrevem a metodologia da pesquisa e os resultados encontrados nas análises da chegada das barragens e as mudanças do uso e cobertura do solo e do desenvolvimento da piscicultura, respectivamente.

1.1 Histórico da região de estudo

Em 1986, foi criada uma comissão para mapear o território paulista com vistas à expansão da cafeicultura pelo interior, o que exigia conhecimento da topografia, clima, curso dos rios e qualidade dos solos. A jornada iniciou justamente pelo Paranapanema, que foi percorrido por quase toda sua extensão e gerou, três anos depois, documentos que até hoje impressionam pela exatidão. O levantamento físico da região, finalizado em 1918, teve como principal conclusão que a extensão das vias férreas seria o melhor projeto para a colonização da área. Justamente foi ela que levou os imigrantes, os “braços para tirar o sustento da terra” que inicialmente vinham de Minas Gerais e do Nordeste (ZOCCHI, 2002).

À medida que as estradas de ferro se estendiam, a frente pioneira acompanhava e povoava rapidamente as margens do rio e assim foram surgindo várias cidades e vilas. Nas primeiras décadas do século XX, uma nova paisagem foi se estabelecendo, com a retirada da mata e a ampliação dos cafezais. No Paraná, a expansão cafeeira iniciou em 1904, com a fundação do município de Cambará as fazendas tradicionais paulistas foram se instalando nas terras roxas da margem

esquerda do rio Paranapanema (BRAY, 1987). Mas diferentemente do estado de São Paulo, a ocupação dessas terras foi conduzida de forma ordenada pela empresa britânica Paraná Plantation Ltda., atualmente “Companhia de Terras Norte do Paraná”, que junto com grandes fazendeiros do sul do Paranapanema, compraram extensas áreas de mata no triângulo entre os rios Paranapanema, Paraná e Ivaí. Assim, em 1929 o povoamento da região acontecia de acordo com as diretrizes estabelecidas.

As cidades destinadas a se tornarem núcleos econômicos de maior importância seriam demarcadas de cem em cem quilômetros, aproximadamente. Entre estas, distanciados de 10 a 15 quilômetros um do outro, seriam fundados os patrimônios, centros comerciais e abastecedores intermediários. Tanto nas cidades como nos patrimônios a área urbana apresentaria uma divisão em datas residenciais e comerciais. Ao redor das áreas urbanas se situariam cinturões verdes, isto é, uma faixa dividida em chácaras que pudessem servir para a produção de gêneros alimentícios de consumo local, como aves, ovos, frutas, hortaliças e legumes (PASSOS; SANT’ANA; BUENO, 2012, p. 187).

A chegada da estrada de ferro, ligando as colônias com a ferrovia da cidade de São Paulo, trouxe para a região do Paranapanema os estrangeiros: Italianos, alemães e japoneses (ZOCCHI, 2002). Apesar de terem sido os cafezais que iniciaram a organização agrária e a exploração de terras do vale do Paranapanema, havia também a criação de animais e a plantação de algodão, trigo, milho, batata, etc. para uso familiar (BRAY, 1987; ZOCCHI, 2002). A ideia do crescimento ordenado da Cia. Norte do Paraná contemplava também o planejamento do desenvolvimento econômico, já que inicialmente o café produzido ali não seria comercializado diretamente nas cidades maiores e sim pelos pequenos maquinistas para estabelecer uma rede de interesses, de comércio e distribuição do dinheiro local favorecendo o progresso do território e da região (PASSOS; SANT’ANA; BUENO, 2012).

A chegada de rodovias e a facilidade de escoar a produção para São Paulo fez a colônia prosperar e então, a partir de 1950 iniciou a mecanização e a ampliação das lavouras (ZOCCHI, 2002). Em 1969, o Paraná produzia cerca de 58 % do café do Brasil, sendo que o norte do estado participava com 85 % da área de cultivo, mas a

grande geada 1975 afetou bastante essa produção da região do Paranapanema. Com a crise do café, a mecanização das lavouras e o Programa Brasileiro para a Produção de Álcool/PROALCOOL gradativamente, as culturas foram sendo substituídas principalmente por soja, trigo e cana-de-açúcar. Esse processo teve repercussão na população, uma vez que diminuiu a demanda pela mão de obra e as pessoas começaram a se deslocar para os centros urbanos provocando o esvaziamento do campo. Além disso, toda essa rápida transformação do território no período de colonização, em mais ou menos meio século, gerou grandes mudanças na organização espacial da região (PASSOS; SANT'ANA; BUENO, 2012).

Paralelamente, os estudos para a construção de uma hidroelétrica no trecho do rio Paranapanema entre as Usinas de Salto Grande e Capivara iniciaram na década de 60. Naquele momento as empresas responsáveis pelo projeto previam a construção de um único barramento chamado Canoas-Alta (ou Quebra-Canoas), com a formação de um reservatório que alagaria uma área de aproximadamente 92 km² na divisa dos estados de Paraná e São Paulo. As manifestações populares, reivindicações políticas e o momento do país de preocupação com as questões ambientais conseguiram impedir as obras do empreendimento originalmente proposto, tendo como principal motivo a previsão de extensas áreas férteis alagadas (VIEIRA, 2007). Então, novos estudos foram contratados para reformular o projeto que posteriormente foi aprovado como complexo Canoas, com as duas Usinas Canoas I e II e a diminuição de aproximadamente 40% de área alagada do projeto inicial com o mesmo potencial de geração, 82,5 MW e 72,0 MW (CESP, 1990)

Mesmo assim, ainda seguiram muitas reivindicações locais contra a construção dos empreendimentos. O trabalho de “convencimento” dos governantes e da população pela CESP (Companhia Energética de São Paulo S.A.), empresa que até meados da década de 90 era responsável pelos serviços de geração e distribuição de energia elétrica, ocorreu pela realização de diversas reuniões relatando a situação que o país se encontrava e a necessidade de aumentar a geração de energia elétrica, bem como com as promessas de indenização e obras de compensação. Além das medidas de minimização dos impactos definidas no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), foi assinada uma carta de intenções pela CESP e os prefeitos dos municípios da área de influência das represas prevendo várias obras compensatórias nas áreas de educação, saúde, irrigação e transporte.

As obras do complexo Canoas iniciaram em 1990 junto com uma expectativa de que trariam condições para o desenvolvimento da região capaz de suportar a situação da agroindustrialização. Constatando, portanto, que a estrutura socioeconômica e de uso da terra está sustentada desde o princípio na agricultura e as mais importantes interferências da chegada das barragens nessa paisagem estarão também relacionada à atividade (VIEIRA, 2007).

Referências

ABRIL, G.; GUÉRIN, F.; RICHARD, S.; DELMAS, R.; GALY-LACAUX, C.; GOSSE, P.; TREMBLAY, A.; VARFALVY, L.; DOS SANTOS, M.A.; MATVIENKO, B. Carbon dioxide and methane emissions and the carbon budget of a 10-year old tropical reservoir (Petit Saut, French Guiana). **Global Biogeochemical Cycles**, New Jersey, v. 19, p. 1-16, Oct. 2005.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013**. Brasília: ANA, 2013. 432p.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2014**. Brasília: ANA, 2015. 107p.

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3.ed. Brasília : Aneel, 2008. 236p.

ANEEL. **Relatório ANEEL 2013**. Brasília: Aneel, 2014. 80p.

BALLESTER, M.V.R.; KRUSCHE, A.V.; VICTORIA, R.; RICHEY, J.E.; DEEGAN, L.; NEIL, C. In: International Atomic Energy Agency (Org). **Application of isotope techniques for assessing nutrient dynamics in rivers basins**. Viena: IAEA, v.1, 2013. p. 173–186.

BEDDINGTON, J. Food security: contributions from Science to a new and greener revolution. **Philosophical Transactions of Royal Society B**, London, v. 365, n. 1537, p. 61-71, Jan. 2010.

BENCHIMOL, M.; PERES, C.A. Widespread Forest Vertebrate Extinctions Induced by a Mega Hydroelectric Dam in Lowland Amazonia. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 10, n. 7, p. 1-15, Jul. 2015.

BRAY, S.C. Os primeiros povoadores e a posse da terra no vale Paranapanema. **Boletim de Geografia**, Maringá, v.5, n.1, p. 05-24, 1987

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.G.; MEDEIROS, J.S. (Ed.). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE (on-line), 2004. cap. 1, p. 1-5. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2014.

CESP. **Aproveitamento Hidroelétrico do rio Paranapanema - Complexo Canoas: Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Usinas: Canoas I - Canoas II**. São Paulo: SEE, 1990.66p.

CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. ed. rev. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 2002. 170p.

CORLETT, R.T. The Anthropocene concept in ecology and conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, Oxford, v. 30, issue 1, p. 36-41, Jan. 2015.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture: Opportunities and challenges**. Rome: FAO, 2014. 223p.

FREY, G.W.; LINKE, D.M. Hydropower as a renewable and sustainable energy resource meeting global energy challenges in a reasonable way. **Energy Policy**, London, v. 30, issue 14, p. 1261-1265, Nov. 2002.

LEWIS, S.L.; MASLIN, M.A. Defining the Anthropocene. **Nature**, London, v. 519, n. 7542, p. 171-180, Mar. 2015.

LIU, S.; ZHAO, Q.; WEN, M.; DENG, L.; DONG, S.; WANG, C. Assessing the impact of hydroelectric project construction on the ecological integrity of the Nuozhadu Nature Reserve, southwest China. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, Heidelberg, v. 27, n. 7, p. 1709-1718, Mar. 2013.

MEA. **Ecosystems and human well-being: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005. 137p.

METZGER, M.J. The vulnerability of ecosystem services to land use change. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 114, n. 1, p. 69-85, May. 2006.

MOLINA, S.M.G.; LUI, G.H; PIVA-SILVA, M.A Ecologia Humana como referencial teórico e metodológico para a Gestão Ambiental. **Olam Ciência & Tecnologia**, Rio Claro, v. 7, n. 2, p. 19-40, 2007.

NEWTON, A.C.; HILL, R.A.; ECHEVERRÍA, C.; GOLICHER, D.; BENAYAS, J.M.R.; CAYUELA, L.; HINSLEY, S.A. Remote sensing and the future of landscape ecology. **Progress in Physical Geography**, London, v. 33, n. 4, p. 528-546, 2009.

OECD. **Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction**. OECD Publishing., 2012. 350p.

ONAT, N.; BAYAR, H. The sustainability indicators of power production systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 14, n. 9, p. 3108-3115, Dec. 2010.

UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World**. Paris: UNESCO. 122p.

ONU. **World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables**. New York: United Nations, 2015. 59p.

OUYANG, W.; SKIDMORE, A.K.; HAO, F.; TOXOPEUS, A.G.; ABKAR, A. Accumulated effects on landscape pattern by hydroelectric cascade exploitation in the Yellow River basin from 1977 to 2006. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 93, n. 3/4, p. 163-171, Dec. 2009.

OUYANG, W.; HAO, F.; ZHAO, C.; LIN, C. Vegetation response to 30 years hydropower cascade exploitation in upper stream of Yellow River. **Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation**, Amsterdam, v. 15, n. 7, p. 1928-1941, Jul 2010.

PASSOS, M.; SANT'ANA, L.; BUENO, M. O Norte do Paraná: do café à cana do açúcar. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, Porto, n. 1, p. 181-206, jun. 2012.

REBOUÇAS, A.C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Org.). **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. 3.ed. São Paulo: Escrituras editora, 2006. cap 1., p. 1 – 35.

SCHIRMER, G.J.; CARDOSO, E.S. A piscicultura na dinâmica socioeconômica do município de Agudo-RS. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, n. 36, p. 23-28, mai. 2011.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; JÚNIOR, A.J.A.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial: Agroindústria**, Rio de Janeiro, v. 35, p. 421 – 463, mar. 2012.

SPERLING, E. von. Hydropower in Brazil: overview of positive and negative environmental aspects. **Energy Procedia**, Amsterdam, v. 18, p. 110-118, 2012.

STEFFEN, W.; SANDERSON, R.A.; TYSON, P.D.; JAGER, J.; MATSON, P.A.; MOORE III, B.; OLDFIELD, F.; RICHRADSON, K.; SCHELLNHUBER, H.J.; TURNER, B.L.; WASSON, R.J. **Global change and the earth system: A planet under pressure**. Global Change – The IGBP Series. 1.ed. Berlin: Springer, 2004. 336p.

STEFFEN, W.; PERSSON, A.; DEUTSCH, L.; ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; RICHRADSON, K.; CRUMLEY, C.; FOLKE, C.; GORDON, L.; MOLINA, M.; RAMANATHAN, V.; ROCKSTROM, J.; SCHEFFER, M.; SCHELLNHUBER, H.J.; SVEDIN, U. The Anthropocene: from global change to planetary stewardship. **AMBIO**, Dordrecht, v. 40, n. 7, p. 739-761, Oct. 2011.

TEFERA, B.; STERK, G. Hydropower-induced land use change in Fincha'a Watershed, Western Ethiopia: analysis and impacts. **Mountain Research and Development**, Bern, v. 28, n. 1, p. 71-80, Feb. 2008.

TUNDISI, J.G. **Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios – estudos de caso e perspectivas**. In: NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Org.). Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas de cascatas. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2006. cap. 1, p. 1-22.

_____. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 109-117, 2007.

TURNER, M.G. Landscape ecology: The effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, CA, v. 20, p. 171-197, 1989.

VIEIRA, S.D. **As centrais hidrelétricas de Canoas I e II no médio vale Paranapanema: história e impactos sócios-econômicos**. 2007. 325 p. Dissertação (Mestrado em História) - Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual Paulista, 2007.

ZHAO, Q.; LIU, S.; DENG, L.; DONG, S.; CONG; WANG; YANG, Z.; YANG, J. Landscape change and hydrologic alteration associated with dam construction. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, Amsterdam, v. 16, p. 17-16, Jun. 2012.

ZOCCHI, P. **Rio Paranapanema: da nascente à foz**. São Paulo: Horizonte Geográfico, 2002. 130p.

2 AS MUDANÇAS NA PAISAGEM NA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DAS REPRESAS CANOAS I E II, NO MÉDIO PARANAPANEMA DIVISA DOS ESTADOS DO PARANÁ E SÃO PAULO

Resumo

A paisagem como categoria espacial de análise possibilita a compreensão da dinâmica temporal das mudanças no uso e ocupação do solo e suas relações com os impactos das atividades humanas. O rio Paranapanema teve suas características alteradas pela construção de sucessivos barramentos ao longo do seu curso. Esses empreendimentos também são potenciais modificadores das áreas do entorno, assim como podem afetar a população e a biodiversidade. O objetivo desse estudo foi caracterizar as mudanças temporais no uso e cobertura do solo dos municípios que margeiam os reservatórios de Canoas I e II e traçar um panorama geral das dinâmicas locais identificadas, relacionando com o alagamento das terras. Utilizando o processamento digital de imagens de satélite LANDSAT 5 e 8 multitemporais como ferramenta para classificar e detectar as mudanças ocorridas, foram construídos os mapas temáticos de uso e cobertura de 1991 a 2014 e aplicadas métricas da paisagem para avaliar essa evolução espaço-temporal. Os resultados mostram que toda a região está sob forte influência das atividades agropastoris que geram a extrema fragmentação da vegetação nativa remanescente. A construção das usinas trouxe mudanças na composição da paisagem com a perda do território submerso, principalmente de terras agrícolas e coincidiu com o aumento das áreas de urbanização. Contudo, nos anos seguintes, foi possível observar por toda a região de estudo um aumento da área dos fragmentos da cobertura vegetal nativa e um melhora no índice de proximidade, indicando maior conexão entre as manchas. O conhecimento gerado no estudo da ecologia da paisagem regional pode auxiliar o planejamento e a gestão do uso e ocupação dos solos com vistas à conservação dos ecossistemas, em equilíbrio com as necessidades humanas de utilização dos recursos naturais.

Palavras-Chave: Dinâmica da paisagem; Métricas da paisagem; Barragem fio d'água; Geoprocessamento; Mudanças no Uso e na Cobertura da Terra; Mapa de uso e ocupação

Abstract

As a spatial category of analysis the landscape enables temporal dynamic comprehension of land use and cover and the relationship with human activities impacts. Due to the construction of a series of successive impoundments in its course the Paranapanema River had its in channel biophysical characteristics modified. These enterprises also are potential modifiers for the surrounding areas, as well as can affect human residents and natural biodiversity. The objective of this study was characterizing temporal land use and cover changes at the bordering counties of Canoas I and II reservoirs and delineate a general overview of identified dynamics related to land flooding. Land use and cover thematic maps from 1991 to 2014 were derived from the digital processing of multi-temporal Landsat 5 and 8 satellites. These maps were then use to derive and analyze land use and landscape metrics spatial and temporal evolution. Our results show that all regions is under a strong influence of agricultural and cattle ranging activities that in turn lead to an

extreme fragmentation of remnant vegetation. Power plants construction brought changes in landscape composition, with losses of submerged territory, mainly agricultural lands, and concomitant urban sprawl. However, during the following years, we observed in the entire study region an increase in natural vegetation patches size and an improvement in the proximity index, indicating a connectivity increase among them. The generated knowledge in the study of regional landscape ecology can support land use and occupation planning and management aiming at ecosystem conservation in equilibrium with human needs for natural resources use.

Keywords: Landscape dynamics; Landscape metrics; Run-of-river dam; Geoprocessing; Land use and land cover change; Use and occupation map

2.1 Introdução

Ao longo do Rio Paranapanema, no percurso de quase 1000 km da Serra de Paranapiacaba - no sul do estado de São Paulo fazendo divisa com o estado do Paraná - até a sua foz no Rio Paraná, estão instaladas 11 usinas hidroelétricas. Três delas possuem grandes reservatórios e as demais chamadas fio d'água, têm menor acúmulo. A construção dessas represas trouxe uma série de mudanças na paisagem da nascente à foz do Rio Paranapanema. A alteração do regime hídrico resultou em um o ambiente do entorno do corpo d'água agora com sucessivos lagos, os quais geraram benefícios para a população, trazendo energia elétrica e possibilidade de múltiplos usos dessas águas (ZOCCHI, 2002).

Quando comparada a pressão de alteração do ambiente, represas com características de fio d'água têm impacto local limitado. Mas a paisagem, mesmo que em outra escala espaço-temporal, tem as suas dinâmicas ambiental e social alteradas (EGRÉ; MILEWSKI, 2002). A represa passa a constituir uma barreira para a vazão do rio, sedimentos, fauna e flora, modificando a conectividade entre os diversos ecossistemas e alterando o uso do solo das áreas próximas com novas zonas húmidas (STEFFEN et al., 2004). Simultaneamente, será fonte de energia, podendo gerar emprego e outras atividades de lazer e turismo no seu entorno (TUNDISI, 2007; SPERLING, 2012).

Na construção de uma hidrelétrica existe a estimativa (ou a promessa) de gerar centenas de empregos. Além disso, há uma tendência de desenvolvimento das regiões próximas tanto pela disponibilidade de energia, pelos atrativos do ambiente criado pelo reservatório, mas também pelas obras de compensação ambiental de

infraestrutura nas áreas de urbanização próximas (VIEIRA, 2007). Todas essas dinâmicas espaciais envolvidas ou desencadeadas pela chegada do barramento podem influenciar, direta ou indiretamente, o uso e cobertura da terra que terá sua estrutura e padrão alterado pelas diversas novas condições ambientais e sociais estabelecidas (ANDRADE et al., 2015).

A cobertura do solo compreende os atributos biofísicos da superfície da Terra (vegetação, água e outros materiais), que podem ser completamente modificados depois de um alagamento ou desmatamento, por exemplo. O uso da terra indica o propósito humano relacionado ao tipo de cobertura, por exemplo, a alteração no sistema de cultivo agrícola (LESSCHEN; VERBURG; STAAL, 2005). O desmatamento e a conversão da cobertura vegetal por ações antrópicas (alagamento, práticas agrícolas, pecuária, urbanização, etc..) implicam em perda de solo por erosão, poluição hídrica, alterações no clima, nos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos, conversão de habitats contínuos em áreas fragmentadas e sem conectividade. Estes, por sua vez, têm impactos negativos na dispersão de sementes e polinização, bem como acarretam a perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos (BALLESTER et al., 2003; CLERMONT et al., 2015; DALE et al., 2005; FOLEY, 2005; LAMBIN; GEIST; LEPERS, 2003; METZGER, 2006; STEFFEN et al., 2004).

Para entender os efeitos das atividades humanas na dinâmica espaço-temporal dos ecossistemas (TURNER, 2005), nesta pesquisa foram utilizados os instrumentos quantitativos e conceituais da ecologia da paisagem, para caracterizar a influência de ações humanas nos processos ecológicos. Essas ferramentas e métodos possibilitam a gestão em grande escala dos recursos naturais, o planejamento ambiental e do uso do solo. Considerando uma abordagem ecológica, a paisagem pode ser definida como um espaço heterogêneo (de relevos, tipos de vegetação e formas de ocupação) composto por unidades interativas (ecossistemas). Esta heterogeneidade ocorre para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala (METZGER, 2001). Portanto, conhecer as mudanças ao longo do tempo e do espaço da cobertura e uso da terra e da configuração da paisagem possibilita compreender a dinâmica de ocupação do local e os impactos inerentes às ações humanas (SAWAKUCHI, 2010).

Existe na paisagem uma ligação direta entre os padrões estruturais e as funções ecológicas. Para quantificar essa heterogeneidade no tempo e no espaço utilizam-se índices ou métricas que auxiliam a descrever, quantificar e representar a variabilidade da composição do ambiente. Assim é possível determinar a composição (que elementos e quando estão presentes) como, por exemplo, o número e a quantidade de diferentes tipos de classes de uso e cobertura, bem como a sua configuração, ou seja, como esses elementos estão dispostos espacialmente (GUSTAFSON, 1998; TURNER, 2005).

O desenvolvimento das tecnologias de sensoriamento remoto, com a coleta automática de dados para levantamento e monitoração da Terra em escala global e periódica, contribuiu com observações mais acuradas dos recursos naturais, o acompanhamento dos fenômenos dinâmicos e das mudanças de feições (MENESES, 2012), abrindo novas possibilidades aos estudos da paisagem. A partir do melhoramento dos satélites meteorológicos, um importante marco no avanço do sensoriamento remoto foram as missões da Agência Espacial Americana (NASA) com os satélites *Landsat*, com o primeiro lançamento em 1972 (LOVELAND; DWYER, 2012). Desde então, as melhorias nos recursos de observação remota da Terra e dos programas nacionais e internacionais desenvolvidos, como por exemplo, o Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite (Projeto PRODES) e o monitoramento das mudanças na cobertura e uso da terra (Land Cover and Land Use Change - LCLUC), respectivamente, vêm contribuindo e embasando a compreensão das interações humanas com o ambiente (JUSTICE; GUTMAN; VADREVU, 2015).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a dinâmica espaço-temporal de uso e cobertura do solo na região de influência direta e indireta das usinas hidroelétricas Canoas I e II, a fim de observar o padrão da paisagem antes e depois da chegada dos empreendimentos e perceber a influência antrópica neste ambiente. Essas barragens características de fio d'água, geralmente consideradas de baixo impacto ambiental e social, por apresentarem pequena capacidade de retenção de água e gerarem menor extensão de área alagada, são, de qualquer forma, agentes de mudança do padrão da estrutura da paisagem. Sabendo ainda que são escassas as pesquisas de dinâmica da cobertura e uso do solo de reservatórios fio d'água e que a demanda por energia, alimento e água para atender a população é crescente,

compreender os diferentes tipos de benefícios e impactos envolvidos nesses sistemas pode auxiliar na gestão local e em perspectivas de maior escala dos efeitos cumulativos desses empreendimentos, subsidiando a comparação dos serviços que presta com outros equivalentes prestados à sociedade

2.2 Materiais e métodos

2.2.1 Área de estudo

O território da pesquisa situa-se na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema às margens do rio Paranapanema afluente do rio Paraná, que faz divisa dos estados de São Paulo e Paraná. A região de estudo foi determinada em função das áreas de influência direta e indireta das represas Canoas I e II, que são formadas pelos municípios do entorno.

A UHE Canoas I está construída entre as cidades de Cândido Mota (SP) e Itambaracá (PR) e Canoas II faz divida de Palmital (SP) e Andirá (PR), junto com os outros municípios (Figura 2.1) Ibirarema e Salto Grande no estado de São Paulo e Cambará no estado do Paraná, compõem a área total de estudo, com aproximadamente 2.369 km².

Figura 2.1 – Mapa de localização da área de estudo, municípios da área de influência das Usinas Hidroelétricas Canoas I e II no rio Paranapanema, sistema UTM, Zona 22 Sul, datum SAD69, base de mapas do IBGE

As represas tiveram as obras de construção iniciadas em 1990 e entraram em operação em 1999 inundando cerca de 3.520 hectares de terras com a formação de lagos de 30,85 km² em Canoas I e 22,5 km² em Canoas II. Os reservatórios formados são classificados como fio d'água (sem capacidade de retenção), com profundidade moderada e baixo tempo de residência da água de alguns dias ou poucas semanas (DUKE, 2008). Portanto, apresentam áreas de alagamento bem menores comparados às represas de regularização e armazenamento. A represa de Salto Grande (Figura 2.1) não foi considerada na análise da dinâmica da paisagem, uma vez que sua inauguração é datada de 1958, portanto, fora da escala temporal desta pesquisa.

De acordo com a classificação de Köppen a região de estudo é uma zona de transição climática, com os municípios paulistas apresentando um clima do tipo Am e Aw com o inverno seco, chuvas de verão e temperatura média no mês mais frio acima de 18°C (CPAGRI-UNICAMP, 2014), enquanto nos paranaenses o tipo é Cfa, sem estação seca definida, verão quente e temperatura média do mês mais frio entre 18°C e -3°C (IAPAR, 2014).

De acordo com a classificação do IBGE (1992), originalmente a maior parte da área de estudo era coberta por vegetação caracterizada como Floresta estacional semidecidual e uma pequena área, ao norte dos municípios de São Paulo, com fitofisionomia do tipo Savana/Cerrado. No entanto, conforme os mapeamentos da vegetação natural remanescente do estado de São Paulo já não existem mais fragmentos característicos de savana nessa região (Instituto Florestal, 2009). O solo predominantemente no estado de São Paulo é do tipo Latossolo vermelho e no Paraná o Nitossolo vermelho, anteriormente denominado de Terra roxa estruturada, que juntamente com as características de fertilidade e topografia conferem à região boa aptidão agrícola, praticamente sem limitações ou restrições. O que em parte explica o atual perfil da região amplamente antropizado pelas práticas agrícolas (EMBRAPA, 2006; IBGE, 2002).

2.2.2 Processamento e análise das imagens de satélites

O mapeamento do uso e cobertura do solo foi realizado em um intervalo de tempo delimitado considerando o período anterior à construção das barragens Canoas I e II até recentemente, possibilitando a observação da evolução espaço-temporal do uso

e da cobertura do solo e das possíveis influências e alterações ocorridas com a chegada dos empreendimentos hidroelétricos. O período de abrangência do mapeamento do território totalizou 23 anos com intervalos entre quatro ou cinco anos.

As imagens de satélites utilizadas na pesquisa (Tabela 2.1) possuem média resolução espacial (30 metros) e foram escolhidas em função da disponibilidade de cenas para os anos de interesse, da menor cobertura de nuvens, da proximidade temporal de registro das duas órbitas utilizadas e da semelhança na resolução espectral e espacial dos satélites e sensores. Os mapas temáticos foram derivados pelo processamento digital do conjunto de cenas adquiridas nos bancos de imagens gratuitos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2013) e do *United States Geological Survey* (USGS, 2014) dos satélites Landsat 5 – sensor *Thematic Mapper* (TM) e Landsat 8 – sensor *Operational Land Imager* (OLI). As bandas espectrais utilizadas foram 3,4,5 e 4,5,6, respectivamente.

Os procedimentos de Processamento Digital de Imagem (PDI), as correções e os procedimentos de classificação foram realizados utilizando as ferramentas dos programas ArcGIS 9.3.1 e ERDAS-IMAGINE 9.1.

Tabela 2.1 – Relação das imagens de satélites e respectivas características, utilizadas no mapeamento de uso e cobertura do solo da área de influência dos barramentos Canoas I e II no rio Paranapanema entre 1991 e 2014

Data de aquisição	Satélite/Sensor	Órbita	Ponto	Resolução (metros)	Fonte
17/07/91	Landsat 5/TM	221	76	30	INPE
21/05/91		222			
10/06/95	Landsat 5/TM	221	76	30	INPE
30/04/95		222			
23/06/00	Landsat 5/TM	221	76	30	INPE
14/06/00		222			
04/05/05	Landsat 5/TM	221	76	30	INPE
11/05/05		222			
02/05/10	Landsat 5/TM	221	76	30	INPE
07/04/10		222			
01/08/14	Landsat 8/OLI	221	76	30	USGS
24/08/14		222			

Para aumentar o contraste de cores e aprimorar a identificação dos alvos na imagem, o histograma de cada cena foi equalizado (CRÓSTA, 2002). A seguir, foi realizado o registro e correção geométrica de cada imagem utilizando um modelo de

transformação polinomial de terceira ordem e com o total *RMS error* (Root Mean Square – erro médio quadrático) de no máximo 0,5. Como referência para esse processo foram utilizadas cenas ortorretificadas do satélite Landsat 7, órbitas 221-76 e 222-76 dos anos 2002 e 2001 respectivamente, obtidas a partir do banco de imagens do programa *Global Land Cover Facility.- Earth Science Data Interface* (NASA, 2001, 2002). Todas as cenas foram projetadas no sistema Universal Transverso de Mercator (UTM), Zona 22 Sul, *datum* Sirgas 2000. Finalmente, as cenas foram agrupadas com ajuste de histograma, formado os mosaicos da área de estudo, para cada ano analisado.

A classificação digital do uso e cobertura do solo foi desenvolvida a partir do método supervisionado com a aplicação do algoritmo de máxima verossimilhança. A utilização desse método é condicionada à interpretação visual para identificação das áreas de treinamento que representem as classes de uso e cobertura criadas, isto é, os conjuntos de amostras de pixels delimitados tem faixa de valores de reflectância que serão interpretados como um tipo de cobertura da superfície terrestre imageada (CRÓSTA, 2002). A correspondência das amostras e definição de classes foi feita adotando-se um conjunto de no mínimo 20 amostras de 40 pixels cada uma (QUARTAROLLI; BATISTELLA, 2006). As classes adotadas foram: vegetação (áreas de remanescentes de floresta estacional semidecidual e cerrado), água (corpos hídricos e áreas alagadas), agropastoril (áreas de pastagem, solo exposto, em manejo e os diversos cultivos agrícolas) e urbanização (municípios e regiões urbanizadas). Para aumentar a acurácia do método de classificação, as áreas de urbanização foram identificadas visualmente e tiveram seu perímetro delimitado manualmente. A correção matricial é um dos métodos descritos para as boas práticas do mapeamento do uso e cobertura (OLOFSSON et al., 2014), muito útil para refinar a classificação e melhorar a acurácia do resultado. Passaram pelo processo de reclassificação os mosaicos da série temporal completa, o que auxiliou principalmente na melhor definição dos limites das classes de água e vegetação remanescente.

A acurácia e a validação da classificação digital das imagens foram obtidas a partir da geração da matriz de erros e do índice de *Kappa*. Apesar de apresentarem algumas limitações, esses são os métodos mais comuns para expressar a exatidão do mapeamento de uso e cobertura a partir de imagem de sensoriamento remoto

(COMBER et al., 2012; OLOFSSON et al., 2014). A avaliação do resultado de Kappa quanto ao nível de concordância da classificação seguiu o intervalo de referência mostrado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Valores do Índice de Kappa e os correspondentes conceitos de qualidade da classificação

Índice de Kappa	Força de concordância
< 0,0	Fraca
0,0 – 0,2	Leve
0,21 – 0,4	Razoável
0,41 – 0,6	Moderada
0,61 – 0,8	Boa
0,81 – 1,0	Muito boa

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977) e Fonseca (2000).

Os pontos de referência foram obtidos em campo com o auxílio de um receptor móvel de GPS (*Global Positioning System*) e também marcados aleatoriamente nas imagens do satélite *RapidEye* (MMA, 2014), cuja resolução espacial de 5 metros possibilita a identificação precisa dos alvos (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 – Relação e características das imagens do satélite *RapidEye* utilizadas no processo de validação terrestre da classificação supervisionada da área de influência dos barramentos Canoas I e II no rio Paranapanema entre 1991 e 2014

Data de aquisição	Satélite	Title ID	Municípios abrangidos	Fonte
16/12/2013	RapidEye	2228418	Andirá e Cambará	MMA
16/12/2013	RapidEye	2228517	Cândido Mota, Palmital, Itambaracá e Andirá	MMA
16/12/2013	RapidEye	2228518	Palmital, Ibirarema, Andirá e Cambará	MMA
16/12/2013	RapidEye	2228519	Ibirarema, Salto Grande e Cambará	MMA
17/12/2013	RapidEye	2228617	Cândido Mota	MMA
16/12/2013	RapidEye	2228618	Cândido Mota, Palmital e Ibirarema	MMA

A análise temporal dos mapas de cobertura e uso do solo foi complementada com os dados dos censos de agropecuários e da população obtidos junto ao Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) no Sistema IBGE de Recuperação Automática - Sidra (<http://www.sidra.ibge.gov.br>).

2.2.3 Composição e configuração da paisagem

A estrutura e os padrões espaciais dos mapas de uso e cobertura foram analisados por meio das métricas da paisagem calculadas no programa de livre acesso *Fragstats v.4.2* (McGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012). Estes índices auxiliam na identificação das mudanças de composição e configuração da paisagem ao longo do tempo e no entendimento dos processos ecológicos (McGARIGAL, 2015; TURNER, 1989; 1990). Para a seleção das métricas foi aplicado o teste de correlação de *Person*, a fim de verificar aquelas com maior grau de distinção e evitar a redundância nas informações. (O'NEILL et al., 1988). Inicialmente foram calculadas 26 índices da paisagem (Apêndice A) para o grupo das classes, fragmentos e áreas centrais. Dessas, foram selecionadas aquelas (Tabela 2.4) com maior grau de independência e de maior importância de acordo com os objetivos do estudo, abrangendo expressões de área, densidade, forma e proximidade.

Tabela 2.4 – Métricas da paisagem usadas na análise espaço-temporal de uso e cobertura do solo, da área de influência das represas Canoas I e II no rio Paranapanema entre 1991 e 2014 (continua)

Métrica	Descrição	Fórmula	Unidade
Área total da classe (ATC)	Área de cada classe que compõe a paisagem. Soma de todos os fragmentos que arranjam a classe.	$ATC = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{100} \right)$ $a_{ij} = \text{área (m}^2\text{) do fragmento } ij \text{ (km}^2\text{)}$	Km ²
Porcentagem da paisagem (PP)	Proporção de ocupação da classe na paisagem. Somatório da área de todos os fragmentos que arranjam a classe dividida pela área total da paisagem e convertido para porcentagem.	$PP = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$ $a_{ij} = \text{área (m}^2\text{) do fragmento } ij$ $A = \text{área total da paisagem (m}^2\text{)}$	%
Área média dos fragmentos (AMF)	Soma da área dos fragmentos que compõe determinada classe dividido pelo número de fragmentos dessa mesma classe. Tamanho médio dos fragmentos da classe.	$AMF = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n_i}$ $x_{ij} = \text{área dos fragmentos } ij \text{ (ha)}$ $n_i = \text{nº de fragmentos da classe } i$	ha

Tabela 2.4 – Métricas da paisagem usadas na análise espaço-temporal de uso e cobertura do solo, da área de influência das represas Canoas I e II no rio Paranapanema entre 1991 e 2014 (conclusão)

Métrica	Descrição	Fórmula	Unidade
Densidade de fragmentos (DF)	Quantifica o número total de fragmentos que compõem a classe e divide pela área total da paisagem.	$DF = \frac{n_i}{A} (10000)(100)$ n_i = número de fragmentos da classe i A = área total da paisagem (m ²)	Nºfrag.ha ⁻¹
Densidade de borda (DB)	Comprimento total de borda de uma dada classe ponderada pela área total. Soma de todos os segmentos de borda da classe dividido pela área total da paisagem (ha).	$DB = \frac{\sum_{k=1}^n e_{ik}}{A} (10000)$ e_{ik} = comprimento total (m) da borda i A = área total da paisagem (m ²)	m.ha ⁻¹
Índice médio de forma (IMF)	Soma do perímetro dos fragmentos dividido pela raiz quadrada da área do fragmento em função do número de fragmentos. Quanto maiores os valores de índice de forma acima de 1 mais os fragmentos possuem formato irregular e alongado.	$IMF = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{0,25 p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \right)}{n_i}$ p_{ij} = perímetro (m) do fragmento ij a_{ij} = área dos fragmentos ij (m ²) n_i = número de fragmentos da classe i	IMF ≥ 1
Área central média (ACM)	Soma das áreas centrais dos fragmentos dividido pelo número de fragmentos da classe. Não exclui do cálculo os fragmentos sem área central. Considerado efeito de borda de 50 metros.	$ACM = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^c}{n_i}$ a_{ij}^c = área central (m ²) do fragmento ij na distância de 50m da borda n_i = número de fragmentos da classe	ha
Índice de proximidade média (IPM)	Média de proximidade entre fragmentos que pertençam à mesma classe, dentro do raio determinado de 1 km. Soma da fração entre a área do fragmento e a mais próxima distância (ao quadrado) de borda a borda entre os fragmentos dentro de 1000m, dividido pelo número de fragmentos da classe.	$IPM = \frac{\sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2}}{n_i}$ a_{ijs} = área (m ²) do fragmento ijs na distância de 1000m do fragmento ij h_{ijs} = distância (m) entre o fragmento ijs e o fragmento ijs n_i = número de fragmentos da classe	IPM ≥ 0 IPM = 0, se não possuem fragmentos próximos dentro do raio definido.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Classificação e acurácia do mapeamento de uso e cobertura

O valor da acurácia global da classificação obtido neste estudo foi de 89,5 %, ou seja, a precisão na classificação geral do mapa alcançou quase 90 % dos pontos de amostragem. A classe de área urbana teve 100 % de concordância, logo, a delimitação manual dos perímetros de urbanização foi acertada. Já o mapeamento

da vegetação apresentou em aproximadamente 40 % das amostras da classificação erro de exclusão, ou seja, objetos foram excluídos erroneamente da classe pertencente (CONGALTON, 1991). O coeficiente de Kappa alcançado foi 0,81 indicando que, em geral, a classificação teve concordância muito boa com a verdade terrestre, gerando uma confiabilidade do resultado do mapeamento do período (LANDIS; KOCH, 1977).

2.3.2 Análise espaço-temporal da paisagem

Os mapas de uso e cobertura do solo dos municípios à beira do rio Paranapanema, no trecho das barragens Canoas I e II, comprovam a histórica importância das atividades agrícolas para a região. Entre as classes de uso e cobertura do solo da paisagem no período de 1991 a 2014, a mais representativa em termos de extensão (km²) foi a agropastoril, predominante na região durante todo o período estudado, seguida pela vegetação remanescente com valor médio de ocupação de 4%, representando uma grande diferença (88,2 %) na proporção entre as duas classes na paisagem (Figura 2.2). Para todos os anos (1991, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2014) a classe com menor representatividade em termos de extensão e ocupação é a urbanização, com a porcentagem média de 1,2 %.

Figura 2.2 – Proporção de ocupação (%) da paisagem pelas classes de uso e cobertura, entre 1991 e 2014, obtidas do mapeamento dos municípios da área de influência das represas Canoas I e II no rio Paranapanema

A evolução do desflorestamento com a chegada dos cultivos agrícolas não foi registrada devido à cobertura temporal do estudo. Esse processo de conversão teve início em meados de 1950, com a mecanização do campo e a gradativa substituição das culturas familiares pelas grandes lavouras principalmente de soja, trigo e cana (PASSOS; SANT'ANA; BUENO, 2012). Mas, foi de 1970 para 1980 que ocorreu um grande avanço das áreas de cultivos temporários, alcançando 68 % de ocupação do território da região (CESP, 1990).

As Figuras 2.3 a 2.8 apresentam os mapas de uso e cobertura dos solos obtidos para os anos de 1991, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2014, respectivamente, da área de influência das Usinas Hidroelétricas Canoas I e II no rio Paranapanema.

Figura 2.3 – Mapa temático de uso e cobertura do solo de 1991 dos municípios do entorno das Usinas Canoas I e II, no rio Paranapanema (SP/PR)

Figura 2.4 – Mapa temático de uso e cobertura do solo de 1995 dos municípios do entorno das Usinas Canoas I e II, no rio Paranapanema (SP/PR)

Figura 2.5 – Mapa temático de uso e cobertura do solo de 2000 dos municípios do entorno das Usinas Canoas I e II, no rio Paranapanema (SP/PR)

Figura 2.6 – Mapa temático de uso e cobertura do solo de 2005 dos municípios do entorno das Usinas Canoas I e II, no rio Paranapanema (SP/PR)

Figura 2.7 – Mapa temático de uso e cobertura do solo de 2010 dos municípios do entorno das Usinas Canoas I e II, no rio Paranapanema (SP/PR)

Figura 2.8 – Mapa temático de uso e cobertura do solo de 2014 dos municípios do entorno das Usinas Canoas I e II, no rio Paranapanema (SP/PR)

A análise quantitativa desses mapas e das métricas de composição (área total da classe e porcentagem da paisagem) indica que a classe agropastoril apresenta a maior dominância (acima dos 90 % da área) e conectividade, sendo, portanto, a matriz da paisagem durante todo o período estudado (Tabela 2.5), com uma área média de 2.116 (± 18) km².

Tabela 2.5 – Área (km²) das classes de uso e cobertura do solo entre 1991 e 2014 obtidas do mapeamento dos municípios da área de influência das represas Canoas I e II no rio Paranapanema

Ano	Água	Agropastoril	Vegetação	Urbanização
1991	38	2213	96	23
1995	38	2205	104	23
2000	69	2171	101	28
2005	69	2175	97	29
2010	70	2178	87	35
2014	67	2173	94	36

Avaliando a Tabela 5 em conjunto com a proporção de ocupação das classes (Figura 2.2), fica evidente a dinâmica do uso e cobertura do solo para o período estudado. A vegetação que aparece como a segunda classe com maior proporção de ocupação tem área média de $96 (\pm 6) \text{ km}^2$, já as áreas urbanas que são as menos representativas apresentam área média de $29 (\pm 6) \text{ km}^2$.

A alteração mais acentuada na paisagem ocorreu entre 1995 e 2000, com o aumento aproximado de 32 km^2 (correspondente a 83 % da extensão do ano anterior) da área coberta por água e, conseqüentemente, uma diminuição do território ocupado por vegetação nativa, mas, principalmente de áreas usada para atividades agropastoris. Este período marca o término da construção das barragens e o início da formação dos reservatórios Canoas I e II no rio Paranapanema, em 1999. No intervalo de 2010 para 2014 a área coberta por água teve uma diminuição de 4 %, provavelmente relacionada ao período histórico de redução dos níveis de chuva registrados desde outubro de 2013 e agravado em 2014 (ANA, 2015).

A segunda mudança mais significativa em termos de área foi a da urbanização, a qual teve um aumento de $12,7 \text{ km}^2$ no período de 23 anos avaliados no estudo. Novamente observa-se que esta expansão ocorreu após o fechamento das comportas da barragem, com a urbanização aumentando $5,1 \text{ km}^2$ entre 1995 e 2000. Nas décadas seguintes, foi observado outro aumento significativo entre 2005 e 2010, quando a área urbana teve um crescimento de $6,1 \text{ km}^2$. As sedes municipais e locais de urbanização no período que antecedeu à chegada das usinas hidroelétricas, entre 1991 para 1995, apresentaram um decréscimo de 2 % da área. No entanto, nos anos seguintes essa situação se inverteu. A partir de 2000 constata-se uma expansão que chegou em 2014 a 54 %, sendo que o maior aumento foi justamente entre 1995 e 2000 com uma diferença de 23 % na área. Nas margens do reservatório também se observou a mesma tendência com um aumento da área construída entre os anos de 2005, 2010 e 2014. Esta dinâmica pode ser relacionada como um impacto indireto da barragem, uma vez que o lago formado é um atrativo paisagístico, de lazer e turismo que impulsiona essas construções que ocupam Áreas de Preservação Permanente (APP) e retiram a vegetação nativa (ANDRADE et al., 2015).

Segundo o Relatório de Impacto Ambiental dos empreendimentos, as terras alagadas do entorno do corpo hídrico eram utilizadas cerca de 50 % com pastagem,

24 % por soja e trigo, 13 % arroz e 3 % cana-de-açúcar e 0,3 % com reflorestamento, sem contabilizar os 115 ha de ilhas que inundaram junto com áreas de pastagem e vegetação (CESP, 1990). O uso do solo para pastagens foi bastante afetado na transição das áreas secas para submersas, esse fato relacionado ao direcionamento das atividades agrícolas da região para as extensas plantações de trigo, soja e cana corroboram com a diminuição das áreas destinadas a pecuária e, conseqüentemente, do número de rebanhos que teve uma queda de 53 % de 1990 para 2012 (Figura 2.9).

Figura 2.9 – Número de cabeças bovinas dos municípios de estudo da área de influência dos reservatórios Canoas I e II, rio Paranapanema, entre os anos de 1990 a 2012, de acordo com dados do IBGE

O perfil dos cultivos praticados na região e, portanto, o uso do solo nas lavouras temporárias e permanentes com maior representatividade em termos de área colhida, apresenta uma dinâmica de substituição das espécies de plantio entre os anos de 1990 e 2013. As culturas permanentes de longa duração, que após a colheita não necessitassem de novo plantio, mais praticadas são: café, banana e laranja. Nesta região, a plantação de café já teve grande importância, mas depois dos sucessivos problemas climáticos e econômicos que afetaram as colheitas e o valor da produção, deixou de ser o principal cultivar. Os dados da produção agrícola municipal mostram uma queda acentuada da produção do café desde 1990 e um crescimento das plantações de banana, sendo que entre 2000 e 2005 esta assume a posição de principal cultura permanente da região (Figura 2.10). As áreas plantadas com culturas de curta duração (em geral menor que um ano) e que

comumente necessitam de novo plantio após cada colheita, tem como principais espécies o algodão, cana-de-açúcar, milho, soja e trigo (Figura 2.11). As áreas de cana-de-açúcar vinham aumentando desde 1990, mas para o ano de 2013 ainda era o milho e a soja que lideram a extensão de cobertura do solo. Já o algodão e o trigo, que em 1990 ocupavam áreas representativas do território, apresentaram acentuado decréscimo ao longo de todo o período, chegando o algodão em 2010 e 2013 a não ter registros de área colhida.

Figura 2.10 – Área colhida (Km²) das principais lavouras permanentes, em termos de ocupação, no período de 1990 a 2013, nos municípios de estudo da área de influência dos reservatórios Canoas I e II, rio Paranapanema, de acordo com dados do IBGE

Figura 2.11 – Área colhida (Km²) dos principais cultivos temporários, em termos de ocupação, no período de 1990 a 2013, nos municípios de estudo da área de influência dos reservatórios Canoas I e II, rio Paranapanema, de acordo com dados do IBGE

Segundo Passos, Sant'Ana e Bueno (2012), o cultivo da cana-de-açúcar no noroeste do Paraná teve uma redução da plantação em 2008 afetado pela crise econômica, retomando a expansão em 2011. Conforme os dados do censo municipal agropecuário do IBGE, essa queda na plantação não foi identificada para a região de estudo, pelo contrário, de 2005 para 2010 houve um crescimento da área de cana-de-açúcar de 51 % somados os municípios. Em geral, no norte do Paraná, o crescimento da cultura se dá pela substituição das pastagens e pecuária, mas também pelo aluguel das terras de pequenas propriedades. O modelo inicial de desenvolvimento da região que começou com a plantação do café e a policultura em pequenas extensões não resistiu à pressão do mercado pelo crescimento das plantações mais valorizadas e foi se extinguindo, induzindo o fim das economias tradicionais de propriedades rurais (PASSOS; SANT'ANA; BUENO, 2012).

A população total dos municípios acompanhou o aumento das áreas de urbanização da paisagem e apresentou a tendência esperada após as mudanças no perfil das plantações agrícolas. Houve um crescimento no número de pessoas residentes no meio urbano e uma constante diminuição da população rural (Figura 2.12). Havia ainda uma expectativa que a construção dos barramentos trouxesse um aumento do número de homens solteiros a localidade em função da abertura de vagas de trabalho (CESP, 1990), mas analisando os dados censitários do IBGE, o crescimento populacional foi semelhante entre os gêneros. A perspectiva não foi confirmada, talvez, pelo fato desses homens não terem sido considerados residentes e por tanto, não entraram na estatística populacional.

Figura 2.12 – População urbana e rural dos municípios de estudo, da área de influência dos reservatórios Canoas I e II, no período de 1991 até 2010, de acordo com dados do IBGE

Considerando que o rio Paranapanema teve sua área aumentada de 37,7 Km² em 1995 para 69,1 Km² em 2000, gerada pelo represamento, é possível perceber que, apesar de haver impactos do alagamento, a área submersa é reduzida se compararmos esses empreendimentos que são do tipo fio d'água com aqueles com formação de represas de acumulação. Por exemplo, as usinas hidroelétricas no rio Paranapanema Capivara, Chavantes e Jurumirim, que possuem reservatórios de armazenamento, formaram lagos de 576 km², 400 km², 449 km², logo, nota-se uma grande diferença em termos de perda de território, significativamente minimizados no caso do complexo Canoas.

De outro ponto de vista, segundo a nota técnica da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN (2013), o crescimento da construção de usinas a fio d'água deve-se à redução do impacto em comparação com grandes inundações e, conseqüentemente, ao processo de licenciamento ambiental facilitado. Mas, esses empreendimentos geram um declínio na capacidade de regularização do sistema elétrico brasileiro por não possuírem estoque hídrico para manejo nas épocas de estiagem e os então benefícios podem não ser efetivos em função da demanda de uso das termoeletricas. Além disso, as usinas a fio d'água podem ser mais vulneráveis as mudanças no clima, principalmente em relação às alterações do regime de precipitações sazonais, já que variações na vazão do corpo hídrico têm importantes influências no seu funcionamento (MOHOR et al, 2015)

A cobertura de vegetação nativa da paisagem no período de enchimento dos reservatórios apresentou uma redução de 3,2 % da sua área de ocupação. Contudo, a maior alteração durante a série temporal avaliada ocorreu entre os anos de 2005 para 2010 com uma redução de 10 %, mas que nos anos seguintes, de 2010 para 2014, parece ter sido compensada pelo acréscimo de 6 % da sua extensão. Ao longo dos 23 anos analisados, a vegetação remanescente apresentou períodos de aumento e diminuição da cobertura finalizando em 2014 com uma perda de 2 % da sua área em relação a 1990. Essas flutuações na cobertura da vegetação nativa podem ter sido influenciadas pelo processo de classificação digital, já que a resolução das imagens de satélites utilizadas é de 30 m, o que dificultando a identificação de remanescentes de pequena dimensão, considerando que a área ao

longo de todo o período apresentou uma vegetação extremamente fragmentada (Figura 2.13).

Figura 2.13 – Relação da Densidade de fragmentos ($\text{n}^\circ.100\text{ha}^{-1}$), ilustrando a composição da paisagem dos municípios de estudo da área de influência dos reservatórios Canoas I e II, rio Paranapanema, entre os anos de 1990 a 2012

A demanda por utilização das terras para pastagens, rebanhos e cultivos agrícolas são as principais forçantes da retirada e fracionamento da cobertura vegetal na área de estudo, semelhante ao padrão global de ocupação dos biomas terrestres (FOLEY et al., 2005). Essas conversões do uso e da cobertura da terra ficam evidentes na construção da evolução espaço-temporal da paisagem, utilizando as ferramentas de análise das imagens de satélite.

Na análise da distribuição espacial das conversões das áreas utilizadas para atividade agropastoris para cobertura vegetal nativa e da perda de vegetação remanescente para uso agropastoril (Figuras 2.14 e 2.15), entre os anos de 1991 e 2014, é possível perceber que as alterações ocorreram espacialmente de forma homogênea por todo o território estudado. Já em relação às mudanças temporais observa-se que ocorreu uma perda maior de vegetação nativa para áreas agropastoris no período de 2010 para 2014 e o maior ganho de cobertura vegetal foi no período anterior de 2005 para 2010. O balanço geral da evolução espaço-temporal para os períodos analisados (1991-1995, 1995-2000, 2000-2005, 2005-2010 e 2010-2014) teve um pequeno saldo positivo considerando que somadas às

áreas que se transformaram de agropastoril em vegetação nativa foram 200 km² e de vegetação em agropastoril, 184 km².

Figura 2.14 – Distribuição espaço-temporal da transição de áreas usadas para fins agropastoril em cobertura vegetal nativa, no período de 1991 a 2014, para área dos municípios de influência das represas de Canoas I e II, no rio Paranapanema

Figura 2.15 – Distribuição espaço-temporal da transição de áreas com cobertura vegetal em uso agropastoril, no período de 1991 a 2014, para área dos municípios de influência das represas de Canoas I e II, no rio Paranapanema

A abordagem da ecologia da paisagem aprofunda ainda mais o entendimento da dinâmica do território uma vez que há relação entre os padrões espaciais e a variabilidade da estrutura da paisagem com a funcionalidade do ecossistema e os

processos ecológicos e sociais (TURNER, 1989; GUSTAFSON, 1998; NAGENDRA; MUNROE; SOUTHWORTH, 2004; McGARIGAL, 2015). A análise da configuração dos fragmentos vegetal e das classes agropastoril e urbanização geram um panorama interessante, pois muitos processos ecológicos incluindo fatores climáticos, a dispersão de sementes e o comportamento animal podem ser afetados por estes elementos da paisagem (TURNER, 1989; HARGIS; BISSONETTE; DAVID, 1998).

Como pode ser observada na Figura 2.13, a densidade de fragmentos (DF) teve um comportamento distinto de acordo com a classe analisada. As métricas da paisagem permitem observar que, de uma maneira geral, a PP do uso do solo desde 1991 é predominantemente agropastoril com uma grande diferença na proporção de ocupação comparando com as demais classes. Este fato implica em uma cobertura vegetal extremamente fragmentada, mostrado no índice de DF da paisagem, indicando ainda que o período de início da conversão de grandes extensões de vegetação por áreas agrícolas ocorreu antes 1991.

A medida da área média dos fragmentos (AMF) apresentou um decréscimo para todas as classes ao longo do tempo (Figura 2.16a). No entanto, entre 2000 e 2005 somente a vegetação nativa teve um aumento da área de 51 % (Figura 2.16b), coincidindo com a diminuição da DF, o aumento da área central média (ACM), um pico do IPM e o maior índice médio de forma (IMF). Todos esses parâmetros relacionados com uma diminuição de 4 % na ATC demonstram que o ano de 2005 a fragmentação da área de vegetação esteve em melhores condições do ponto de vista ecológico, já que as métricas apontam uma redução na quantidade de fragmentos e uma configuração espacial com maior proximidade das porções da cobertura vegetal nativa, ou seja, menor isolamento. Ainda o aumento da ACM em 53 % nesse período (Figura 2.16e) demonstra que, em média, os fragmentos da classe eram maiores e, deste modo, mais funcionais já que é na porção central que há melhores condições para manutenção da qualidade do habitat e da diversidade biológica, em função da temperatura, incidência solar, umidade e menor acesso das espécies de habitats abertos, ou seja, sob menores efeitos de borda (TURNER, 2001).

Apesar de não estar entre os objetivos centrais desse estudo a conservação da biodiversidade, conhecer as tendências gerais das características dos fragmentos

nos traz indícios de funcionalidade dos ecossistemas da paisagem e, em especial, da vegetação remanescente, com relevância para a gestão e o planejamento do uso da terra. O aumento da métrica de densidade de borda (DB) é um dos indicadores primários da ocorrência de fragmentação do habitat, já que neste processo as áreas de borda são ampliadas. Os valores de DB também são ligeiramente maiores em paisagens agregadas comparadas com aquelas formadas por manchas dispersas, assim como para fragmentos com forma irregular são mais altos do que para manchas com forma simples (HARGIS; BISSONETTE; DAVID, 1998).

Os resultados de DB (Figura 16d) mostram uma variação similar entre as classes agropastoril e de vegetação nativa ao longo do tempo. Observa-se um aumento da DB de 1991 para 2000 para ambas, passando a agropastoril de $11,3 \text{ m.ha}^{-1}$ para $13,0 \text{ m.ha}^{-1}$ e a floresta de $9,3 \text{ m.ha}^{-1}$ para $10,9 \text{ m.ha}^{-1}$. Mas, de 2000 para 2005 os valores diminuíram 12 e 9 %, respectivamente, e mantiveram-se praticamente sem variação nos anos seguintes. A DB maior para as áreas agrícolas indica que as porções estão espacialmente mais agregadas e que possuem maior extensão. Já as alterações que ocorreram entre os anos coincidem com a época da construção dos empreendimentos hidroelétricos, dando um indicativo de que motivaram um crescimento das áreas de borda ocasionado pela fragmentação dos usos e ocupações, resultado também encontrado no estudo de Zhao (2012).

O IMF varia de acordo com a complexidade, com valor de 1 para formas simples e largas, aumentando sem limite quanto mais irregular e alongada (McGARIGAL, 2015). Os efeitos da forma dos fragmentos estão diretamente relacionados com quantidade de área central e de borda, com influência nos processos ecológicos. Assim, manchas circulares com menor IMF terão menor borda enquanto fragmentos alongados e estreitos estarão sob maior efeito de borda, sendo que, as atividades humanas, em geral, simplificam as formas (TURNER, 2001).

Para todo o período avaliado, a classe urbanização apresentou o maior IMF (Figura 16c), o que indica o recorte irregular das cidades e das áreas construídas. Já a ocupação agropastoril teve os menores valores, sendo os fragmentos da paisagem desta classe com borda mais simples e maior área central.

Figura 2.16 – Métricas de configuração da paisagem: a) Área média dos fragmentos (AMF); b) Área média dos fragmentos (AMF) com a classe agropastoril em eixo secundário; c) Índice médio de forma (IMF); d) Densidade de borda (DB); e) Área central média (ACM); f) Área central média (ACM) da vegetação; g) Índice de proximidade média (IPM) com a classe agropastoril em eixo secundário; h) Índice de proximidade média (IPM) da vegetação

A vegetação nativa teve um aumento no IMF de 2000 para 2005, reduzindo novamente em 2010. O crescimento do valor de IMF no período aconteceu concomitantemente com diversas alterações nos padrões da classe, indicando uma melhora nas condições ecológicas da fragmentação. Portanto, pode-se inferir que esse aumento no IMF indique houve a conexão de manchas remanescentes do tipo alongadas, como corredores e/ou mata ciliar.

No processo de classificação foi possível observar, visualmente, que em determinados locais houve uma mudança positiva na paisagem às margens do rio Paranapanema. Locais onde no ano 2000 apresentava extensas áreas de solo exposto, em 2005 apresentaram cobertura da vegetação, que podem estar relacionada com sucessão ecológica de áreas abandonadas. Apesar disso, este fato é concomitante com o aumento das áreas construídas beirando os lagos formados pelos reservatórios. Já o aumento da vegetação nativa em APP sugere maior efetividade nos programas de recuperação e/ou aumento da fiscalização nestes locais pela concessionária das usinas, mas que não foi mantido para os anos posteriores. Em geral as APPs às margens do rio que deveriam exclusivamente ser coberta por vegetação nativa, não estão de acordo. Conforme o estudo de Santos e Piroli (2011), utilizando imagens de 2008 para quantificar com buffer de 100m a cobertura da mata ciliar das margens médio Paranapanema em São Paulo, mostrou que o município de Cândido Mota não apresentou essa vegetação em toda a extensão da APP, já Palmital na ocasião tinha 6,6 ha cobertos por vegetação o que corresponde a apenas 2% da área de preservação, enquanto Ibirarema e Salto Grande guardavam 13% de suas APP cada uma. Corroborando com os resultados encontrados para a série temporal de ocupação da paisagem da região, essas áreas apresentam predomínio da cobertura por cultivos agrícolas, em 45,5% da área.

O comportamento das métricas de composição e configuração da classe agropastoril mostra que apesar da diminuição da sua ATC após 1995 com a construção da barragem, conservou a tendência de dominância da paisagem, mantendo a proporção de maior ocupação da área e com aumento na DF. Ou seja, a partir de 1995 o solo ocupado pelas atividades agropastoris teve uma perda de área pelo alagamento, mas a PP manteve-se praticamente estável de 2000 a 2014 com maior número de fragmentos (DF). O índice de proximidade médio (IPM) dos fragmentos da classe variou ao longo do período (Figura 2.16g), mas também

permaneceu com um alto índice indicando que as frações de área agropastoril são próximas formando uma paisagem contínua com suas porções agregadas (HARGIS; BISSONETTE; DAVID, 1998; McGARIGAL, 2015). Além da perda de habitats naturais, dos impactos à biodiversidade pela fragmentação da vegetação e da maior possibilidade de carreamento de nutrientes degradantes da qualidade das águas; uma paisagem mais heterogênea entremeando as áreas de cultivo tem melhores condições de controlar a propagação de distúrbios incluindo surtos de pragas e problemas de erosão que podem afetar diretamente a produtividade (TURNER, 1989).

2.4 Conclusões

Em relação à metodologia utilizada no processamento digital das imagens de satélite ficou claro que a padronização dos processos de confecção dos mapas temáticos de uso e cobertura da terra é necessária. Assim, os mosaicos de todos os anos são conduzidos igualmente, reduzindo erros temporais e uniformizando as análises e, portanto, gerando resultados mais precisos e confiáveis.

A dinâmica do uso e cobertura da terra da região estudada tem as atividades humanas agropastoris como a mais importante influência nas alterações dos padrões e processos da paisagem ao longo de todo o período. Esse modelo de utilização do território se mantém desde o início da colonização da área, mas com as análises das métricas da paisagem, pela estabilidade mantida ao longo dos anos principalmente na proporção de ocupação das classes agropastoril e vegetação, nota-se que a grande conversão de desflorestamento foi anterior a 1991, portanto, não foi compreendida pelo período estudado. A chegada de extensas áreas agrícolas provavelmente ocorreu entre as décadas de 60 e 70, portanto, não está relacionada à construção dos empreendimentos hidroelétricos Canoas I e II e sim a história de ocupação em função das características topográfica, de clima, disponibilidade hídrica e qualidade dos solos da região. Logo, em um estudo futuro seria interessante integrar na classificação dos solos imagens dessa época para observar a drástica dinâmica de conversão da cobertura vegetal nativa por áreas agropastoris.

A dominância das áreas agropastoril mantida acima dos 90% da área ocupada na paisagem em relação à vegetação, acompanhada da grande diferença entre as duas

classes nos valores de área média, área central e o baixo índice de proximidade e elevada densidade dos fragmentos de remanescentes evidencia um território com a vegetação extremamente fragmentada. Esse padrão espacial da estrutura da paisagem pode comprometer a integridade funcional da paisagem, interferindo nos processos ecológicos e na qualidade do ecossistema.

A evolução da matriz da paisagem apresentou algumas alterações entre os anos de 1995 e 2000 que coincide de com o início da construção e da operação das usinas em 1990 e 1999, respectivamente. A principal mudança foi o aumento em cerca de 32 km² na extensão da área do território coberta por água em razão da formação dos reservatórios e, conseqüentemente, a redução da área agropastoril e de vegetação, a diminuição no tamanho e aumento na densidade dos fragmentos e o crescimento das zonas de urbanização.

Talvez como um impacto indireto das barragens, para os anos seguintes ocorreu um aumento das construções na beira dos reservatórios, que pode se relacionar com o atrativo turístico e paisagístico formado pelos lagos. Mas também uma houve uma melhora na qualidade dos fragmentos de vegetação com o crescimento da área média e central e menor isolamento das manchas remanescente. Esse fato pode estar relacionado com os programas de recuperação e de fiscalização das áreas de APP por parte da operadora das usinas responsáveis pela manutenção das margens do rio Paranapanema.

Quando comparados por tipos de reservatório o complexo Canoas I e II que possui turbinas a fio d'água provocou um impacto na paisagem muito menor do que em geral as barragens de acumulação, que formam lagos com centenas de km². No entanto, ambos são associados a uma variedade de impactos positivos e negativos, assim considerando a demanda crescente por energia e água se faz necessário o balanço e o planejamento adequado da utilização dos recursos e das alterações do ambiente.

Logo, considerando o paradigma entre a vital manutenção da qualidade e dos serviços ecossistêmicos e a inerente necessidade e poder humano de transformação do ambiente, os estudos de ecologia da paisagem tem apropriada contribuição para detectar, monitorar e prever mudanças rapidamente e em grandes escalas, com vistas à definição, planejamento e gestão do uso do solo e de áreas prioritárias para conservação.

Referências

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no brasil**: informe 2014. Encarte Especial sobre a crise hídrica. Brasília: ANA, 2015. 15p.

ANDRADE, M.R.M.; SAAD, A.R.; DALMAS, F.B.; RIBEIRO, T.F.B.; MESQUITA, R.N.; CASADO, F.C. Land use at the margins of the Atibainha Reservoir, Cantareira Water System (SP): conflict with the current legislation. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 42, n. 1, p. 73-88, jan./abr. 2015.

BALLESTER, M.V.R.; VICTORIA, D.C.; KRUSCHE, A.V.; COBURN, R.; VICTORIA, R.L.; RICHEY, J.E.; LONGSDON, M.G.; MAYORGA, E.; MATRICARDI, E. A remote sensing/GIS-based physical template to understand the biogeochemistry of the Ji-Paraná river basin (Western Amazônia). **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 87, n. 4, p. 429 – 445, Nov. 2003.

CESP. **Aproveitamento Hidroelétrico do rio Paranapanema - Complexo Canoas: Relatório de Impacto Ambiental - RIMA**. Usinas: Canoas I - Canoas II. CESP, ENGEVIX. São Paulo: SEE, 1990. 66p.

CLERMONT, A.; EICKERMANN, M.; KRAUS, F.; HOFFMANN, L.; BEYER, M. Correlations between land covers and honey bee colony losses in a country with industrialized and rural regions. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 532, p. 1-13, 2015.

COMBER, A.; FISHER, P.; BRUNSDON, C.; KHMAG, A. Spatial analysis of remote sensing image classification accuracy. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 127, p. 237–246, Dec. 2012.

CONGALTON, R.G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 37, p. 35-46, Jul. 1991.

CPAGRI-UNICAMP – CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. ed. rev. - Campinas, SP: IG/UNICAMP, 2002. 170p.

DALE, V.; ARCHER, S.; CHANG, M.; OJIMA, D. Ecological impacts and mitigation strategies for rural land management. **Ecological Applications**, Washington, DC, v. 15, n. 6, p. 1879-1892, Dec. 2005.

DUKE – DUKE ENERGY INTERNATIONAL GERAÇÃO PARANAPANEMA. **Peixes do rio Paranapanema**. São Paulo, Horizonte Geográfico, 2008. 120p.

EGRÉ, D.; MILEWSKI, J. C. The diversity of hydropower projects. **Energy Policy**, London, v. 30, p. 1225–1230, Nov. 2002.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **A expansão das usinas a fio d'água e o declínio da capacidade de regularização do sistema elétrico brasileiro**. Rio de Janeiro: FIRJAN, 2013. 13p.

FOLEY, J.A.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F.S.; COE, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E.A.; KUCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; PRENTICE, I.C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P.K. Global Consequences of Land Use. **Science**, Washington, DC, v. 309, p. 570 – 574, Jul. 2005.

FONSECA, L.M.G. **Processamento digital de imagens**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): São Jose dos Campos, 2000. 105p.

GUSTAFSON, E.J. Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the art? **Ecosystems**, New York, v. 1, n. 2, p. 143-156, Mar./Apr. 1998.

HARGIS, C.D.; BISSONETTE, J.A.; DAVID, J.L. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v.13, n.3, p. 167-186, Jun. 1998.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Classificação climática**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

IBGE. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, U.S. Geological Survey, 1992. 1 mapa. Escala 1:250.000.

IBGE. **Mapa do Potencial Agrícola do Brasil**. Rio de Janeiro; IBGE, 2002. 1 mapa. Escala 1: 24.000.000.

INPE. Dados de satélites. **Catálogo de imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

Instituto Florestal. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo**. Quantificação da vegetação Natural Remanescente Para os Municípios do Estado de São Paulo – Legenda IBGE – RADAM – 2009, Instituto Florestal, 2009. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/sifesp/files/2014/01/municipio_maior_porc.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2015.

JUSTICE, C.; GUTMAN, G.; VADREVU, K.P. NASA Land Cover and Land Use Change (LCLUC): an interdisciplinary research program. **Journal of Environmental Management**, London, v. 148, p. 4-9, Jan. 2015.

LAMBIN, E.F.; GEIST, H.J.; LEPERS, K. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. **Annual Review of Environment and Resources**, Palo Alto, CA, v. 28, p. 205-241, Jul. 2003.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, Washington, DC, v. 33, n. 1, p. 159-174, Mar. 1977.

LANDSAT. **Landsat Processing Details**. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/Landsat_Processing_Details.php>. Acesso em: 08 ago. 2014.

LESSCHEN, J.P.; VERBURG, P.H; STAAL, S.J. **Statistical methods for analysing the spatial dimension of changes in land use and farming systems - LUC Report Series No. 7**. LUC Focus 3 Office and ILRI: Nairobi, Wageningen, 2005. 80p.

LOVELAND, T.R.; DWYER, J.L. Landsat: Building a strong future. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 122, p. 22-29, jul. 2012.

McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.A.; ENE, E. **FRAGSTATS v4.2**: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Programa de computador produzido por autores da Universidade de Massachusetts. Amherst, 2012.

Disponível em:

<<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>. Acesso em: 14 abr. 2015.

McGARIGAL, K. **FRAGSTATS HELP**. Universidade de Massachusetts. Amherst, 2015 Disponível em:

<<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.2.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2015.

MENESES, P.R. Princípios de sensoriamento remoto. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org.) **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB/CNPq, 2012 , cap 1, p. 1–33. Disponível em:

<<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>.

Acesso em: 14 abr. 2015

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, n. 1/2, p. 1-9, dez. 2001.

METZGER, M.J. The vulnerability of ecosystem services to land use change. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 114, n. 1, p. 69-85, May. 2006.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Imagens RapidEye – Geocatálogo**. Disponível em: < <http://geocatalogo.ibama.gov.br/>>. Acesso em: 28 jul. 2014.

MOHOR, G.S.; RODRIGUEZ, D.A.; TOMASELLA, J.; SIQUEIRA JÚNIOR, J.L. Exploratory analyses for the assessment of climate change impacts on the energy production in an Amazon run-of-river hydropower plant. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, Amsterdam, v. 4, p. 41-59, Apr. 2015.

NAGENDRA, H.; MUNROE, D. K.; SOUTHWORTH J. From pattern to process: landscape fragmentation and the analysis of land use/land cover change. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 101, n. 2/3, p. 111-115 feb. 2004.

NASA. **Landsat Program**, 2001, Landsat ETM+ cena P222R076_7T20011202, Ortho, GeoCover, EarthSat, Sioux Falls, 12/02/2001.

NASA. **Landsat Program**, 2002, Landsat ETM+ cena P221R076_7T20020418, Ortho, GeoCover, EarthSat, Sioux Falls, 18/04/2002.

OLOFSSON, P.; FOODY, G.M.; HEROLD, M.; STEHMAN, S.V.; WOODCOCK, C.E.; WULDER, M.A. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 148, p. 42-57, May. 2014.

O'NEILL, R.V.; KRUMMEL, J.R.; GARDNER, R.H.; SUGIHARA, G.; JACKSON, B.; DEANGELIS, D.L.; MILNE, B.T.; TURNER, M.G.; ZYGMUNT, B.; CHRISTENSEN, S.W.; DALE, V.H.; GRAHAN, R.L. Indices of landscape pattern. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 1, n. 3, p. 153-162, May. 1988

PASSOS, M.; SANT'ANA, L.; BUENO, M. O norte do Paraná: do café à cana do açúcar. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, Porto, Portugal, n. 1, p. 181-206, 2012.

QUARTAROLLI, C.F.; BATISTELLA, M. **Classificação digital de imagens de sensoriamento remoto: tutorial básico**. Documento 56, Campinas: Embrapa, 2006. 50p.

SANTOS, V.R. dos; PIROLI, E.L. Sensoriamento remoto aplicado à análise do uso da terra nas áreas de preservação permanente da calha principal do Médio Paranapanema. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 3037-3043.

SAWAKUCHI, H.O. **Alteração no uso e cobertura do solo na bacia do médio rio Araguaia, Brasil central**. 2010. 131p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SPERLING, E. von. Hydropower in Brazil: overview of positive and negative environmental aspects. **Energy Procedia**, Amsterdam, v. 18, p. 110-118, 2012.

STEFFEN, W.; SANDERSON, R.A.; TYSON, P.D.; JAGER, J.; MATSON, P.A.; MOORE III, B.; OLDFIELD, F.; RICHARDSON, K.; SCHELLNHUBER, H.J.; TURNER, B.L.; WASSON, R.J. **Global change and the earth system: A planet under pressure**. Global Change – The IGBP Series. Berlin: Springer, 2004. 336p.

TUNDISI, J.G. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 109-117, 2007.

TURNER, M.G. Landscape ecology: The effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, CA, v. 20, p. 171-197, 1989.

_____. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 4, n. 1, p. 21-30, 1990.

_____. Landscape Ecology: What Is the State of the Science? **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, CA, v. 36, p. 319-344, Dec. 2005.

TURNER, M.G.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. **Landscape ecology in theory and practice: pattern and process**. New York: Springer-Verlag, 2001. 401p.

USGS. **Landsat Program**, 2014, Landsat 8 OLI cena LC82220762014236LGN00, USGS (EROS), Sioux Falls, 24/08/2014.

VIEIRA, S.D. **As centrais hidrelétricas de Canoas I e II no médio vale Paranapanema: história e impactos sócios-econômicos**. 2007. 325p. Dissertação (Mestrado em História) - Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual Paulista, Assis, 2007.

ZHAO, Q.; LIU, S.; DENG, L.; DONG, S.; CONG; WANG; YANG, Z.; YANG, J. Landscape change and hydrologic alteration associated with dam construction. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, Amsterdam, v. 16, p. 17-16, Jun. 2012.

ZOCCHI, P. **Rio Paranapanema: da nascente à foz**. São Paulo: Horizonte Geográfico, 2002. 130p.

3 AS REPRESAS CANOAS I E II (PR/SP), NO RIO PARANAPANEMA, COMO OPORTUNIDADE DE AMPLIAÇÃO DA PISCICULTURA E DESENVOLVIMENTO HUMANO

Resumo

O barramento dos corpos d'água gera alterações em processos ecológicos, sociais e econômicos no meio onde está inserido. Os múltiplos usos do ambiente formado pelas represas servem como um mecanismo de mitigação dos impactos sociais, gerando diversos benefícios a população. Mas, também desencadeia uma maior complexidade da gestão desse ambiente. Entre os diversos usos que atualmente servem às águas represadas o cultivo de peixes nesses ambientes é visto como um potencial para o Brasil desenvolver, já que há a perspectiva de que a piscicultura seja uma das principais alternativas para suprir a demanda por alimento mundial nos próximos anos. Na região do médio Paranapanema, essa atividade encontra-se em destaque com crescente interesse da população principalmente no sistema de tanque-rede em represas. Os objetivos dessa pesquisa foram avaliar o perfil socioeconômico da população da área de influência dos reservatórios de Canoas I e II e relacionar essas informações ao fato dos barramentos servirem de oportunidade para o crescimento dos cultivos de peixes. A pesquisa social foi realizada por meio da aplicação de questionário e de entrevistas, associada à caracterização geral demográfica e econômica da população por meio de indicadores e dados censitários. A metodologia aplicada se mostrou adequada e suficiente para o que se pretendia. A área de estudo apresentou dinâmicas socioeconômicas associadas às mudanças no perfil da agricultura que é a principal atividade exercida na região desde o povoamento das terras. Essas alterações antecedem a construção dos barramentos de Canoas I e II que, portanto, parecem não ter influenciado o andamento dessas dinâmicas que já vinham ocorrendo. O fato da área de alagamento das represas Canoas I e II ser reduzida, já que são do tipo fio d'água e não possuem reservatório de acumulação, também pode ter contribuído para redução dos impactos. Para os piscicultores e envolvidos os reservatórios representam uma oportunidade de desenvolvimento da atividade, despertado um crescente interesse na população inclusive como uma atividade alternativa a agricultura. Mas, foram identificadas algumas dificuldades a serem superadas em relação à regulamentação e acesso a crédito, falta de mão de obra e organização da cadeia produtiva. Essas são importantes questões que balizarão a dimensão que a atividade de piscicultura, principalmente quanto ao aproveitamento das águas represadas, alcançará futuramente.

Palavras-Chave: Piscicultura; Reservatório hidroelétrico; Barragem; Dinâmica socioeconômica; Ambiente e sociedade

Abstract

An impoundment of a fluvial system generates changes in ecological, social and economic processes of its watershed. Multiple uses of the environmental form by dams serve as a mitigation mechanism of social impacts, generating several benefits to the population. But also triggers a higher environmental management complexity. Among the many uses that currently impounded water bodies provide, fish farming in these environments is regarded as a potential source of food to be develop by Brazil, since fish farming is one of the main alternatives to meet the demand for world's food

in the coming years. In the middle of the Paranapanema region, this activity has draw attention of local population especially the fish cage culture in dams. The objectives of this study were to evaluate the socioeconomic profile of the population of Canoas I and II reservoirs drainage basins and relate this information to the fact that reservoirs serve as an opportunity for expansion of fish farming. A social survey was conducted by applying a questionnaire and interviews, combined with general demographic and economic characteristics of the population through indicators derived from census data. The methodology used was adequate and sufficient for what was intended. The study area presented a socioeconomic dynamics associated with changes in the agricultural profile, which is the main activity in the region since the first settlements in the area. These changes took place prior to the construction of Canoas I and II dams, which therefore do not appear to have influenced the dynamics that was already taking place. The fact of the reduced flooding area by Canoas I and II dams, since they are both run-of-river type and have no accumulation reservoir, may also have contributed to reduce impacts. For fish farmers involved and reservoirs represent an opportunity for development of the activity, aroused a growing interest in population even as an alternative activity to agriculture. But they identified some difficulties to be overcome in relation to regulation and access to credit, lack of handwork and organization of the production chain. These are important issues that will guide the size that fish farming activity, particularly for the use of impounded waters to be achieve in the future.

Keywords: Fish-farming; Hydropower reservoir; Dam; Socioeconomic dynamic; Society and environment

3.1 Introdução

A construção de barragens obstruindo o curso do rio e transformando um ambiente lótico em lântico, gera uma série de alterações nos processos ecológicos que estão relacionadas ao tamanho, volume, tempo de retenção da água do reservatório e localização. Entre as alterações bem documentadas estão à descaracterização de habitats, modificações físicas e químicas do corpo d'água, perda de fauna e flora terrestre, mudanças hidrológicas e na composição das comunidades aquáticas (GOLDEMBERG; LUCON, 2012; NOGUEIRA; PERBICHE-NEVES; NALIATO, 2012; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI; ROCHA, 2006;). Esses efeitos são de grande relevância, considerando ainda que nas águas interiores, principalmente do sul e sudeste do Brasil, concentra-se uma enorme biodiversidade de espécies dulcícolas de importância global que estão em declínio em função da poluição, eutrofização, sedimentação, represamentos, pesca e introdução de espécies alóctones (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005).

Os impactos sociais gerados pelas barragens estão relacionados com a perda de patrimônios e heranças históricas, culturais e turísticas, alterações econômicas e dos

usos tradicionais das terras, conflitos e problemas devido ao deslocamento compulsório de pessoas e ao aumento da população atraída pela possibilidade de emprego (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI; ROCHA, 2006; VIEIRA, 2007; WATKINS, 2006). Considerando que as implicações ambientais e sociais decorrentes das represas estão intimamente relacionadas à dimensão do reservatório e da sua área de alagamento, aquelas do tipo fio d'água, sem estoque de armazenamento, podem ser menos impactantes do que as de acumulação, mas têm sido objeto de um menor número de estudos (GOLDEMBERG; LUCON, 2012; WU, 2010).

Paralelamente, nas últimas décadas do século 20, os reservatórios que até então serviam para o armazenamento de água, abastecimento, irrigação e geração de hidroeletricidade, também foram destinados a uma gama de múltiplos usos propícios ao ambiente formado, como um mecanismo social para a melhoria das regiões após a construção do reservatório. Esses são os efeitos positivos dos barramentos, uma vez que indiretamente ainda podem promover oportunidades de desenvolvimento de atividades econômicas e geração de renda para a população. As novas utilidades incluem: o turismo, o lazer, a navegação e o transporte, bem como a produção de alimentos por meio do cultivo de peixes (SPERLING, 2012). Se por um lado o ambiente formado pelas represas traz benefícios pela diversidade de usos possíveis, gera também um aumento na complexidade da gestão desses ecossistemas, que se tornaram ainda mais diversificados e complexos em função das condições ambientais e processos variados que estão envolvidos e interferindo no meio (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2003; TUNDISI, 2006)

A piscicultura é apontada como uma das principais alternativas para suprir a demanda por alimento mundial nos próximos anos (FAO, 2014). Nesse cenário, o Brasil tem um grande potencial para atender essa demanda. O país tem características propícias para o desenvolvimento da produção de pescado considerando a disponibilidade hídrica em reservatórios, o clima favorável, a disponibilidade de grãos, a diversidade de espécies passíveis de produção e o incentivo governamental (AYROZA et al., 2013; HALWART; SOTO; ARTHUR, 2007; SIDONIO et al., 2012).

Em geral, a piscicultura tanto em viveiros em terra como em sistemas de tanque-rede nos reservatórios, é atividade que pode modificar o meio e trazer riscos ao

ambiente. Mas, especialmente o caso de cultivo em gaiolas nos lagos, os possíveis impactos estão relacionados com o lançamento de resíduos orgânicos e de outros compostos metabólicos, a introdução de espécies exóticas por escapes e alterações na biota local (BEVERIDGE, 2004; BRANDÃO et al., 2013; BUNTING, 2006; PILLAY, 2004; SIMÕES et al., 2007). De acordo com Beveridge (2004), o cultivo em meio aquático carece de um ambiente estável e equilibrado, já que grandes e/ou bruscas alterações nas condições e qualidade do meio influenciam negativamente a produção. Logo, a piscicultura em reservatórios também está sujeita aos efeitos e limitações dos impactos oriundos das atividades do seu entorno, como por exemplo, da descarga de nutrientes de atividades agropecuárias, dos resíduos agroquímicos e dos efluentes domésticos ou industriais. Contudo, ainda são escassos os estudos que avaliam integradamente essas interações (ELER; MILLANI, 2007).

Como ferramenta de controle e mitigação dos potenciais impactos da piscicultura, podem ser citadas as Boas Práticas de Manejo (BPM), que se referem a uma série de técnicas de alimentação, sanidade e despesca dependentes de boa assistência técnica e capacitação dos produtores; a gestão da qualidade da água; o uso de espécies já encontradas na bacia e a utilização de processos que impeçam que indivíduos que escapem possam se reproduzir (BOYD et al.; 2008; CYRINO et al., 2010; ROTTA; QUEIROZ, 2003). Como efeitos indiretos, a atividade também gera dinâmicas espaciais próprias pelo uso de áreas do entorno do corpo hídrico, o incremento de um mercado de produção e consumo, logo, ainda pode haver uma contribuição no desenvolvimento socioeconômico de comunidades, proporcionando oportunidades de trabalho e renda (FURLANETO, AYROZA; AYROZA, 2013; SCHIRMER; CARDOSO, 2011; SUBASINGHE et al., 2009). Ainda, comparando o impacto da produção de proteína animal pela piscicultura com o da criação de bovinos e suínos, parece provável que o cultivo de peixes tenha menores efeitos sob o meio e nas mudanças climáticas, além de emitirem menos nitrogênio e fósforo durante o processo de produção (HALL et al. , 2011).

Em 2010 os estados de São Paulo e Paraná tiveram o segundo e o quinto melhor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do país, respectivamente, o qual considera três requisitos: oportunidade de se levar uma vida longa e saudável (saúde), de ter acesso ao conhecimento (educação) e poder desfrutar de um padrão de vida digno (renda) (PNUD, 2013). No entanto, assim como acontece no Brasil nos

estados há o mesmo problema de desigualdade no desenvolvimento entre as regiões, sendo que o Vale do Médio Paranapanema é a terceira região com mais problemas de desenvolvimento em São Paulo (VIEIRA, 2007). A melhora na qualidade de vida das pessoas não está relacionada diretamente ao crescimento econômico. Ao contrário, geralmente esse avanço é assimétrico, aumentando ainda mais as desigualdades sociais. Para que haja desenvolvimento humano é preciso ampliar a capacidade e as oportunidades das pessoas, para que elas possam escolher a vida que desejam, centrada na melhoria do seu bem-estar, com crianças mais saudáveis, educação universal e de qualidade, equilíbrio da renda e boa condição ambiental (PNUD, 2013).

Na região do médio Paranapanema, a piscicultura encontra-se em destaque com crescente interesse da população, principalmente para o aproveitamento da disponibilidade de água dos reservatórios e por essa atividade representar uma alternativa econômica (FURLANETO; AYROZA; AYROZA, 2010; 2013). Diante desse contexto, os objetivos desse trabalho foram avaliar o perfil social e econômico dos municípios que beiram os reservatórios de Canoas I e II e de envolvidos com a piscicultura. Considerando ser essa uma atividade que tem potencial de crescimento com o ambiente formado pelas represas, foram ainda analisados os barramentos como uma possível influência na prática de cultivos de peixes, gerando trabalho e renda para a população e, indiretamente, um condutor na melhora na qualidade de vida e do desenvolvimento humano.

3.2 Materiais e Métodos

3.2.1 Área de estudo

A região estudada abrange os municípios de Cândido Mota, Palmital, Ibirarema e Salto Grande no estado de São Paulo e Itambaracá, Andirá e Cambará no Paraná, às margens do rio Paranapanema no trecho onde se encontram os reservatórios formados pelas usinas hidroelétricas Canoas I e II (Figura 3.1). O complexo Canoas originou em 1999 a formação de duas áreas alagadas de 30,85 km² e 22,5 km², compondo o sistema de 11 barramentos em cascata instalados ao longo do corpo hídrico em questão.

Com aproximadamente 2369 km² a área de estudo localiza-se na região hidrográfica do Paraná, na Bacia do rio Paranapanema, dentro das unidades de gestão do Norte Pioneiro (Paraná) e do Médio Paranapanema (São Paulo). Esse local que faz a divisa das regiões sul e sudeste do Brasil é também uma zona de transição climática, sendo que os municípios do estado de São Paulo apresentam um inverno seco, chuvas de verão e temperatura média no mês mais frio acima de 18°C (CPAGRI-UNICAMP, 2014), já do lado do Paraná não há uma estação seca definida, o verão é quente e a temperatura média do mês mais frio varia entre 18°C e -3°C (IAPAR, 2014).

A vegetação nativa dominante na área era a Floresta Estacional Semidecidual, com uma porção ao norte dos municípios de São Paulo de vegetação típica de cerrado IBGE (1992). Atualmente, cerca de 90% do território é utilizado para práticas agrícolas intensivas, restando apenas fragmentos de vegetação florestal nativa. Apesar disso, a qualidade da água na região do médio Paranapanema vem se mantendo boa, de acordo com as médias do Índice de Qualidade das Águas (IQA) registrados de 2009 a 2014. Essa medida é composta por nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal o abastecimento público (CETESB, 2015).

Figura 3.1 – Mapa de localização da área de estudo, municípios da área de influência das Usinas Hidroelétricas Canoas I e II no rio Paranapanema, sistema UTM, Zona 22 Sul, datum SAD69, base de mapas do IBGE

As pisciculturas, instituições e estabelecimentos comerciais percorridos nesta pesquisa estão no perímetro das cidades citadas, as quais compõem a área de influência direta de ambos os barramentos, determinada no respectivo Estudo de Impacto Ambiental.

3.2.2 A coleta, o processamento dos dados e os envolvidos na pesquisa

O presente estudo caracteriza-se por uma pesquisa social descritiva, no intuito de analisar as características de uma comunidade diante de uma situação vivenciada na região e avaliar a existência de associação entre as variáveis (GIL, 2014; SELLTIZ et al., 1967). O enfoque aplicado nas análises, de maneira geral, é qualitativo, à medida que se utiliza da interpretação e da compreensão de processos dinâmicos observados no grupo social (RICHARDSON, 2014).

A caracterização geral da população, do desenvolvimento e do perfil socioeconômico dos municípios foi baseada em levantamentos censitários e nos indicadores obtidos nos bancos de dados do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O reconhecimento inicial da organização dos cultivos de peixes na região envolveu uma pesquisa exploratória prévia, a partir do contato com as secretarias municipais de agricultura, e/ou órgãos correspondentes, e com estabelecimentos comerciais relacionados, a fim compreender a estrutura e o desenvolvimento do mercado local e direcionar a etapa seguinte da pesquisa.

Os encontros verbais ocorreram em duas fases, considerando que a definição da amostra e a realização das entrevistas com o público correto são importantes fatores para a validade do estudo (OLIVEIRA, 2001). O grupo envolvido foi composto por produtores de peixe em estruturas de tanques-rede nos reservatórios ou em empreendimentos em terra, nos denominados tanques-escavados, sendo os cultivos dedicados à engorda de peixe, às formas jovens e/ou ao pesque-pague. Além desses atores sociais, fizeram parte do estudo funcionários de empresas, instituições e comércios com ações junto aos produtores ou que possuem envolvimento com a atividade.

Na primeira fase, o levantamento dos produtores e de informações da produção se utilizou dos questionários desenvolvidos pela Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta), com algumas modificações (Anexos A), que já estava sendo aplicado com este público da região. Para esse levantamento com os comerciantes, foi elaborado um formulário (Anexo B) direcionado e específico. O processamento e análise das informações obtidas a campo e o reconhecimento da região trouxe um melhor entendimento da caracterização geral e de quem compunha o grupo, para o planejamento da etapa seguinte.

Assim, na segunda fase o direcionamento das conversas foi readequado e optou-se por utilizar nova coleta de dados por meio de entrevistas, a fim de oportunizar maior flexibilidade na obtenção de informações e de observação do comportamento social e percepções frente aos assuntos apresentados. As abordagens foram realizadas utilizando-se da amostragem não probabilística por julgamento. Ou seja, com base nas informações disponíveis e conhecimento da região pelos contatos e primeiros questionários aplicados, para compor a amostra da nova coleta foram selecionados entrevistados com diferentes perfis de atuação na piscicultura local (Tabela 3.1) e que fossem potenciais boas fontes de informação (GIL, 2014; SELLTIZ et al., 1967).

Tabela 3.1 – Relação dos perfis dos entrevistados selecionados para amostragem da pesquisa social intuitiva sobre a atividade de piscicultura dulcícola na área de influência das Usinas Hidroelétricas Canoas I e II no rio Paranapanema (continua)

Pisciculturas					
ID	Tipo de piscicultura	Relação com o empreendimento	Formação escolar	Início da atividade	Localização
PA	Pesqueiro, engorda, tanque-escavado	Proprietário	3ª série ensino fundamental	1997	Interior de Palmital, SP
PMP	Engorda, tanque-rede	Filho/neto proprietários	Ensino superior, Bach. Direito	2006	Lago de Canoas II. Andirá, PR
PCA	Engorda, tanque-rede	Gerente/sócio, arrendatário	2º grau completo	2012	Lago de Canoas I. Itambaracá, PR
PE	Formas jovens, tanque-escavado	Gerente/sócio, arrendatário	Técnico em agropecuária	2007	Interior de Palmital, SP

Tabela 3.1 – Relação dos perfis dos entrevistados selecionados para amostragem da pesquisa social intuitiva sobre a atividade de piscicultura dulcícola na área de influência das Usinas Hidroelétricas Canoas I e II no rio Paranapanema (conclusão)

Empresas/Instituições					
ID	Tipo de empresa	Função com a piscicultura	Formação escolar	Início da atividade	Localização
ED	Concessionária das usinas	Controle e fiscalização	Ensino superior, Eng ^o agrônomo	2001	Chavantes, SP
EE	Extensão rural	Extensionista	Ensino superior, Eng ^o agrônomo	1991	Itambaracá, PR
EC	Comércio e extensão	Apoio técnico, capacitação, experimento, planejamento.	Ensino superior, Zootecnista	2011	Cândido Mota, SP

ID = sigla identificadora do entrevistado.

O método de amostragem intencional é útil quando é necessário e/ou pretende-se incluir um pequeno número de unidades na amostra, contudo é importante que as limitações dessa prática estejam claras para que não haja erros na análise dos resultados (OLIVEIRA, 2001). Deste modo, buscou-se assegurar a presença dos sujeitos-tipos, ou seja, aqueles que representariam as características presentes em toda a população (RICHARDSON, 2014) de piscicultores da região.

Nesta segunda etapa, as entrevistas semiestruturadas foram realizadas com o auxílio de formulários de perguntas (Anexos C e D) desenvolvidos com base na experiência da primeira etapa, visando aprofundar o conhecimento sobre os piscicultores, os cultivos e as relações da atividade com as represas em questão. O andamento das conversas foi guiado pelas perguntas, contudo, sem restrição quanto a sequência prevista, uma vez que se optou por deixar o entrevistado sempre à vontade para obter maior quantidade e qualidade das informações.

As entrevistas tiveram o áudio gravado utilizando o aparelho Sony ICD-PX312/C. Para tal, no início de cada intervenção foi explicada a finalidade única acadêmica e solicitado o aceite do entrevistado. As gravações totalizaram aproximadamente cinco horas de áudio capturado. Todos os trabalhos de campo tiveram o apoio dos pesquisadores da Apta do Polo Regional Médio Paranapanema.

As transcrições das entrevistas foram realizadas para que houvesse o registro escrito das conversas e também para uma nova oportunidade de captar informações de interesse. Posteriormente, a tabulação das informações foi realizada por meio da definição de tópicos e indicadores de interesse, visando análise sistemática de

identificação dos padrões e/ou elementos em comum entre os entrevistados. Todas essas informações foram relacionadas interdisciplinarmente com outras matérias, uma vez que os dados e as informações da população foram analisados e interpretados em conjunto com questões históricas e do meio em que estão inseridos.

3.3 Resultados e Discussão

A realização das coletas de dados a campo em duas etapas, iniciando com a aplicação dos questionários trouxe algumas vantagens por esse ser um método menos dispendioso e que possibilita abranger um maior número de pessoas em menor tempo, sendo que o processamento das informações é mais rápido e demanda menos esforço comparado às entrevistas. Essa primeira fase, serviu para o reconhecimento do local e dos envolvidos, resultando em um melhor entendimento do caminho que as intervenções deveriam seguir para atingir os objetivos do estudo. Ainda, foi possível observar que as informações registradas com o uso dos questionários ficaram limitadas às respostas escritas referentes às questões pré-determinadas.

Portanto, para a segunda etapa optou-se pelo uso da metodologia de entrevistas, que proporcionou maior flexibilidade na coleta dos dados, das descrições e opiniões mais aprofundadas sem limitar as respostas dos entrevistados. Foi possível, ainda, armazenar observações comportamentais dos envolvidos frente aos assuntos apresentados. Contudo, esse método exigiu tempo e esforço muito maior na sua aplicação e no processamento dos dados (SELLTIZ et al., 1967; RICHARDSON, 2014). Após as análises das informações, pode-se concluir que a decisão dos métodos aplicados foi acertada e que a seleção da amostragem intencional gerou resultados satisfatórios quanto às necessidades da pesquisa.

Em termos da dinâmica demográfica, os municípios que compõem a área de influência das Usinas Hidroelétricas Canoas I e II no rio Paranapanema, apresentaram um padrão de evolução temporal semelhante, associada a uma distribuição espacial heterogênea (Figura 3.2).

Figura 3.2 – Densidade demográfica (hab.km⁻²) para os municípios de estudo, da área de influência dos reservatórios Canoas I e II, no período de 1970, 1980, 1990, 2000 e 2010

Temporalmente, observa-se em todos os municípios o mesmo padrão, ou seja, há uma diminuição na densidade demográfica entre as décadas de 1970 e 1980, a qual é revertida ao longo das décadas subsequentes (1990, 2000 e 2010), atingido nesta última valores semelhantes aos dos anos 70. Em todo o período estudado, o município de Andirá (PR) apresentou a maior densidade populacional, com um valor médio de 86 ± 6 habitantes . km⁻², seguido por Cambará, PR (62 ± 5 habitantes . km⁻²) e Cândido Mota, SP (43 ± 7 habitantes . km⁻²). Os demais municípios apresentaram valores entre 24 (Ibirarema, SP) e 42 (Itambaracá, PR) habitantes . km⁻², com uma média de 35 ± 8 habitantes . km⁻².

A configuração socioeconômica da região foi marcada por grandes alterações antes da chegada dos reservatórios. Essas mudanças estão atreladas a uma combinação de fatores relacionados principalmente à base da atividade econômica exercida e que caracteriza a aptidão daquelas terras: a agricultura. Na década de 1950, a população era majoritariamente rural, com apenas 18 % dos habitantes residindo em centros urbanos (Figura 3.3).

A partir de 1960, observa-se o início do êxodo rural, com uma perda de 13% de seus habitantes. A população rural da região, que até 1970 era dominante, em 1980 totalizava apenas 35% das pessoas residentes nos municípios avaliados. Nesta época, os mesmos já se caracterizavam como predominantemente urbanos, apresentando ainda um decréscimo na população total do local (VIEIRA, 2007). Já na década de 90, mesmo com a retomada do aumento do número total de residentes na região, o padrão de migração para os centros urbanos se intensifica, com apenas 8% da população total ainda permanecendo na zona rural, marcando o êxodo de 50 % dessas áreas dos municípios de influência dos reservatórios de Canoas I e II entre 1991 e 2010 (Figura 3.4).

Figura 3.3 – Proporção da população residente rural e urbana dos municípios de estudo, da área de influência dos reservatórios Canoas I e II, no período de 1950 a 1980, de acordo com IBGE e Censos Demográficos Paraná e São Paulo em VIEIRA (2007)

Figura 3.4 – Proporção da população residente rural e urbana dos municípios de estudo no período de 1991 a 2010, de acordo com dados do IBGE

Essa dinâmica demográfica está relacionada às alterações das práticas agrícolas do local, que foi desde o princípio a principal vocação econômica da região. O modelo inicial de colonização e desenvolvimento dessas terras foi baseado na plantação do café e na policultura em pequenas propriedades. A partir de 1970, após sucessivas geadas, a mecanização do campo e com a pressão do mercado por plantações mais valorizadas a situação da população rural foi mudando. As perdas dos cafezais, o crescimento e a modernização das propriedades para o mono-cultivo de soja, trigo e cana-de-açúcar forçou a substituição das áreas de pastagem e o arrendamento de pequenas propriedades. A prática agrícola pioneira foi se extinguindo junto com as economias tradicionais, como consequência observam-se o esvaziamento rural e novos empregos com baixos salários (PASSOS, 2012).

A cultura do algodão que já era praticada desde meados de 1940 junto com o café também retrata essas mudanças no perfil agrícola. Em 1990, a área destinada ao algodão ainda era expressiva, conforme a figura 3.5, compondo junto com a soja e o milho os maiores cultivos temporários de verão. No entanto, em função de ter alta demanda de mão-de-obra, a qual se tornou escassa com a mecanização do campo, foi sendo substituída (VAZ, 2006) e em 2010 já não há registro de área colhida de algodão.

Figura 3.5 – Relação da área colhida (km²) das cinco maiores culturas temporárias na região de estudo, no período de 1990 a 2013, de acordo com o censo agropecuário do IBGE

A substituição do uso das terras para o cultivo de soja, trigo e cana-de açúcar trouxe a modernização das práticas agrícolas e gerou uma valorização das terras, esses eventos tiveram impacto na economia dos municípios e ocasionando maior desigualdade social. De um lado houve um aumento da renda do setor agrícola e a formação da classe média rural. Mas, também surgiu uma nova categoria de trabalhadores os chamados bóias-frias, pessoas que deixaram as propriedades rurais e foram para a periferia dos centros urbanos em condições precárias e retornavam para trabalhar temporariamente nas colheitas, em funções mais insalubres ou de maior esforço físico como, por exemplo, as pulverizações de agrotóxicos e a capina de ervas daninhas (CESP, 1990).

Fazendo uma análise da contribuição em termos de extensão de colheita do algodão, da cana-de-açúcar, do milho, da soja e do trigo, em relação à área total usada para todas as plantações temporárias na região verifica-se que essas cinco culturas representam em média com $96 \pm 1\%$ para o período de 1995, 2000, 2005, 2010 e 2013 (Figura 3.6 e 3.7).

Figura 3.6 – Representatividade (%) do valor de produção das cinco maiores culturas temporárias utilizadas nos municípios da área de influência dos reservatórios de Canoas I e II, para os anos 1995, 2000, 2005, 2010 e 2013, de acordo com dados do IBGE

Figura 3.7 – Representatividade (%) da área colhida das cinco maiores culturas temporárias utilizadas nos municípios da área de influência dos reservatórios de Canoas I e II, para os anos 1995, 2000, 2005, 2010 e 2013, de acordo com dados do IBGE

Em função do valor da produção essas também são predominantes com média de 88 ± 5 % do total arrecadado com as culturas temporárias na área de estudo nesses anos. Comparadas às cinco culturas anualmente há uma variação temporal na representatividade das áreas das plantações e no valor da produção durante os anos analisados. A cultura com maior valor de produção para todo o período analisada é da cana-de-açúcar, representando em média 46 ± 6 % do valor das cinco

produções, o que pode justificar o aumento da área de colheita ao longo dos anos, de 17% em 1995 passou a representar 29% da área de produção em 2013. O valor da produção de trigo diminuiu de 1995 para 2013 acompanhando o decréscimo na área de colheita que em 1995 representava 7%, em 2013 correspondeu a 2%. A plantação de milho manteve a área de colheita estável entre os anos, com valor de área médio representando $34 \pm 3\%$.

Diante desse panorama não são positivas as perspectivas para o desenvolvimento agrícola local, já que se cria uma barreira entre a parcela de produtores mais capacitados e com condições de continuar na atividade e aqueles que foram ou vão sendo excluídos e levados a encontrar uma nova forma de vida pela dinâmica socioeconômica local. Esta situação tem reflexo na economia regional, cuja, agricultura é seu principal segmento, afetando, direta ou indiretamente, as condições sociais de grande parte da população (VAZ, 2006).

Os municípios que compõem a área de estudo são caracterizados como a área de influência direta e indireta, tanto do meio físico e biótico como socioeconômico dos barramentos Canoas I e II. Neste sentido, o processo de povoamento, principalmente dos centros urbanos, talvez tenha sido intensificado em função dos empregos gerados e o atrativo das oportunidades que poderiam surgir com a construção das Usinas. Contudo, os reservatórios parecem não ter alterado o andamento dos processos de mudanças demográficas que já vinham ocorrendo na região, como fica evidente também no trecho a seguir de um dos entrevistados sobre o valor pago pelas terras como indenização pelos alagamentos e desapropriações:

“Aqui o pessoal, na época sabe quanto que era a área? Eles calcularam o valor da terra aqui em cinco mil dólares. Na época era um valor assim considerável, agora você pega cinco mil dólares, quanto que dá? 15 mil reais? Hoje a terra tá 80 mil reais o alqueire. Então, valorizou demais né. Se você for ver de 15 anos prá cá o salto que deu na valorização da terra, não falo que foi do reservatório, acho que foi mais a questão da agricultura mesmo, que teve a valorização pela produção que ocorre. O produtor aumentou sua produtividade. Há quinze anos atrás se produzia 80, 90 sacas de soja, hoje produz 150 quase 200, dobrou a produção.” (Entrevistado EE,

extensionista, contando sobre a época das negociações pelas indenizações da Cesp).

O mesmo entrevistado, que trabalha com extensão e tem um amplo conhecimento das atividades agrícolas da região, abordou ainda a questão da perda de áreas férteis pela inundação e a relação com os problemas que as mudanças nos cultivos agrícolas trouxeram para a população rural:

“Aqui acho que não teve tanta influência. Apesar que o pessoal sempre bate na perda de área fértil, área produtiva. Alguns produtores falam que perderam quase toda a propriedade. Mas, eu acho que não foi só isso que influenciou no problema econômico da agricultura, acho que já é uma questão fundiária que a maior parte são pequenos e a questão da renda hoje pra pequeno trabalhar com as culturas que eles trabalham aqui, soja, milho é complicado. Então, são atividades que predominam dentro do município que não é do perfil do pequeno produtor. Hoje no município aqui 90 – 80% da área é grãos e cana. Então, essa atividade já é excludente do pequeno produtor, o produtor que se basear na cultura de grãos e cana ele não sobrevive.” (Entrevistado EE, extensionista, quando perguntado se o reservatório gerou melhorias ou problemas para a região).

É provável que a chegada das barragens não tenha sido um evento que marcou negativamente a região. Por exemplo, entre os piscicultores houve o registro de apenas uma citação de desapropriação de pessoas conhecidas da região. Um dos produtores, apesar de estar na região no período que a barragem estava sendo construída, não quis opinar sobre seus efeitos na região já que ela não afeta a sua propriedade. No entanto, para os piscicultores que utilizam o reservatório para a produção, o barramento é visto como um fator positivo para a piscicultura, lazer e para os municípios, mas ambos citaram que os administradores das cidades não souberam aproveitar os possíveis benefícios ou exigir melhorias e obras compensatórias para infraestrutura local.

Apesar do enchimento dos reservatórios ter afetado cerca de 3140 pessoas de 600 famílias (CESP, 1990), a situação das terras alagadas que em sua grande

maioria era utilizada para prática agrícola parece ter contribuído para minimização dos efeitos sociais negativos. Diferentemente do constatado no estudo de Alves e Justo (2011), onde a comunidade que se caracterizava por ribeirinha e teve o seu vilarejo submerso, sentiu negativamente a mudança do espaço com a chegada da represa em todos os planos da vida. Talvez as relações da vida das pessoas não estavam tão atreladas às águas do rio Paranapanema. Outra possibilidade é a dimensão da área alagada, que está diretamente ligada à magnitude dos problemas sociais e a realocação da população.

De acordo com um indicador de impacto medido com a razão da potencia instalada pela área de reservatório, sendo que quanto maior for esse número menor são os possíveis impactos (GOLDEMBERG; LUCON, 2012), Canoas I apresenta $26,74 \text{ Kw} \cdot \text{ha}^{-1}$ e Canoas II $32 \text{ Kw} \cdot \text{ha}^{-1}$, estando as duas barragens acima da média do Brasil que é de $21,7 \text{ Kw} \cdot \text{ha}^{-1}$. Logo, considerando essa estimativa de impacto a partir da área de alagamento podemos considerar que esses empreendimentos realmente tiveram interferência diminuída neste quesito. Ainda, o depoimento do funcionário da atual concessionária das usinas ilustra que os problemas sociais de desapropriação foram minimizados pelo fato de todas as pessoas que ocupavam a área serem proprietárias e, portanto receberam indenização, já que ocupantes que não possuem o título da terra são realocados sem direito ao pagamento pela área que ocupavam:

“Não foi identificado nenhum caso de produtor não proprietário. No licenciamento ambiental normalmente é feito um cadastramento também daqueles que se utilizam das áreas que vão ser inundadas, mas que não possuem o domínio e a titularidade da área. Então, esses são impactados socialmente, economicamente por conta da função da usina e existe um programa específico, na qual faz análise desses agricultores, desses meeiros, desses posseiros que não tem título e é feito então uma relocação deles.” (Entrevistado ED, funcionário da administradora das usinas, explicando o processo de identificação da população atingida pela barragem).

Os reservatórios tiveram um alcance pontual na região, considerando que a população dos municípios em 1996 era de 111.067 pessoas, os mesmos afetaram

diretamente cerca de 3 % desse total, que receberam indenizações pela parte ou toda a propriedade que estava na faixa de inundação e dos 50 metros definidos como a Área de Preservação Permanente. Sendo que em alguns casos a área desapropriada foi maior, como citado a seguir:

“Para aqueles que teriam sua propriedade toda inviabilizada por questão da desapropriação, da faixa de inundação e dos 50 metros, adquiriu-se também a totalidade da propriedade, foram poucos casos, mas teve casos assim. Vamos supor que tinha um pedacinho, você tinha o rio Paranapanema seu leito normal, aí você tinha a propriedade aqui e a inundação pegaria toda essa faixa (desenhando), restariam 20% da área. Então, você tem uma faixa de 50 metros às vezes você tem um pouquinho a mais, porque toda a propriedade da pessoa ficaria inviabilizada, então já se adquiriu tudo. Pouquíssimos casos, mas teve algumas situações assim.” (Entrevistado ED, funcionário da administradora das usinas, quando perguntado sobre a faixa de desapropriação).

Diante do contexto, fica claro que o montante da população residente nos municípios de influência das usinas Canoas I e II não tiveram suas condições de vida potencialmente afetadas pelas represas e que elas estão muito mais atreladas às questões das práticas agrícolas que dominam em 90 % do território. Assim, analisando a qualidade de vida das pessoas a partir do IDH dos municípios da região observa-se que, em geral, todos tiveram um aumento no índice, ou seja, houve melhora progressiva das condições no período de 1991, 2000 para 2010 (Figura 3.8). Contudo, esses resultados não devem estar intima e integralmente relacionados aos empreendimentos construídos em 1999. Em 1991, todas as cidades do estudo estavam com um IDH muito baixo ou baixo, progredindo em 2000 para valores de IDH médio. Em todos os municípios passaram a apresentar um IDH alto, com exceção do município de Itambaracá que manteve o valor.

Figura 3.8 – Variação do Índice de Desenvolvimento Humano nos estado de São Paulo e Paraná e nos municípios de estudo, nos anos 1991, 2000 e 2010, de acordo com PNUD (2013)

Mas, analisando o ranking de IDH dos municípios do Brasil na Figura 3.9 é possível perceber que, apesar da melhora nos valores quando comparados com o restante do país, a região de estudo apresentou em alguns casos uma melhora na posição entre 1991 para 2000, mas na década seguinte todos os municípios apresentaram uma queda em sua colocação.

Figura 3.9 – Variação do Índice de Desenvolvimento Humano para os municípios de estudo, no ranking brasileiro para os anos de 1991, 2000 e 2010, segundo PNUD (2013)

Portanto, pode-se inferir que a região, apesar de ter registrado melhora geral no IDH, não acompanhou o desenvolvimento humano registrado para o país, ou ainda,

que há defasagem nos requisitos base de longevidade, educação e renda dificultando que o IDH aumentasse ainda mais. De acordo com Vaz (2006), são diversas as pesquisas que buscam identificar as múltiplas causas da pobreza e subdesenvolvimento rural do país e os resultados vêm mostrando que a principal origem está na inadequação e insuficiência de estudos e conhecimentos dos habitantes das zonas rurais. Isto indica que essa situação tem maior relação com necessidade de competências intelectuais para que sejam capazes de melhorar suas atividades e/ou buscar condições melhores de vida e menor ligação com a possível falta de recursos produtivos.

Analizando a média para a região de estudo de cada uma das três dimensões que formam o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (Figura 3.10) o valor referente à educação é o que se apresenta menor em 2010. No entanto, ao longo do período teve um crescimento de mais de 100%, já a renda é que teve menor acréscimo dos três entre 1991 e 2010. Este resultado corrobora com o que se previa acontecer em função das dinâmicas ocorridas com as práticas agrícolas locais.

Figura 3.10 – Valores médios das três dimensões que compõem o IDHM para os municípios de estudo, conforme o PNUD (2013)

De acordo com Vieira (2007), havia uma expectativa que a construção das usinas Canoas I e II trouxessem à região um impulso no processo de desenvolvimento a partir das obras de compensação dos impactos ambientais e pela geração de empregos. Essa perspectiva se concretizou inicialmente, com o aumento da

arrecadação de impostos, as obras públicas realizadas e a ampliação do mercado de trabalho. Mas, com a conclusão das obras o desenvolvimento regional de fato não aconteceu já que as usinas em operação geram um número limitado de empregos que demandam mão-de-obra especializada, a energia gerada é distribuída a uma ampla rede da Grande São Paulo e não houve investimentos para o aproveitamento turístico e recreativo do lago formado.

Entretanto, no médio Paranapanema a piscicultura tem despertado um crescente interesse na população, principalmente os cultivos no sistema de tanques-rede em função da formação dos reservatórios que oferecem disponibilidade de água e boas condições para produção, o que vem se mostrando uma alternativa econômica para a agropecuária. Em 2009, aproximadamente 2,5 hectares de espelho d'água foram destinados à produção de tilápia (*Oreochromis* sp.) em 629 tanques-rede nessa região, já na pesquisa de 2012 somente no reservatório de Canoas II foram contabilizadas 10 pisciculturas totalizando 701 tanques (FURLANETO; AYROZA; AYROZA, 2010; 2013). Conforme o entrevistado da concessionária da usina que atua na fiscalização das áreas de concessão, 25% das pisciculturas de todos os reservatórios do rio Paranapanema se concentram em Canoas I e II. Esse panorama se confirma entre os entrevistados, os que possuem piscicultura em tanques-rede já tinham outros empreendimentos e essa atividade nos reservatório é a expansão dos seus negócios de piscicultura, mas concordam que esse tipo de atividade é rentável em projetos de grande escala, uma vez que a margem de lucros está apertada, conforme declarado:

“Alto custo para você produzir, ração, tudo sobe e a gente não consegue subir o peixe. O peixe não tá acompanhando as altas de salário, de ração, de alevino, de remédios, tudo isso aí tem influenciado.” (Entrevistado PCA, piscicultor no Canoas I, quando perguntado sobre o que mudou na rentabilidade da atividade).

O produtor de formas jovens também considera os altos custos da atividade como um risco e sugere que as práticas adotadas e a forma de conduzir o empreendimento é que serão determinantes na rentabilidade do negócio:

“Eu sempre digo assim, a gente já errou muito, aprendemos mais, tivemos prejuízos, tivemos lucros, mas se estamos vivos,

ativos é porque ela é plenamente viável. Só que tem que ser encarada como uma atividade profissional, fora disso não tem mais o que querer. O custo é muito alto, o risco é muito alto para se aventurar. Então, precisa ser conduzida de uma forma profissional, como qualquer outra atividade agrícola.” (Entrevistado PE, produtor de formas jovens em viveiros em terra, perguntado se considera a atividade rentável).

As outras dificuldades da atividade que foram citadas entre os piscicultores e os envolvidos referem-se à falta de mão-de-obra, bem como a regularização dos empreendimentos, o que inviabiliza fontes de investimentos financeiros e a falta de organização da cadeia por meio do cooperativismo e industrialização. A maioria dos produtores está em processo de regulamentação e encontra-se sem as documentações legais, devido às dificuldades técnicas e financeiras ligadas ao atendimento dos requisitos dos diversos órgãos reguladores. Durante este processo, muitos produtores não tem uma rotina para o monitoramento da qualidade da água e não estão habilitados para solicitar recursos para manter ou melhorar os empreendimentos (AYROZA; AYROZA; FURLANETO, 2011). A fala dos piscicultores caracteriza a situação geral dos cultivos na região:

“Acho que meio que deu uma paralisada, pelo menos lá em Andirá tá estagnado, paralisado o crescimento.” (Entrevistado PMP, piscicultor em tanque-rede, respondendo sobre como está o desenvolvimento geral da atividade na região).

“Até é uma região boa pra piscicultura. Mas, tem pouco que estão levando a sério que tá profissional são poucos.” (Entrevistado PCA, piscicultor em tanque-rede, respondendo sobre como está o desenvolvimento geral da atividade na região).

"Ela já esteve um estouro, caiu, estabilizou e vou dizer hoje quem está na piscicultura está de uma forma profissional. Então, é claro que nós não temos as perspectivas, se a gente vai ver o potencial que existe como projeto. A liberação das

águas públicas é imensurável o que pode acontecer com a piscicultura né. Mas no momento ela tá, como se diz numa fase estagnada. Tá todo mundo aguardando algum sinal na industrialização do produto, questão ambiental, tudo né. Então, a coisa não tá assim estourando, tá num momento como se diz estacionado, mas está seguro." (Entrevistado PE, produtor de formas jovens em viveiros em terra, respondendo sobre como está o desenvolvimento geral da atividade na região).

Para os profissionais das empresas que atuam na atividade na região as principais melhorias também estão atreladas as questões da regularização ambiental, a organização da cadeia produtiva, a tecnificar os cultivos e capacitar mão-de-obra.

"Tem que ter um mercado mais consolidado, o que afasta muito o produtor é a questão de venda. Tem gente que tem dificuldade de comercialização principalmente se a pessoa não tá organizada, não tem uma produção constante, o ano inteiro, continuada. Então se a pessoa produz só na época de semana santa, então fica difícil dele comercializar. Tem que ter uma produção constante, tem que ter qualidade, tem que ter constância, se não o mercado...." (Entrevistado EE, extensionista, respondendo sobre o que precisa melhorar nas pisciculturas da região).

"Aqui em Cândido Mota eles tão com interesse em colocar um curso de técnico em piscicultura, alguma coisa assim. A gente tem muito problema na região com mão de obra." (Entrevistado EC, apoio técnico em empresa de comércio e extensão, respondendo sobre o que precisa melhorar nas pisciculturas da região).

Entretanto, em geral a construção das barragens é tida como fator positivo para o setor e o ambiente formado pelas águas represadas como um potencial para o crescimento da produção de peixes por meio do sistema de gaiolas, conforme pode ser visto no depoimento dos piscicultores:

“A com certeza para piscicultura veio para melhorar bem. Acho que as perspectiva são boas, principalmente por esses abatedouros que estão se instalando na região.” (Entrevistado PMP, piscicultor de tanque-rede, sobre a chegada do reservatório para a piscicultura).

“Ah vai bem. Vai por que a gente compra tilápia deles...” (Entrevistado PA, pesque-pague em viveiro, sobre o acha da produção no reservatório).

“Se não tivesse a barragem a gente não estaria com a piscicultura né. Depende da água represada pra atividade. ...o que mudou de lá pra cá foi que aumentou as pisciculturas no reservatório e diminuiu tanque-escavado.” (Entrevistado PCA, piscicultor tanque-rede, sobre se mudou a piscicultura com isso a construção da barragem).

Apenas um dos produtores fez referência à questão de estudos de capacidade suporte do ambiente para realmente saber quais são as perspectivas do desenvolvimento da piscicultura no reservatório.

“Eu acredito que aí vai envolver toda uma pesquisa da questão, do impacto, a capacidade suporte dessas represas. Eu acho que isso é um trabalho que tem que ser feito a médio, longo prazo. Para de fato poder chegar e dizer o quanto isso é relevante ou não. O quanto dá pra aumentar a capacidade dessas represas.” (Entrevistado PE, produtor de formas jovens em tanque escavado, sobre o cultivo de peixes no reservatório).

Para os entrevistados das empresas a atividade também têm a perspectiva de crescimento na região sendo que os reservatórios vieram colaborar, mas existem alguns desencontros, conforme detalhado nas falas transcritas:

“Tem muita especulação né. Tem muito frigorífico com projeto de instalação. Então, eu acho que tende a aumentar, que tem um potencial grande. Acho que a proteína de peixe tá sendo

mais demandada em detrimento de carne vermelha, então tem uma tendência de que tenha uma pressão também para instalação desses empreendimentos.” (Entrevistado ED, funcionário da concessionária, respondendo sobre as perspectivas da piscicultura no lago das usinas).

“(o reservatório) podia ser melhor explorado, até na piscicultura, apesar que aqui o município atua bem na piscicultura, mas podia ser muito melhor. Nós tivemos facilidade, a gente conseguiu logo que foi criado o reservatório, porque nós já tínhamos tradição na piscicultura quando criou o reservatório a piscicultura já era uma coisa que nós já estávamos trabalhando aqui. Nós temos um caso aqui a água estava enchendo e ele (o primeiro produtor) já estava colocando gaiola na água. Então o cara já aproveitou, a água vai bater na minha propriedade aqui vou começar a criar peixe. Essa questão do reservatório para criação de peixe foi interessante e até pela experiência que o pessoal já tinha aqui com piscicultura.” (Entrevistado EE, extensionista, relação da piscicultura com a chegada dos reservatórios).

“Ah eu tenho dois olhares pra reservatório né, eu acho que uns dos olhares do lado negativo é que acaba tendo problema com a reprodução da espécie nativa e o outro é que beneficia a piscicultura em tanque-rede pra nós. Que é um ponto positivo, porque eu acho que a gente precisa fazer alimento, você produzir o alimento extensivamente com crescimento da população não vai conseguir produzir. Então tem que ser intensivamente e a alternativa de tanque-rede pra nós é uma opção ótima por questão das barragens, né. A questão do tanque-rede você não vê ninguém parado, quem tem tanque-rede sempre tá comprando mais, tá aumentando projeto. Agora tanque-escavado é um ou outro que tá querendo ampliar. Eu

acho que esses parques aquícolas pra nós vai ser ótimo, eu acho que isso é a melhor coisa que aconteceu na área da piscicultura e outra abrindo o comércio pra nós aqui, pesqueiro também já melhora muito o volume de produção de peixe. Aumenta a cadeia inteira desde quem produz tanque-rede, quem produz a ração, quem produz o peixe, o frigorífico vai sempre ter esse ganho, então eu acho que pra região é ótimo.” (Entrevistado EC, apoio técnico em empresa de comércio e extensão, respondendo sobre as perspectivas da piscicultura para região).

Os barramentos de Canoas I e II trouxeram a perspectiva de crescimento da atividade de piscicultura na região e parece haver uma melhor tendência no desenvolvimento dos produtores em tanque-rede comparados aos viveiros em terra, já que há um potencial a ser explorado. Mas, para que se concretizem importantes dificuldades que o setor enfrenta precisam ser superados, o desenvolvimento deve ser pautado em estudos sobre a influência da atividade no meio e guiar as ações de monitoramento para que se tornem parte contínua do processo produtivo. Atualmente a atividade é uma importante fonte de renda, sendo a principal para a maioria dos entrevistados e uma alternativa a agricultura. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2012) a produção de proteína em meio aquático deverá manter o crescimento mais rápido entre os produtores de alimento de origem animal e poderá, nos próximos anos, juntamente com a pesca de captura, ultrapassar a produção de carne bovina, suína e de aves.

3.4 Conclusões

O perfil social da população dos municípios do entorno dos reservatórios Canoas I e II foi se alterando ao longo das décadas influenciado pelas mudanças que ocorreram na prática da agricultura, que desde a época do seu povoamento se manteve como a principal atividade econômica da região. Os residentes, que eram predominantemente da zona rural, foram migrando cada vez mais para as cidades e em 1980 a maior parte da população já se concentrava nos centros urbanos. Essa

dinâmica foi influenciada pela substituição do café e das policulturas em pequenas propriedades pelo cultivo de grãos e cana-de-açúcar que utilizam grandes extensões de terra com a mão de obra sendo trocada pelo uso de máquinas. Essa situação pressionou os pequenos produtores rurais a arrendarem suas terras e, conseqüentemente, iniciou o processo de êxodo rural, o que não foi positivo para o desenvolvimento socioeconômico geral da região, tendo em vista que a agricultura concentrava boa parte da mão de obra local e uma grande parcela dessa população teve de encontrar nova forma de vida.

Os barramentos começaram a operar em 1999, portanto, conclui-se que as transformações demográficas pouco tiveram haver com os empreendimentos. O que foi observado é que neste período teve um aumento no número total de residentes da área que podem ter sido atraídos pelas perspectivas de novos empregos e desenvolvimento local. Mas, essas expectativas se concretizaram apenas no início da implantação das barragens, já que as usinas em operação geraram um número limitado de empregos especializados e os investimentos nos municípios não tiveram as transformações esperadas. Talvez esse seja o maior impacto social gerado por essas usinas, a não concretização das melhorias nas condições de desenvolvimento regional anunciadas. Diante desse contexto, a construção dos reservatórios teve influência pontual sobre as condições socioeconômicas da população, afetando diretamente aqueles que foram deslocados ou perderam parte da propriedade em função do alagamento das terras. O enchimento dos reservatórios teve impacto direto nas áreas produtivas, já que no entorno do rio Paranapanema as terras férteis eram predominantemente utilizadas para as plantações agrícolas.

O cultivo de peixes vem crescendo na região inclusive como uma atividade alternativa a agricultura, mas está passando por um período de estagnação devido à falta de regularização, de mão de obra e de organização da cadeia produtiva. Mesmo assim, é considerada uma atividade rentável e já serve de principal fonte de renda para vários produtores, com potencial de crescimento principalmente se tratando da utilização da disponibilidade de águas dos reservatórios. Logo, a construção do barramento é entendida como um fator positivo para os envolvidos com a piscicultura e traz perspectivas de desenvolvimento da produção no sistema em tanques-rede, contribuindo para a expansão de toda a cadeia dos fornecedores de insumos à indústria de processamento. No entanto, a dimensão que tomará a

atividade futuramente ainda é incerta, uma vez que existem questões importantes de legalização, incentivos governamentais e investimentos, manutenção da qualidade da água e estruturação da rede de comercialização que interferem e definirão o rumo da piscicultura local. Ponderando todos esses aspectos e diante da caracterização dos municípios estudados, é possível que se estruturado de maneira adequada este setor venha tornar-se uma atividade com importância social econômica assim como a agricultura e talvez seja um meio de resgate daquela população então excluída das áreas rurais.

Referências

AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. **Conservation Biology**: Hoboken, v. 19, n. 3, p. 646-652, Jun. 2005.

ALVES, A.D.; JUSTO, J.S. Espaço e subjetividade: estudo com ribeirinhos. **Psicologia & Sociedade**: Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 181-189, jul. 2011.

AYROZA, D.M.M.R.; AYROZA, L.M.S.; FURLANETO, F.P.B. Situação da regularização de projetos piscícolas em tanques-rede no estado de São Paulo. **Pesquisa & Tecnologia**: Campinas, v. 8, n. 2, p. 1-7, jul-dez. 2011.

AYROZA, D.M.M.R.; NOGUEIRA, M.G.; AYROZA, L.M.S.; CARVALHO, E.D.; FERRAUDO, A.S.; CAMARGO, A.F.M. Temporal and Spatial Variability of Limnological Characteristics in Areas under the Influence of Tilapia Cages in the Chavantes Reservoir, Paranapanema River, Brazil. **Journal of the World Aquaculture Society**. Hoboken, v. 44, issue 6, p. 814-825, Dec. 2013.

BEVERIDGE, M.C.M. **Cage Aquaculture**. 3rd. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 368p.

BOYD, C.E.; LIM, C.; QUEIROZ, J.; SALIE, K.; DE WET, L.; MCNEVIN, A. Best management practices for responsible aquaculture. In: **USAID/Aquaculture Collaborative Research Support Program**, Corvallis, Oregon State University, 2008. 47p.

BUNTING, S.W. Low Impact Aquaculture. **Centre for Environmental and Society Occasional Paper 2006-3**. Colchester, UK; University of Essex, 2006. 32p.

BRANDÃO, H.; NOBILE, A.B.; SOUTO, A.C.; RAMOS, I.P.; QUEIROZ de SOUSA, J.; CARVALHO, E.D. Influence of cage fish farming on the diet and biological attributes of *Galeocharax knerii* in the chavantes reservoir, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 157-167, 2013.

CESP. **Aproveitamento Hidroelétrico do rio Paranapanema - Complexo Canoas: Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Usinas: Canoas I - Canoas II.** São Paulo: SEE, 1990.66p.

CETESB. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014.** São Paulo: CETESB, 2015. 520 p. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/agua-doce-parte1-corrigido.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2015

CPAGRI-UNICAMP – CENTRO DE PESQUISAS METEOROLOGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. **Clima dos municípios paulistas.** Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. Piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, suplemento especial, p. 68-87, jul. 2010.

ELER, M.N.; MILLANI, T.J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, suplemento especial, p.33-44, 2007.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2012.** Roma: FAO, 2012. 209p.

FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, D.M.M.R.; AYROZA, L.M.S. Análise econômica da produção de tilápia (*Oreochromis spp*) em tanques-rede, ciclo de verão, região do Médio Paranapanema, Estado de São Paulo, 2009. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.40, n.4, p.5-11, abr. 2010.

FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, D.M.M.R.; AYROZA, L.M.S. Caracterização das pisciculturas em tanques-rede do reservatório Canoas II, rio Paranapanema, SP/PR. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 1-5, jul-dez. 2013.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2014. 200p.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, meio Ambiente e desenvolvimento**. 3 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. 400p.

HALL, S.J., DELAPORTE, A.; PHILLIPS, M.J.; BEVERIDGE, M.; O'KEEFE, M. **Blue Frontiers: Managing the Environmental Costs of Aquaculture**. Penang: The WorldFish Center, 2011. 92p.

HALWART, M.; SOTO, D.; ARTHUR, J.R. **Cage aquaculture: Regional reviews and global overview**. FAO Fisheries Technical Paper 498. Roma: FAO, 2007. 241p.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Classificação climática**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

IBGE. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, U.S. Geological Survey, 1992. 1 mapa. Escala 1:250.000.

IBGE. **Mapa do Potencial Agrícola do Brasil**. Rio de Janeiro; IBGE, 2002. 1 mapa. Escala 1: 24.000.000.

Instituto Florestal. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo**. Quantificação da vegetação Natural Remanescente Para os Municípios do Estado de São Paulo – Legenda IBGE – RADAM – 2009, Instituto Florestal, 2009. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/sifesp/files/2014/01/municipio_maior_porc.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2015.

NOGUEIRA, M.G.; PERBICHE-NEVES, G.; NALIATO, D.A.O. Limnology of two contrasting hydroelectric reservoirs (storage and run-of-river) in southeast Brazil. In: SAMADI-BOROUJENI, H. (Ed.). **Hydropower - Practice and Application**. Rijeka: Intech, 2012. Chap.8, p. 67–184.

OLIVEIRA, T.M.V. Amostragem não Probabilística: Adequação de Situações para uso e Limitações de amostras por Conveniência, Julgamento e Quotas. **Administração On Line - Prática - Pesquisa – Ensino**: São Paulo, v. 2, n. 3, jul/ago/set. 2001. Disponível em: <http://www.fecap.br/adm_online/art23/tania2.htm>. Acesso em: 12 out. 2014.

PASSOS, M.; SANT'ANA, L.; BUENO, M. O Norte do Paraná: do café à cana do açúcar. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, Porto, n. 1, p. 181-206, jun. 2012.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: <
<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/>>. Acesso em: 28 mai. 2015.

PILLAY, T.V.R. **Aquaculture and the Environment**. 2.ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 212p.

RICHARDSON, R.J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2014. 334p.

ROTTA, M.A.; QUEIROZ, J.F. **Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 27p. (Documentos, 47).

SCHIRMER, G.J; CARDOSO, E.S. A piscicultura na dinâmica socioeconômica do município de Agudo-RS. **Boletim gaúcho de geografia**, Porto Alegre, n. 36, p. 23-28, mai. 2011.

SELLTIZ, C.; JAHODA, M.; DEUTSCH, M.; COOK, S.W. **Métodos de Pesquisa nas relações sociais**. 2 ed. São Paulo: Editora Herder, 1967. 687p.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JÚNIOR, A.J.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial: Agroindústria**, Rio de Janeiro, v. 35, p. 421-463, mar. 2012.

SIMÕES, F.S.; YABE, M.J.S.; MOREIRA, A.B.; BISINOTI, M.C. Avaliação do efeito da piscicultura em sistemas aquáticos em Assis e Cândido Mota, São Paulo, por indicador de qualidade da água e análise estatística multivariada. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 8, p. 1835-1841, 2007.

SPERLING, E. von. Hydropower in Brazil: overview of positive and negative environmental aspects. **Energy Procedia**, Amsterdam, v. 18, p. 110-118, 2012.

SUBASINGHE, R.; SOTO, D.; JIA, J. Global aquaculture and its role in sustainable development. **Reviews in Aquaculture**: Hoboken, v. 1, p. 2-9, 2009.

TUNDISI, J.G. Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios – estudos de caso e perspectivas. In: NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Org). **Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas de cascatas**. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2006. Cap. 1, p. 1-22.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Integration of research and management in optimizing multiple uses of reservoirs: the experience of South America and Brazilian cases studies. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 500, n. 1-3, p. 231-242, 2003.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. Ecossistemas de águas interiores. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Org.). **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. 3.ed. São Paulo: Escrituras editora, 2006. cap 6. p. 161 – 202.

VAZ, R.H.M. **O sistema de plantio direto: caminhos e descaminhos no município de Cândido Mota, São Paulo**. 2006. 122p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

VIEIRA, S.D. **As centrais hidrelétricas de Canoas I e II no médio vale Paranapanema: história e impactos sócios-econômicos**. 2007. 325p. Dissertação (Mestrado em História) - Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual Paulista, Assis, 2007.

WATKINS, K. **Human Development Report 2006-Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis**. New York: United Nations Development Programme (UNDP), 2006. 422p.

WU, N.; TANG, T.; FU, X.; JIANG, W.; LI, F.; ZHOU, S.; CAI, Q.; FOHRER, N. Impacts of cascade run-of-river dams on benthic diatoms in the Xiangxi River, China. **Aquatic Sciences**: Basel, v. 72, p. 117-125, Nov. 2009.

APÊNDICE

APÊNDICE A
(Continua)

Anos	Classes	CA (km²)	PLAND (%)	NP	PD (nº/100 ha)	LPI (%)	ED (m/Ha)	LSI	AREA_MN (ha)	AREA_SD (ha)	SHAPE_MN	SHAPE_SD	PARA_MN	PARA_SD
1991	Água	37,60	1,59%	895	0,3776	1,0965	2,5044	27	4,2006	87,415	1,1555	0,5557	986,6027	384,5559
1991	Agropastoril	2213,02	93,39%	254	0,1072	61,58	11,353	15	871,267	10261,5495	1,1958	0,8737	995,4658	386,4175
1991	Vegetação	95,70	4,04%	2590	1,0927	0,0891	9,3784	57	3,6948	10,2981	1,2723	0,3756	622,4235	361,0949
1991	Urbanização	23,30	0,98%	10	0,0042	0,2315	0,3946	5	232,974	200,5431	1,6186	0,3538	72,4918	53,5737
1995	água	37,65	1,59%	826	0,3485	1,1607	2,412	26	4,5582	95,978	1,151	0,5698	987,9288	385,8237
1995	Agropastoril	2204,90	93,05%	185	0,0781	60,905	11,9871	16	1191,8403	11890,282	1,2499	1,0731	929,9964	393,1602
1995	Vegetação	104,15	4,40%	3151	1,3294	0,1075	10,6593	62	3,3053	9,8778	1,2541	0,3461	615,0906	332,4509
1995	Urbanização	22,78	0,96%	15	0,0063	0,2421	0,3992	5	151,878	198,4607	1,5699	0,3529	270,7032	336,3803
2000	água	69,08	2,92%	817	0,3447	2,3845	3,0336	23	8,4555	197,6842	1,1891	0,5076	911,9394	423,4551
2000	Agropastoril	2171,46	91,64%	374	0,1578	60,142	13,0884	18	580,6052	8262,4784	1,1488	0,8418	1087,3999	338,814
2000	Vegetação	100,88	4,26%	3534	1,491	0,1532	10,959	65	2,8546	10,2409	1,2463	0,4005	735,7284	386,8341
2000	urbanização	28,09	1,19%	27	0,0114	0,2603	0,5268	6	104,05	190,5007	1,4037	0,4104	432,3616	441,8835
2005	água	68,57	2,89%	948	0,4	2,4004	3,0956	24	7,2334	184,7608	1,1811	0,4911	955,719	408,191
2005	Agropastoril	2.174,98	91,80%	504	0,2126	60,136	11,5756	16	431,5429	7129,672	1,1215	0,6459	1088,9666	328,9045
2005	vegetação	97,08	4,10%	2251	0,9497	0,1428	9,9676	60	4,3128	13,803	1,3752	0,5617	701,9835	400,7594
2005	urbanização	28,73	1,21%	32	0,0135	0,2562	0,603	7	89,7947	180,4378	1,5092	0,4154	356,3004	288,4403
2010	água	69,56	2,94%	933	0,3936	2,4136	3,148	24	7,4554	187,2472	1,1918	0,5078	926,5819	402,2347
2010	Agropastoril	2178,03	91,93%	685	0,289	60,276	11,5503	16	317,96	6128,484	1,0973	0,5533	1128,5182	294,1157
2010	Vegetação	86,95	3,67%	3319	1,4003	0,0716	9,9955	64	2,6198	8,7872	1,2438	0,4616	786,1282	381,6988
2010	Urbanização	34,79	1,47%	27	0,0114	0,327	0,707	7	128,8467	229,547	1,6455	0,4621	269,3269	352,4695
2014	água	66,61	2,81%	816	0,3443	2,0642	2,9708	23	8,1634	172,4387	1,2375	0,5423	981,4693	479,3415
2014	Agropastoril	2.172,93	91,72%	837	0,3531	60,38	11,5408	16	259,6091	5540,7722	1,1002	0,4997	1200,5839	375,689
2014	Vegetação	93,59	3,95%	2823	1,191	0,0663	9,996	62	3,3151	10,1189	1,2826	0,527	759,13	440,3816
2014	Urbanização	35,95	1,52%	54	0,0228	0,3026	0,7772	8	66,5791	177,0281	1,413	0,4287	552,2116	501,6624

(Conclusão)

Anos	Classes	TCA (ha)	NDCA	CORE_MN (ha)	CORE_SD	DCORE_MN	DCORE_SD	CAI_MN (%)	CAI_SD	PROX_MN	PROX_SD	IJI (%)	CONNECT (%)	AI (%)
1991	Água	2123,46	324	2,3726	59,3664	6,5539	48,2048	2,7472	8,522	132,7952	730,7336	43,1066	0,0475	86,9781
1991	Agropastoril	211961,16	143	834,493	9840,4936	1482,246	13067,4177	3,791	12,9755	270804,85	305071,75	55,6466	0,4326	99,0745
1991	Vegetação	4200,93	1722	1,622	7,537	2,4396	8,9538	10,6659	17,6299	16,3722	36,9315	18,5809	0,0115	82,7183
1991	Urbanização	2057,67	10	205,767	182,9904	205,767	182,9904	79,6747	14,1583	223,1183	0	22,15	0	97,5957
1995	água	2169,36	297	2,6263	65,1501	7,3042	64,5624	2,5573	8,6086	149,2975	992,2179	56,8919	0,0426	87,4967
1995	Agropastoril	210517,47	143	1137,93	11376,9765	1472,15	12918,4223	4,1311	14,5188	204968,3	230720,31	48,8441	0,4407	99,0215
1995	Vegetação	4352,94	1976	1,3814	7,068	2,2029	7,905	9,2166	16,2234	7,5397	24,1251	24,1164	0,005	81,8934
1995	Urbanização	2002,86	13	133,524	179,5308	154,0662	183,7672	51,2132	39,2939	1,7845	4,4828	41,1915	0,9524	97,4994
2000	água	4964,4	386	6,0764	160,6947	12,8611	210,755	4,3291	10,6824	453,8822	2385,4945	50,3526	0,0441	91,9011
2000	Agropastoril	206533,89	181	552,23	7868,8441	1141,071	11259,968	1,8107	9,6028	288750,25	301743,22	56,6651	0,3312	98,9097
2000	Vegetação	4071,78	1867	1,1522	6,6562	2,1809	8,5355	7,3803	15,2239	14,7304	72,6689	22,6487	0,0113	80,7336
2000	urbanização	2449,53	20	90,7233	170,7626	122,4765	188,02	38,4123	36,9801	139,695	589,7281	25,7831	1,1396	97,2179
2005	água	4913,64	346	5,1832	150,4436	14,2013	216,8583	3,1047	8,7646	611,4442	3302,1554	58,8023	0,0401	91,6104
2005	Agropastoril	208367,1	145	413,427	6837,3549	1437,015	11996,0343	1,7671	9,1345	288305,68	289961,54	59,6695	0,2532	99,035
2005	vegetação	3960,18	1830	1,7593	8,8718	2,164	7,6763	9,1103	16,6764	23,7324	88,2174	31,8035	0,0258	81,8682
2005	urbanização	2464,74	30	77,0231	160,0973	82,158	164,0651	34,3781	35,7817	5,037	1,875	26,2769	0,4032	96,8124
2010	água	4969,53	355	5,3264	152,9304	13,9987	153,3457	3,1047	8,9178	559,1411	3388,9509	62,1762	0,0426	91,5653
2010	Agropastoril	208415,43	169	304,256	5873,6875	1233,227	11773,0215	0,9164	7,1099	218469,08	243872,09	61,1496	0,1498	99,0408
2010	Vegetação	3286,89	1602	0,9903	5,6837	2,0517	7,6031	5,4694	13,5816	12,2346	41,0262	33,3161	0,0121	79,6398
2010	Urbanização	2992,77	40	110,843	205,7846	74,8192	176,5541	52,4388	29,7606	136,8809	645,8677	26,7153	0,5698	96,8809
2014	água	4999,0595	447	6,1263	146,9644	11,1836	195,9204	5,3614	11,7191	608,4381	3902,2872	61,7376	0,065	92,8783
2014	Agropastoril	209315,26	206	250,078	5348,419	1016,094	10740,8374	1,6147	8,1495	270804,85	322391,36	60,829	0,1875	99,1674
2014	Vegetação	4284,812	2205	1,5178	6,7254	1,9432	7,1457	10,6832	18,1285	16,3722	60,082	33,3923	0,0151	83,6278
2014	Urbanização	3139,1479	51	58,1324	160,5384	61,5519	164,4266	32,7334	33,0037	223,1183	937,7412	35,1982	1,0482	97,0971

ANEXOS

ANEXO A – Questionário socioeconômico desenvolvido pela Apta Regional Médio Paranapanema

Q1 – Dados do Produtor

Nome do produtor: _____

Telefone: _____

E-mail: _____

Endereço: _____

Bairro: _____ Município: _____

CEP: _____ - _____ Tipo de Endereço: ☐ Residencial ☐ Comercial

Pertence a: ☐ Associação ☐ Cooperativa

Q2 – Dados da Propriedade

Nome da Propriedade: _____

Endereço: _____

Bairro: _____

Ponto de referência: _____

Município: _____ UTM (DATUM WGS84): _____ Fuso (22 ou 23)

E N

Condição de posse (escolha 1 opção):

☐ Arrendatário ☐ Assentado Estadual ☐ Assentado Federal ☐ Beneficiário PNCF/Banco da Terra

☐ Comodatário ☐ Meeiro ☐ Posseiro ☐ Proprietário

☐ Quilombola ☐ Usufrutuário ☐ Outros

Q3 – Características da Piscicultura

Objetivo	Sistema de Produção		
	Barramento	Tanque rede	Viveiro escavado
Produção de alevinos e/ou juvenis	☐	☐	☐
Engorda	☐	☐	☐
Pesque-pague	☐	☐	☐
Nº de pessoas envolvidas na produção de peixes:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Controle administrativo:	☐ Planilha eletrônica	☐ Planilha de campo	☐ Técnico terceirizado ☐ Não tem
Assistência técnica:	☐ Oficial (Governo)	☐ Privada	☐ Não tem
Processamento da produção:	☐ Sim	☐ Não	
Controle qualidade da água:	☐ Sim	☐ Não	
Se o Controle da água for Sim, selecione as Variáveis Analisadas:			
☐ Alcalinidade	☐ Amônia	☐ Clorofila	☐ Condutividade ☐ Fósforo Total
☐ Nitrato	☐ Nitrogênio Total	☐ Oxigênio Dissolvido	☐ pH ☐ Temperatura
☐ Transparência			
Principal(is) problema(s) da atividade:			
☐ Aquisição Alevinos e/ou Juvenis	☐ Assistência Técnica	☐ Licenciamento	☐ Logística e Transporte
☐ Mão de obra	☐ Mercado	☐ Processamento	☐ Ração ☐ Sanidade
Outros Problemas: _____			

Entrevistador: _____

Complementação

1. Pontos positivos da atividade: _____

2. Tempo de instalação da piscicultura (anos): _____

3. Pretende aumentar a piscicultura: () Sim () Não

*Piscicultura é a principal fonte de renda?

*Desde quando?

*Se não é, por quê?

*A família possui outra fonte de renda?

Sistema de produção: Barramento ou Viveiro Escavado		Controle	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sistema de produção:	☐ Barramento	☐ Viveiro escavado					
Objetivo:	☐ Produção de alevinos e/ou juvenis	☐ Engorda	☐ Pesque-pague				

Questões para Produção de alevinos e/ou juvenis, Engorda ou Pesque-pague			
Área total de espelho d'água [ha]:	<input type="text"/>	Existente na propriedade	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Utilizada para piscicultura	<input type="text"/>
Número total de viveiros:	<input type="text"/>	Existente na propriedade	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Utilizada para piscicultura	<input type="text"/>
Sistema de abastecimento:	☐ Barramento	☐ Derivação	☐ Poço
Tratamento de efluentes:	☐ Filtro biológico	☐ Tanque de decantação	☐ Outros ☐ Não tem

Taxa de mortalidade (%): _____

Dados de Produção*									
Espécie	Ciclo de produção	Nº de ciclos/ano	Densidade	Produção	Peso médio de venda	Preço médio de venda			
(cód.)	[meses]		[peixes/m²]	[Ton/ano]	[g]	[R\$/Kg]			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

*No caso de Pesque-pague: preencher apenas a coluna de espécie.
 Espécies (cód): 01. Carpa cabeça grande, 02. Carpa capim, 03. Carpa prateada, 04. Carpas, 05. Curimatã, 06. Dourado, 07. Lambari, 08. Matrinxã, 09. Pacu, 10. Piaçu, 11. Pintado, 12. Tambaqui, 13. Tatinga e Patinga, 15. Tilápia, 16. Traira, 17. Truta, 00. Outras espécies

Questões para Produção de alevinos e/ou juvenis ou Engorda

Alimentação: ☐ Ração comercial ☐ Ração caseira ☐ Subprodutos: _____

Destino da produção [%] para Produção de alevinos e/ou juvenis:

Engorda: [][][][] , [][][] Venda: [][][][] , [][][][]

Destino da produção [%] para Engorda:

Atacadista: [][][][] , [][][][] Frigorífico: [][][][] , [][][][] Pesque-pague: [][][][] , [][][][]

Varejista: [][][][] , [][][][] Venda direta ao consumidor: [][][][] , [][][][]

Respostas optativas:

Sim Não

Licença CETESB ☐ ☐ Outorga DAEE ☐ ☐

Registro de Aquicultor - MPA ☐ ☐

Taxa de mortalidade (%): _____

Sistema de produção: Tanque rede Controle [][][][][]

Objetivo ☐ Produção de alevinos e/ou juvenis ☐ Engorda

Local de instalação ☐ Represa rural ☐ Águas públicas Estaduais ou Municipais ☐ Águas públicas da União

Nome do rio/reservatório _____ Nome do reservatório _____

Área total ocupada pelo empreendimento [ha]: Ocupada atualmente [][][][][] , [][][][] Prevista no projeto [][][][][] , [][][][]

Número total de tanques redes: Instalados atualmente [][][][][] Prevista no projeto [][][][][]

Tamanho do tanque rede (quantidade e volume útil [m³])

[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]
[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]
[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]

Dados de Produção							
Espécie e (cód.)	Ciclo de produção [meses]	Nº de ciclos/ano	Densidade [peixes/m²]	Produção [Ton/ano]	Peso médio de venda [g]	Preço médio de venda [R\$/Kg]	
[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]
[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]
[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]
[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]
[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]
[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]	[][][][][]

Espécies (cód): 01. Carpa cabeça grande, 02. Carpa capim, 03. Carpa prateada, 04. Carpas, 05. Curimbatá, 06. Dourado, 07. Lambari, 08. Matrinxã, 09. Pacu, 10. Piauçu, 11. Pintado, 12. Tambaqui, 13. Tatinga e Patinga, 15. Tilápia, 16. Traira, 17. Truta, 00. Outras espécies

Taxa de mortalidade (%): _____

Dados Econômicos

1. Local para compra de insumos:

- Ração (nome das empresas e municípios): _____

_____ -

Alevinos: (nome das empresas e municípios): _____

_____ -

Equipamentos (tanques-rede, balanças, etc) (nome das empresas e municípios): _____

2. Preço do kg da ração (R\$/kg): _____

3. Preço do milheiro de alevino(R\$/kg): _____

4. Preço da mão-de-obra (R\$/mês): _____

Destino da produção [%] para Produção de alevinos e/ou juvenis:				Engorda:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	,	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Venda:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	,	<input type="text"/>	<input type="text"/>													
Destino da produção [%] para Engorda																																
Atacadista:				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	,	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Frigorífico:				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	,	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Pesque-pague:				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	,	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Varejista:				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	,	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Venda direta ao consumidor:				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	,	<input type="text"/>	<input type="text"/>											

Dados complementares

1. Vias de acesso ao empreendimento: _____

2. Existe alguma associação ou grupo de piscicultores ou pescadores na região (nome e município):

Nome do entrevistador: _____ Data: _____

ANEXO B – Questionário aplicados aos estabelecimentos comerciais

Questionário – Estabelecimentos comerciais

1. Nome do estabelecimento: _____
 1.1. Endereço: _____
 2. Nome do entrevistado: _____
 2.1. Função/cargo: _____
 3. O estabelecimento atende ao setor de piscicultura? () Sim () Não
 4. Se atender, quais/que tipos de produtos oferecem e vendem ao setor? _____

 5. Para quem vende esses produtos? Que tipo de piscicultores (tanques, viveiros, alevinos...)? _____

 6. O quantitativo de vendas desses produtos é significativo para o estabelecimento?
 () Sim () Não
 7. Qual a importância aproximada (%) desses produtos no quantitativo de vendas mensal? _____
 7.1. _____ Kg ração vendida no mês
 8. Possui compradores frequentes/regulares? Quem são eles? _____

 9. O que acha do setor de piscicultura (como vê)? Está crescendo, recuando? _____

 10. Pretende aumentar as vendas e/ou a oferta de produtos para esse setor? Porquê? ____

 11. Quais são os entraves para atender o setor? _____

 12. Possui concorrentes? Sabe citá-los? _____

- Data da entrevista: ____/____/____
- Nome do entrevistador: _____

ANEXO C – Formulário de entrevista dos piscicultores

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
 Pós-graduação Interunidades em Ecologia Aplicada - Esalq/Cena
 Lab. Análises Ambientais e Geoprocessamento
 Projeto em nível de Mestrado
 Financiamento: PPGI-EA e Capes

FORMULÁRIO DE ENTREVISTA: PERFIL, TRABALHO, RENDA, ATIVIDADE DE PISCICULTURA, USO DA TERRA, RESERVATÓRIO DA UHE

Projeto: Análise da dinâmica territorial, social e econômica da região do entorno dos reservatórios de Canoas I e II – a construção da barragem e o desenvolvimento da piscicultura.

Pesquisador responsável: Mariana Figur Seide (Bióloga – Mestranda)

Apoio: Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA – Assis/SP)

IDENTIFICAÇÃO GERAL

Data :	ID: __ __ __
Entrevistador:	
Hora início:	Hora término:
Município/UF:	Coordenadas: __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __
Endereço:	
Ponto de referência:	

IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO

Nome do entrevistado:	
Relação com a propriedade:	Data de aquisição/posse:
Qual a área (m²):	
A propriedade está: ☐ em seu nome ☐ arrendada ☐ outro: _____	
Tipo de propriedade: ☐ residencial ☐ comercial ☐ produtora	
Se reside na propriedade, com quem?	
Se não, onde reside?	
O sr(a) frequentou a escola? Até quando? Ens. Fundamental, Médio, Superior, PG	
Se a propriedade é sua, quais motivos escolheram o local (próximo da cidade, preço, água, solo, outros)?	
Se está no local depois de 2000, onde estava antes?	
De onde vem a água para uso doméstico?	
E para a produção?	
Possui energia elétrica? Sim, Não – como faz?	

O sr(a) ou alguém da família participam de alguma associação, cooperativa, sindicato?
 Recebe algum benefício do Governo?
 Já solicitou/recebeu crédito? De quem? Para quê?

UTILIZAÇÃO DA ÁREA

O que produz na propriedade?

Tem alguma área verde/mato que não utiliza? Porquê? Pretende usar?

PISCICULTURA

Qual sua relação com a piscicultura? Conhece, Produtor, Comerciante, Nenhuma

Se é produtor/comerciante, desde quando?

Porquê começou com a piscicultura?

Produtor: Engorda, alevino/juvenis, pesque-pague, outro _____

Em que sistema: tanque-rede, tanques escavado, barramento, outro _____

Área destinada a piscicultura e/ou número de tanques instalados?

Tamanho tanques? (quantidade, volume (m³))

Quais espécies? Engorda-Produção mensal aproximada (Kg/mês)

1	6
2	7
3	8
4	9
5	10

Quantas pessoas trabalham na piscicultura?

Faz algum tipo de controle de qualidade da água?

Possui licença ambiental? Registro no MPA? Outorga DAEE?

Compra de insumos:

Ração (nome das empresas e municípios):

Alevinos: (nome das empresas e municípios):

Equipamentos (tanques-rede, balanças, etc)/medicamento (nome das empresas e municípios):

Preço do kg da ração (R\$/kg): _____ Preço do milheiro de alevino(R\$/kg): _____ Preço da mão-de-obra (R\$/mês): _____ Vende os peixes para quem? Preço médio de venda (R\$/Kg)
Recebe assitência técnica? Sim, De quem? Frequência. Não, gostaria de ter?
O sr(a) considera a piscicultura uma atividade rentável? Porquê?
Tem outra fonte de renda? A piscicultura é a principal?
Quais os fatores positivos da atividade? Quais os problemas/dificuldades?
Pretende continuar com a piscicultura? Porquê?
Pretende expandir? O que? Porquê?
Como você vê a atividade de piscicultura na região? Como poderia melhorar?
O sr(a) e a família gostam de comer peixe? Com que frequência? Diário, semanal, quinzenal, mensal, anual, nunca. Compra ou produz? Onde? O que faria aumentar o consumo de peixe?

USINA HIDROELÉTRICA
O sr(a) tem acesso ao reservatório? Na sua propriedade, Pública?
Já estava na região antes de fazerem a barragem? Sim. Não, onde estava?
Notou ou ficou sabendo se a barragem trouxe alguma mudança para a região?

Infraestrutura pública (escola, estrada, saúde, água, energia)/população/agricultura
O sr(a) acha que o lago traz melhoria na qualidade de vida?
Conhece alguém que foi desapropriado? Não. Sim, como foi? O que fazia e o que faz hoje.
Para a piscicultura acha que mudou alguma coisa? Acha que a produção de peixe pode aumentar com o reservatório? Porquê?

PERSPECTIVAS
O que planeja para sua terra? Vender, comprar mais, deixar para os filhos, arrendar, produzir mais, outros.
Deseja que seus familiares continuem na atividade?
Acha que irão dar continuidade? Porquê?

Estou ciente dos objetivos dessa entrevista, que o uso das informações são somente para fins acadêmico e, portanto, autorizei a gravação digital da conversa.

Nome:

Assinatura:

ANEXO D – Formulário de entrevista de funcionários

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
 Pós-graduação Interunidades em Ecologia Aplicada - Esalq/Cena
 Lab. Análises Ambientais e Geoprocessamento
 Projeto em nível de Mestrado
 Financiamento: PPGI-EA e Capes

FORMULÁRIO DE ENTREVISTA: FUNCIONÁRIOS/EMPRESA
Projeto: Análise da dinâmica territorial, social e econômica da região do entorno dos reservatórios de Canoas I e II – a construção da barragem e o desenvolvimento da piscicultura.
Pesquisador responsável: Mariana Figur Seide (Bióloga – Mestranda)
Apoio: Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA – Assis/SP)

IDENTIFICAÇÃO GERAL	
Data :	ID: __ __ __
Entrevistador:	
Hora início:	Hora término:
Município/UF:	Coordenadas: __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __ __
Endereço:	
Ponto de referência:	

IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO	
Nome do entrevistado:	
Empresa:	Cargo/função: Funcionário desde:
Escolaridade:	
Reside em que município?	
Tem atuação junto piscicultores, produtores rurais? Não Sim, quem?	
Especificar o que faz:	

USO DA TERRA E PISCICULTURA
Como vê a atividade agrícola na região?

<p>Como poderia melhorar?</p> <p>A empresa tem algum programa/ação específica?</p>
<p>E a piscicultura?</p> <p>Como poderia melhorar?</p> <p>A empresa tem algum programa/ação específica?</p>
<p>E a preservação da vegetação?</p> <p>Como poderia melhorar?</p> <p>A empresa tem algum programa/ação específica?</p>

USINA HIDROELÉTRICA
Acompanhou a construção da barragem? Sim, Não.
O reservatório trouxe melhoria na qualidade de vida das pessoas?
<p>O sr(a) notou ou soube se a barragem trouxe alguma mudança para a empresa? Sim, Não.</p> <p>E para a região? Sim, Não.</p> <p>Infraestrutura pública (escola, estrada, saúde, água, energia):</p> <p>População:</p> <p>Agricultura:</p> <p>Piscicultura:</p> <p>Outros:</p>

<p>Para a piscicultura acha que mudou alguma coisa?</p> <p>Acha que a produção de peixe pode aumentar com o reservatório? Porquê?</p>
<p>Sabe das pessoas que foram desapropriadas? Não</p> <p>Sim, o que tinham na propriedade?</p> <p>Para onde foram?</p>
<p>Mais alguma informação que gostaria de acrescentar/contribuir/esclarecer?</p>

Estou ciente dos objetivos dessa entrevista, que o uso das informações são somente para fins acadêmico e, portanto, autorizei a gravação digital da conversa.

Nome:

Assinatura: