

ROBERTA MIGUEL KISKA

Análise dos impactos ambientais do Projeto Oásis na captação de água  
do município de Apucarana/PR

CURITIBA

2014

ROBERTA MIGUEL KISKA

Análise dos impactos ambientais do Projeto Oásis na captação de água  
do município de Apucarana/PR

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de Especialista em Direito Ambiental no curso de Pós-Graduação em Direito Ambiental do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Msc. Silvio Krinski

CURITIBA

2014

## AGRADECIMENTOS

Ao Silvio Krinski, meu orientador, pelo direcionamento e contribuições para a conclusão desse trabalho.

Ao Edson Denobi e Nelson Mardegan, da Unidade Regional de Apucarana da Sanepar pela colaboração, apoio e disponibilidade de dados.

Ao meu gerente, Pedro Franco pela liberdade de desenvolver esse trabalho no âmbito da companhia.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	5
2	OBJETIVO GERAL .....	9
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	10
3.1	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA, CONCEITOS E DEFINIÇÕES .....	10
3.1.1	Experiências com Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) .....	14
3.2	QUADRO LEGAL NO BRASIL .....	19
3.3	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA .....	27
3.3.1	Mistura rápida .....	28
3.3.2	Floculação .....	29
3.3.3	Decantação .....	29
3.3.4	Filtração .....	30
3.3.5	Desinfecção .....	31
3.4	IMPACTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO MANANCIAL NO CUSTO DO TRATAMENTO DE ÁGUA .....	35
4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	37
4.1	ÁREA DE ESTUDO .....	38
4.1.1	Diagnóstico das Bacias dos rios Pirapó e Caviúna .....	41
4.2	PROJETO OÁSIS APUCARANA .....	47
4.2.1	Breve histórico do Projeto Oásis .....	49
4.2.2	ETA Vila Regina .....	51
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	56
6	CONCLUSÕES .....	62
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
	ANEXOS .....	68

## RESUMO

O intuito desse trabalho é avaliar os impactos do Projeto Oásis, programa de pagamentos por serviços ambientais, no funcionamento da Estação de Tratamento de Água - ETA Vila Regina no município de Apucarana. Na avaliação do Projeto Oásis, foi verificada a influência da turbidez no consumo de produtos químicos para tratamento da água, porém não foi possível quantificar os benefícios em termos de serviços ambientais adquiridos pelas práticas conservacionistas já iniciadas desde a implantação do programa. Pode-se concluir que os programas de Pagamentos por Serviços Ambientais como o Projeto Oásis devem focar na permanência, através de mudanças de uso da terra que sejam sustentáveis e resistentes aos distintos momentos políticos e econômicos, e devem adotar uma política de cooperação entre todas as entidades. Parcerias entre os governos locais, nacionais e regionais com empresas e sociedade civil podem fornecer redes de segurança essenciais para a continuidade de políticas públicas.

**Palavras chaves:** Qualidade da Água. Pagamentos por Serviços Ambientais. Projeto Oásis.

## ABSTRACT

The intention of this study is evaluate the impacts of the Oasis Project, Payment for Ecosystem Services Programs, in operation of the Vila Regina's water processing plant in municipality Apucarana. In the evaluate of the Oasis Project was observed the influence in the consumption of chemicals by turbidity for water processing, can not quantify the benefits in terms of ecosystem services acquired by conservation practices already initiated since the implementation of the program. However, could be conclude that Payment for Ecosystem Services programs as Oasis Project should focus on staying, through changes in land use that are sustainable and resistant to various political and economic times, and should adopt a policy of cooperation among agencies. Partnerships among local, regional and national government with companies and civil society can provide safety nets for the continuity of the public policies.

**Key words:** Water Quality. Payment for Ecosystem Services. Oasis Project.

## 1 INTRODUÇÃO

Estima-se que o crescimento da população nos próximos 25 anos requererá 17% de aumento da disponibilidade de água para irrigação e 70% para abastecimento urbano, o que, associado aos demais usos, deverá representar um acréscimo de 40% na demanda total. Avalia-se também que será necessária a duplicação dos investimentos em água e saneamento passando dos cerca de 70 bilhões de dólares anuais para 180 bilhões de dólares, a fim de atender a demanda crescente e reduzir o número de pessoas sem água limpa e sem saneamento em todo o mundo até 2025 (MAY, 2010, p.292).

O mundo contém cerca de 1.400 milhões de quilômetros cúbicos de água, porém apenas 0,003% desta vasta quantidade pode ser usada para beber, higiene, agricultura e indústria, além disso nem toda essa água está acessível (FAO, 2013).

A água doce é recurso vital para sobrevivência das civilizações e, em casos de escassez, constitui-se como fator limitante na implementação de atividades econômicas típicas das sociedades modernas. A falta dela pode ser uma das principais causas de fome e da desnutrição, especialmente em áreas onde as pessoas dependem da agricultura local para alimentação e renda.

A intensificação do uso da água, causada pela ampliação da produção de alimentos e demais bens de consumo, provoca problemas ambientais ameaçando, inclusive, sua conservação.

A compreensão que o uso inadequado da água pode reduzir a sua disponibilidade para a atual e as futuras gerações tem impulsionado a formação e o fortalecimento de arranjos organizacionais em busca da forma mais adequada para o enfrentamento desse desafio (BRASIL, ANA, 2012).

Os conflitos pelo uso da água não surgiram hoje e são recorrentes em toda a história da humanidade; todavia, eles crescem à medida que prognósticos mostram o aumento da demanda e a diminuição da oferta de água, especialmente, de boa qualidade.

O Brasil tem uma condição privilegiada em relação à reserva de água doce se comparada com a maioria dos países. Porém essa água não tem uma distribuição igualitária ao longo do território brasileiro e em determinadas regiões existe escassez

efetiva. Em outras regiões do País, os problemas são de outra ordem, em geral relacionados à redução da qualidade da água disponível (BRASIL, ANA, 2011).

Manter um ecossistema saudável e bem conservado é essencial para garantir a purificação do ar, a geração e renovação do solo, a polinização de culturas e vegetação natural. No caso da água, a mata ciliar preservada tem a função de reduzir a sedimentação e fontes difusas de poluição que chegam aos cursos d'água. Manter essa área preservada, é um serviço ambiental, considerado uma iniciativa individual ou coletiva que possa favorecer a manutenção, a recuperação ou o melhoramento de serviços ecossistêmicos. Serviços ecossistêmicos, segundo Daily (2007) são aqueles prestados pelos ecossistemas naturais e pelas espécies que o compõe.

A poluição difusa rural, que decorre predominantemente dos processos de erosão e sedimentação, representa uma série de ameaças aos recursos hídricos, principalmente quando se trata de um manancial de abastecimento público.

As áreas de mananciais possuem restrições de uso do solo para desenvolvimento de atividades econômicas clássicas, no entanto, as ocupações urbanas tendem a crescer em direção a elas, inclusive por apresentarem melhores condições de qualidade ambiental. Além disso, os proprietários das terras com florestas muitas vezes não vêem incentivos para protegê-las (BERNARDES e SOUZA JUNIOR, 2010). Conseqüentemente, por existir uma relação estreita entre a quantidade e qualidade, estes corpos d'água começam a deteriorar à medida que a ocupação da bacia de drenagem fica mais intensa.

A deterioração de um manancial não significa somente perdas ambientais, como também perdas econômicas bastante significativas. O aumento da poluição leva a um aumento do custo de tratamento de água para abastecimento, quando não na falta de tecnologia para retirada de poluentes. Assim, os pontos de captação para abastecimento tendem a deixar de ser econômica e/ou tecnicamente viáveis e são abandonados. Novos pontos de captação devem ser implantados, elevando ainda mais os custos (REIS, 2004).

Atualmente nota-se maior engajamento das pessoas que acreditam na conservação de sistemas naturais não só para o bem-estar da humanidade como para obter o crescimento econômico. O conhecimento dos efeitos adversos de uma

perda florestal à economia e ao meio ambiente ainda é pequeno e requer mais investigação.

Os produtores rurais brasileiros, apesar de serem ambientalmente conscientes, investem pouco em manejos e práticas conservacionistas em função do baixo nível de renda da atividade e da falta de políticas públicas ajustadas que permitam compensar os produtores provedores de externalidades positivas.

A conservação e restauração dos ecossistemas e, respectivamente, dos serviços ambientais, via de regra, é bastante custosa. Portanto, é importante reconhecer e valorizar o responsável por esse serviço, o produtor rural.

A compensação ou o incentivo ao produtor rural por esse serviço é considerado um Pagamento por Serviços Ambientais – PSA. O PSA voltado para a conservação das águas, já está sendo implantado em diversas cidades brasileiras, e esses projetos normalmente são baseados no Programa Produtor de Água, da Agência Nacional das Águas – ANA de 2001.

O Pagamento por Serviços Ambientais - PSA pode ser uma fonte adicional de renda para esses proprietários, que precisam isolar as áreas que ajudam a gerar o serviço ambiental e não podem produzir comercialmente nessas faixas de terra (KFOURI e FAVERO, 2011).

Tendo em vista a necessidade de incentivo contínuo ao produtor rural para a continuidade dos projetos de PSA implantados, o objetivo geral desse trabalho é avaliar o Projeto Oásis na conservação das águas de mananciais na região de Apucarana/PR, identificando as maiores dificuldades da execução e avaliando por meio das análises da qualidade da água dos rios os impactos do projeto na operacionalização da Estação de Tratamento de Água - ETA Vila Regina.

Sabendo dos desafios da criação dos marcos regulatórios e da estrutura de governança para a implantação das iniciativas, esse trabalho também propõe verificar os princípios do direito ambiental e as legislações brasileiras aplicáveis sobre PSA.

No Brasil, o impacto do desmatamento sobre os recursos hídricos é uma das grandes preocupações ambientais. A erosão, e o conseqüente processo de sedimentação, quando ocorrem em níveis elevados, geram uma série de impactos

econômicos, sociais e ambientais, cujos custos são assumidos não apenas por um setor, mas por toda sociedade.

Além de empobrecer o solo e produtores, a erosão eleva o custo de tratamento da água com uso de substâncias químicas. Para remover sólidos suspensos das águas é usado normalmente sulfato de alumínio e como este aumenta a acidez da água, é preciso corrigir com uma base, por exemplo, hidróxido de cálcio. Bassi (2002) relata uma diminuição em 69% de sólidos suspensos nos rios e economia mensal de 2.445 dólares (redução de 50% no custo mensal de tratamento da água) na cidade de Chapecó/SC como consequência de melhores práticas de manejo, reduzindo a erosão. Reis (2004) mostra o custo de tratamento de água em várias bacias hidrográficas com diferentes percentuais de cobertura florestal. Para seis dos sete sistemas e ETAs estudadas, o custo específico com produtos químicos na ETA eleva-se com a redução do percentual de cobertura florestal da bacia de abastecimento.

Com isso esse trabalho propõe, além de descrever o Projeto Oasis de Apucarana/PR e sua implantação, verificar os benefícios econômicos gerados na operacionalização da Estação de Tratamento de Água – ETA Vila Regina.

A economia de produtos químicos e a diminuição na produção de lodo podem se tornar um incentivo para as companhias de saneamento investirem e incentivarem a implantação de PSAs em outras bacias de mananciais.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Avaliar os impactos ambientais do Projeto Oasis na operacionalização da ETA Vila Regina no município de Apucarana/PR.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Elaborar um panorama do cenário e dos princípios do direito ambiental e legislações brasileiras aplicáveis sobre o PSA;
- b. Descrever o Projeto Oasis de Apucarana/PR e sua implantação;
- c. Definir a metodologia para avaliação da eficácia do Projeto Oasis de Apucarana/PR;
- d. Verificar os benefícios ambientais e econômicos gerados pela implantação do Projeto Oasis na Estação de Tratamento de Água – ETA Vila Regina.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA, CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Muitos avanços institucionais, políticos e legais foram observados entre as conferências mundiais sobre o Meio Ambiente realizadas pela Organização das Nações Unidas (ONU) em Estocolmo (1972) e no Rio de Janeiro (2012), com a inclusão da temática ambiental na agenda das nações, instituições e cidadãos.

Apesar dos avanços, o agravamento dos problemas ambientais persistiu, configurado atualmente em três grandes crises globais: mudanças climáticas, extinção de espécies nativas, degradação e esgotamento dos recursos hídricos (METZGER, 2007).

Foi a partir das décadas 60 e 70 que os debates sobre a dicotomia entre o crescimento econômico e a preservação ambiental ocuparam o centro das atenções mundiais, devido ao aumento da degradação ambiental ocasionado pelo período de acelerada industrialização a partir do início do século XX (ONISHI, VAZOLLER e REYDON, 2013).

Segundo o relatório Avaliação Ecosistêmica do Milênio organizado pela ONU em 2005, citado por ONISHI, VAZOLLER e REYDON (2013), nos últimos 50 anos o homem introduziu drásticas modificações nos ecossistemas que resultaram na perda de biodiversidade e a redução da qualidade e quantidade de cerca de dois terços de 24 serviços ecossistêmicos.

Serviços ecossistêmicos são então definidos neste relatório como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (um complexo dinâmico de plantas, animais e de comunidades de micro-organismos e do ambiente não vivo interagindo como uma unidade funcional), sendo agrupados em 4 principais categorias, conforme a Tabela 1.

TABELA 1. CATEGORIAS DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Categoria	Produtos ou benefícios obtidos
Abastecimento	Bens ou produtos obtidos dos ecossistemas - alimentos, água doce, madeira, fibra, outros
Regulação / Controle	Benefícios obtidos a partir de processos naturais - regulação do clima, doenças, erosão, fluxo de água e polinização, proteção contra os riscos naturais, outros
Cultural	Benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas - recreação, valores espirituais, estéticos, paisagísticos, patrimônio cultural, outros
Suporte	São os serviços necessários a todas as demais categorias de serviços ecossistêmicos (SE) - ciclagem de nutrientes, produção primária, formação do solo

Fonte: Adaptado por ONISHI, VAZOLLER e REYDON, 2013 de Millenium Ecosystem Assessment.

Em outras palavras, serviços ecossistêmicos são os serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e preenchimento das condições para a permanência da vida humana na Terra (DAILY,1997).

Uma grande mudança na percepção mundial sobre a importância dos serviços provisionados pela natureza ocorreu a partir da publicação dos resultados pioneiros do economista americano Roberto Costanza no artigo: O valor dos serviços ecossistêmicos do mundo e do capital natural (1997). A equipe liderada por Costanza selecionou 17 serviços dos ecossistemas de 16 biomas no mundo, e chegou à estimativa de que o valor econômico dos serviços que fluem diretamente para a sociedade seria da ordem de US\$ 33 trilhões. Isto equivalia, à época, 1,8 vezes o PIB mundial de cerca de U\$ 18 trilhões.

Uma perda de floresta natural significa ainda perda da biodiversidade e mudanças climáticas (ANTONIAZZI e SHIROTA, 2007). A atribuição de valor econômico aos serviços prestados pelos ecossistemas está se tornando um caminho efetivo para se compreender os múltiplos benefícios desses ecossistemas e compensar financeiramente os donos de áreas com florestas pelos serviços ambientais daquela floresta para a comunidade. Segundo Reis (2004), WWF & UCN (2003) estimaram em US\$ 2,3 trilhões os serviços dos ecossistemas com o objetivo de regularizar a vazão e garantir a qualidade de abastecimento público de água.

Os mananciais de abastecimento público no Brasil sofrem cada vez mais com a pressão da ocupação e o uso do solo. Para estimar o potencial ambiental destas áreas podem ser utilizadas a qualificação do seu estado conservação e a valoração econômica dos serviços ambientais.

A valoração ambiental pela sociedade do primeiro manancial do município de Curitiba, o Carvalho com 1.621 ha, foi objeto de estudo de Silva (2013). Ele realizou uma pesquisa de opinião pública e identificou a disposição da população ao entorno à pagar para a conservação da área. O atual estado de conservação da área do Carvalho foi estimada na ordem de 83,2% de sua capacidade máxima de fornecimentos de serviços ambientais e a valoração econômica ambiental dos serviços fornecidos pela área foi estimado em R\$ 2.616,19 ano<sup>-1</sup> . ha<sup>-1</sup>.

A literatura sobre pagamentos e compensações ambientais, adota o termo “serviço ambiental” ao invés de “serviços ecossistêmicos”. Esse conceito se insere na abordagem antrópica visto que apesar dos avanços tecnológicos, a humanidade ainda depende fundamentalmente do fluxo dos serviços dos ecossistemas e possui influência direta no fornecimento dos mesmos. Como serviço ambiental entende-se toda ação antrópica que causa algum efeito em um ecossistema, com o objetivo de se apropriar ou utilizar um ou mais dos produtos gerados por ele (CHOMITZ, BRENES e CONSTANTINO, 1999).

Por esse motivo, o termo serviço ambiental é mais utilizado do que serviço ecossistêmico quando se trata de PSA (Pagamento por Serviços Ambientais), uma vez que este está relacionado diretamente com as práticas antrópicas. A natureza oferta o serviço ecossistêmico, mas o homem que trabalha na manutenção desses serviços presta um serviço ambiental. Torna-se claro que os serviços prestados pela natureza passam a desempenhar um papel diferenciado tanto no âmbito social, mas, principalmente, no âmbito econômico a partir do instante em que se reconhece a importância das práticas conservacionistas dos agentes responsáveis pela manutenção desses serviços.

Um dos aspectos mais discutidos e mencionados na recente literatura sobre valoração ambiental é exatamente aquele que aponta a importância da internalização dos benefícios ambientais globais gerados pelos serviços ecossistêmicos e como esta internalização poderia assumir um papel de incentivo a

aqueles que efetivamente tenham condições de proteger estes recursos naturais, as comunidades locais e ou os produtores rurais.

Neste sentido, surge a idéia de que beneficiários de serviços ambientais façam pagamentos diretos, regidos por contratos, condicionados aos serviços entregues, para produtores rurais ou outros detentores dos meios de provisão dos serviços ambientais (comunidades rurais, governos municipais, etc), para que os mesmos adotem práticas que garantam a conservação e/ou restauração dos ecossistemas em pauta (WUNDER, 2005, p.24).

Wunder (2005) utiliza cinco características para explicar o que seria um “regime de pagamento por serviços ambientais”: (a) uma transação voluntária, na qual (b) um serviço ambiental bem definido, ou uma forma de utilização dos solos apta a garantir tal serviço, (c) comprada por pelo menos um comprador, (d) a partir do mínimo de um provedor, (e) se, e somente se o provedor continuar fornecendo esse serviço.

Dos itens acima, se depreende alguns pontos importantes. O primeiro diz respeito ao caráter voluntário da participação, característica do instrumento econômico, em oposição às medidas de comando e controle, e pressupõe que o potencial provedor dos serviços tem outras opções de uso da terra. O segundo ponto crucial é a necessidade da clara definição do serviço ambiental em pauta. Neste caso, quanto menor a certeza em relação ao serviço entregue, maior a possibilidade de questionamento em relação às vantagens de pagar por elas. Também fica claro que estamos falando de uma transferência de recursos daquele que compra para aquele que vende; recursos estes que somente serão pagos, se os serviços forem entregues, enquanto os pagamentos durarem (ou de acordo com o contrato realizado) (VEIGA NETO, 2008, p.286).

Nos exemplos de serviços ambientais, principalmente relacionados aos recursos hídricos e à biodiversidade, percebe-se a dificuldade em estipular um índice que capte as diversas formas em que a conservação desses bens ambientais gere benefícios ao homem (WUNDER et al, 2008, p.136). Por isso, observa-se que muitos PSA já existentes definem unidades das terras sob determinados tipos de uso ou características específicas como unidade de transação, como é o caso do “Projeto Oásis” em Apucarana-PR, objeto de estudo desse trabalho.

### 3.1.1 Experiências com Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)

Segundo Hercowitz e Whately (2008) foram documentadas cerca de 290 iniciativas de PSA no mundo, sendo o caso mais conhecido o Fundo Nacional de Financiamento Florestal – FONAFIFO da Costa Rica, país que possui um o sistema consolidado como política pública.

Entre as décadas de 70 a 90, a Costa Rica perdeu cerca de 30% a 40% de sua cobertura florestal. Em 1997 o governo desenvolveu o primeiro sistema de PSA a nível federal no mundo, com o objetivo de compensar os produtores rurais pelos serviços ambientais fornecidos por eles, criando um incentivo direto para que eles incluam a venda destes serviços na sua tomada de decisões. Foi então criado o mecanismo de financiamento para o programa: FONAFIFO. Proprietários rurais que protegem suas florestas recebem US\$45/ha/ano; aqueles que administram suas florestas de forma sustentável recebem US\$70/ha/ano; e aqueles que reflorestam suas terras recebem US\$116/ha/ano.

O PSA da floresta ainda pode estimular a posse e ocupação para a obtenção futura do benefício, gerando conflitos pelas terras. Em relação aos valores médios pagos por ano como compensação ao não-desmatamento no sistema de PSA, estes devem cobrir os custos de oportunidade da atividade agropecuária por hectare (REYDON, 2011).

No Brasil, em 2012, existiam aproximadamente 180 iniciativas de PSA de acordo com Vivan (2012), englobando o mecanismo REDD (Redução de Emissões Provenientes de Desmatamento e Degradação).

Uma das experiências mais antigas de PSA no Brasil é do Programa de Desenvolvimento Socioambiental da Produção Familiar (Proambiente), implantado na região Amazônica como política pública no início dos anos 2000 e que tem servido de referência tanto conceitual como prática para os trabalhos atuais de PSA; prevê a remuneração pelos serviços de redução de desmatamento, seqüestro de carbono, redução do risco de fogo, eliminação do uso de agrotóxicos, troca da matriz energética, conservação do solo, da água e da biodiversidade (SANTOS et al, 2012).

A legislação paranaense possui mecanismos que incentivam os municípios a melhorarem a qualidade da gestão de suas áreas protegidas, sejam elas federais,

estaduais ou mesmo particulares, ou seja, quanto melhor for a qualidade da gestão dessas áreas tanto maior será a participação do município no bolo do ICMS Ecológico. Esse tipo de mecanismo legal faz com que, na prática, os municípios tenham maior interesse na criação de Unidades de Conservação e efetivamente firmem parcerias com a esfera estadual e/ou federal de governo para apoio à gestão das Unidades de Conservação.

Em relação às áreas particulares, o Paraná mais uma vez foi pioneiro ao criar um arranjo legal institucional que faz com que os recursos recebidos pelo município em virtude da existência de Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs, em seu território, chegue, em parte, aos proprietários dessas Unidades de Conservação.

O sistema de funcionamento do ICMS Ecológico no Paraná está baseado em dois critérios: áreas protegidas e mananciais de abastecimento, possuindo cada um 2,5%, inteirando os 5% do critério ecológico presente na lei. Os restantes 20% que complementam o total que o estado pode dispor está dividido entre: 8% para produção agropecuária, 6% para número de habitantes na zona rural, 2% segundo a área territorial do município, 2% como fator de distribuição igualitária e 2% considerado o número de propriedades rurais (ICMS ECOLÓGICO, 2013).

No que diz respeito à conservação de biodiversidade, o percentual destacado de 2,5% às áreas protegidas trata, além das Unidades de Conservação da Natureza, públicas e privadas, previstas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, das Terras Indígenas, das Reservas Legais, Áreas de Preservação Permanente e dos Faxinais, esse último caracterizado por um sistema de produção camponês tradicional, típico da região Centro-Sul do Paraná, que tem como traço marcante o uso coletivo da terra para a produção animal e a conservação ambiental.

O ICMS Ecológico e o IPTU Verde são modalidades que não se enquadram na definição de PSA em sentido estrito, mas são igualmente instrumentos que promovem a conservação do meio ambiente por meio de incentivos econômicos, assim como o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), que traz em seu bojo vários instrumentos para a preservação e conservação das Unidades de Conservação entre eles, a compensação ambiental obrigatória nos processos de licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental negativo não-mitigável (MATTOS e HERCOWITZ, 2009).

Especificamente em relação aos programas de PSA relacionados à Água (PSA Água) foram mapeados 61 casos mundiais em 2002, como apontado por Hercowitz e Whately (2008). A experiência de maior sucesso relatada é a de Nova York, a qual empregou o esquema de PSA dentro de um amplo plano de manejo dos mananciais, com envolvimento da população. A implantação do plano de manejo garantiu a qualidade dos mananciais sem a necessidade de filtragem, a partir de um investimento aproximado de US\$ 1,5 bilhão em 10 anos ao invés dos US\$ 6 bilhões e mais US\$200 a 300 milhões/ano de aporte necessários na instalação de um sistema de tratamento de água.

O plano contemplava duas linhas básicas de ação, a mitigação da poluição e prevenção e redução de potenciais cargas de contaminantes futuras. A estratégia de longo prazo incluiu a aquisição de terras, promoção de incentivo aos proprietários que se dispusessem a proteger indefinidamente suas áreas, novo marco regulatório sobre mananciais e suporte financeiro para a promoção de atividades econômicas locais sustentáveis.

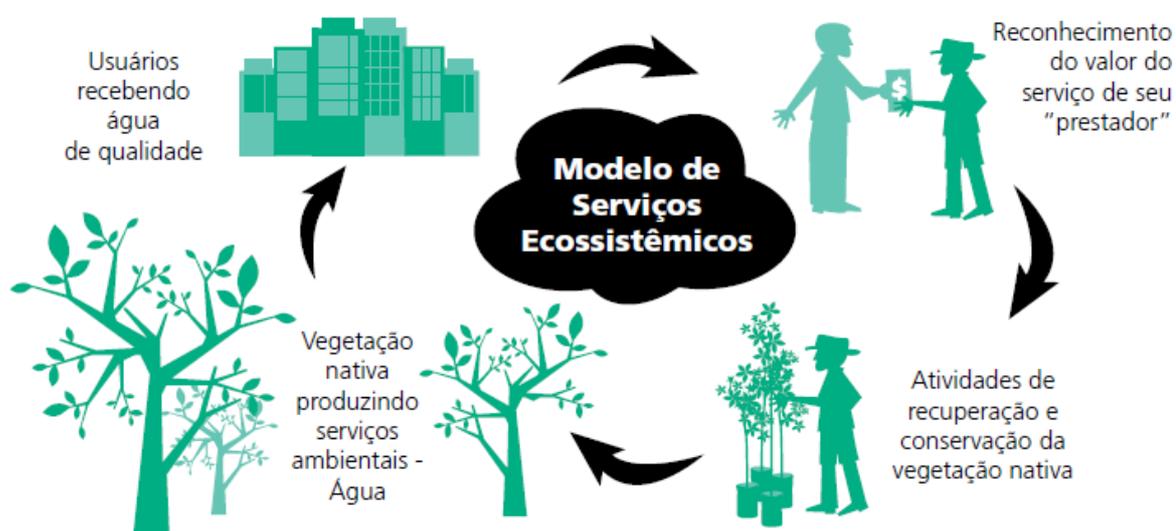
Nesse caso, o grupo de agricultores representava um dos elementos-chave para o sucesso do plano e recebia incentivos e recursos financeiros pela implantação de planos de manejo e adoção de medidas como a preservação e recuperação de APPs. Tais iniciativas assumem importância cada vez maior considerando que 50% da população mundial hoje se concentram em áreas urbanas (ASLAN e SZCZUKA, 2012).

Pagamentos por Serviços Ambientais voltados para a conservação das águas, já estão sendo implantados em cidades brasileiras, os projetos normalmente são baseadas no Programa Produtor de Água, da Agência Nacional das Águas – ANA de 2001.

O Programa Produtor de Água da ANA visa aplicar o modelo de incentivar a compensação financeira aos agentes que, comprovadamente, contribuem para a proteção e recuperação de mananciais, gerando benefícios para bacia e sua população (BRASIL, 2011). Seu foco inicial foram os mananciais estratégicos que necessitam de conservação urgente por apresentar alto índice de degradação aliado a sua grande importância para o desenvolvimento socioeconômico. A Figura 1 ilustra através de um esquema essa dinâmica.

O “Produtor de Água” buscou aplicar um programa inovador, voluntário, flexível e de implantação descentralizada que, por meio da implantação de um modelo de sistema de pagamentos por serviços ambientais, coloca em prática a estratégia de incentivos mediante compensação financeira aos agentes que comprovadamente contribuírem para a proteção e recuperação de mananciais (BRASIL, ANA, 2011).

Figura 1: Pagamento de Srvços Ambientais de Proteção aos Recursos Hídricos



Fonte: VEIGA e GAVALDÃO, 2011.

Dessa maneira, estará auxiliando na recuperação do potencial de geração de serviços ecossistêmicos ao mesmo tempo em que promove benefícios para a bacia e para sua população. Os incentivos financeiros pagos aos proprietários rurais são proporcionais aos benefícios relativos ao abatimento da sedimentação por meio de práticas conservacionistas em suas propriedades (JARDIM, 2010).

Essas ações são dirigidas prioritariamente aos produtores rurais, responsáveis pelo uso e manejo do solo. Os recursos financeiros (alocados mediante contratos individuais) são liberados aos produtores para compensar parte de seus custos, com a implantação, parcial ou total, de ações e práticas conservacionistas para redução do risco à erodibilidade e/ou com ações visando à recuperação da cobertura florestal nativa. O apoio financeiro aos produtores rurais pelos serviços ambientais prestados tende a garantir a sustentabilidade do projeto, uma vez que o proprietário rural será

o principal interessado em cumprir as metas estabelecidas para poder receber o dinheiro.

A metodologia para mensuração dos benefícios ambientais e compensações financeiras referentes ao abatimento da sedimentação a partir das modificações do uso e manejo do solo nas propriedades foi elaborada em 2004 pelo professor a Faculdade de Tecnologia da UnB, Henrique Marinho Leite Chaves, em parceria com a ANA, a escolha do abatimento da sedimentação se deu ao fato desta ser a principal causadora da poluição difusa nos corpos d'água.

Como piloto optou-se, primeiramente, por apresentar o “Produtor de Água” ao Comitê de Bacia do Paraíba do Sul, pelo fato de ter sido o primeiro comitê a adotar todos os instrumentos de gestão de recursos hídricos estabelecidos pela PNRH e também por ter muitas informações e dados sobre a bacia, o que facilitaria a implantação do programa “Produtor de Água” (VEIGA NETO, 2008, p.75). Entretanto, o projeto não pode ser aprovado logo no começo, em 2006, por dividir opiniões na Câmara Técnica de Planejamento e Investimento do Comitê.

Em agosto de 2007 dentro da abrangência do Comitê de Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - PCJ, o Município de Extrema (MG), foi pioneiro e oficializou a partir da lei municipal 2.100 de 21 de dezembro de 2005 e seus regulamentos: os Decretos nº 1.703/06 e nº 1.801/06, o projeto conservador das águas com o objetivo de fomentar a preservação de mananciais e nascentes no município, localizado na microbacia das Posses. As águas que saem dessa microbacia constituem um dos principais mananciais do sistema Cantareira, que abastece a região metropolitana de São Paulo.

Esse projeto piloto teve apoio e parceria da organização The Nature Conservancy – TNC, fato que permitiu que ao longo da execução do projeto houvesse a assistência técnica e o apoio financeiro aos proprietários rurais para que esses possam recuperar e preservar suas Áreas de Proteção Permanente - APP e Reserva Legal - RL, bem como reconstituir a vegetação local, proteger os mananciais, fazer o saneamento ambiental e conservação do solo.

Além da Bacia do PCJ, atualmente a ANA está desenvolvendo o programa “Produtor de Água” em diversos outros locais. A Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo, por meio do Instituto Estadual de Meio

Ambiente, desenvolveu o Projeto Produtores de Água. O Fundo recebe recursos dos royalties do petróleo, do setor elétrico e do orçamento do Estado.

Em parceria com a Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal (ADASA), da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), da TNC, da Universidade de Brasília (UnB), da Fundação Banco do Brasil e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater-DF), a ANA implementou do Programa na bacia hidrográfica do Píripau, cuja área de 23.527,36 hectares representa um importante manancial de abastecimento do Distrito Federal.

O Estado de Goiás também já manifestou interesse em desenvolver projetos no âmbito do “Produtor de Água”. O diferencial no estado de Goiás é que a iniciativa partiu do Ministério Público (JARDIM, 2010). Além, desses estados, a Empresa Municipal de Água e Saneamento de Balneário de Camboriú também iniciou a parceria com a ANA em 2009 com a lei municipal 3.026. O Estado do Rio de Janeiro também desenvolveu o Projeto Produtores de Água e Floresta na bacia do rio Guandú. Essa bacia hidrográfica é responsável por cerca de 80% do abastecimento de água e 25% da geração de energia elétrica para a região metropolitana do grande Rio de Janeiro. Além desses projetos citados, o Produtores de Água está executando projetos na APA do Guariroba em Campo Grande-MS; em Nova Friburgo-RJ e no Córrego Feio em Patrocínio-MG.

E finalmente o projeto Oasis, criado pela Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, no final de 2006, caracterizado como um projeto de pagamentos por serviços ecossistêmicos por meio de contratos de premiação financeira de áreas naturais realmente protegidas. O recurso é destinado aos proprietários que se comprometam a conservar áreas estratégicas para proteção dos mananciais da região metropolitana de São Paulo, abrangendo 28 sub-bacias nas bacias de Guarapiranga, Capivari-Monos e Billings, abrangendo uma área de aproximadamente 82 mil hectares e nos mananciais do município de Apucarana/PR abrangendo as bacias dos rios Pirapó, Tibagi e Ivaí que será detalhado no item 4.2.

### 3.2 QUADRO LEGAL NO BRASIL

Diante da crescente pressão sobre os ecossistemas, várias instituições e governos têm buscado criar incentivos para melhoria da gestão do patrimônio

ambiental. Nesse sentido, políticas de PSA têm sido apontadas ao redor do mundo como uma opção viável para alcançar esse objetivo.

A conservação e preservação dos serviços ambientais concorre com as demais atividades produtivas potencialmente degradadoras, o que exige a definição de políticas ambientais específicas para a indução dos esforços de conservação ou conversão de áreas em atividades sustentáveis.

As políticas ambientais postas em prática internacionalmente têm se centrado em dois tipos de instrumentos: i) mecanismos de regulação direta, também conhecidos como instrumentos de comando e controle, na medida em que determinam uma intervenção direta sobre a ação dos agentes econômicos; ii) instrumentos econômicos, que se caracterizam por mecanismos de mercado que afetam o cálculo de custos e benefícios do agente econômico em relação ao meio ambiente, influenciando suas decisões (ONISHI, VAZOLLER e REYDON, 2013).

Os tradicionais mecanismos de comando e controle aplicados pelo Estado têm caráter punitivo, impondo-se modificações ao comportamento dos agentes degradadores, o que exige um alto dispêndio de recursos na fiscalização do cumprimento das obrigações. Os instrumentos econômicos, ou instrumentos de mercado, por outro lado, procuram internalizar os custos ambientais nas atividades econômicas como forma de influenciar os agentes responsáveis pelo dano ambiental a modificarem o padrão de uso dos recursos naturais.

Neste sentido, e tendo em vista o amadurecimento da sociedade brasileira para as questões ambientais, atualmente temos muitos instrumentos de comando e controle no ordenamento jurídico brasileiro direcionados ao desenvolvimento sustentável.

Um dos princípios que regem o Direito Ambiental, o princípio do usuário-pagador estabelece que quem utiliza o recurso natural deve suportar seus custos (Juris Ambiente, 2013). Por outro lado, o princípio do provedor-recebedor reconhece a importância do incentivo econômico àqueles que protegem os serviços oferecidos pelo meio ambiente para a nossa sobrevivência. Ademais, o modelo provedor-recebedor (baseado em incentivos) é reconhecidamente mais eficiente e eficaz no controle da erosão e da poluição do que o tradicional modelo usuário-pagador (TAKEDA, 2010).

Um sistema de PSA ocorre quando aqueles que se beneficiam de algum serviço ambiental gerado por uma certa área realizam pagamentos para o proprietário ou gestor da área em questão. Ou seja, o beneficiário faz uma contrapartida visando o fluxo contínuo e a melhoria do serviço demandado. Os pagamentos podem ser vistos como uma fonte adicional de renda, sendo uma forma de ressarcir os custos encarados pelas práticas conservacionistas do solo que permitem o fornecimento dos serviços ecossistêmicos (GELUDA, 2005). Esse modelo complementa o consagrado princípio do poluidor-pagador, dando foco ao fornecimento do serviço: é o princípio do provedor-recebedor: o usuário paga e o conservacionista recebe.

Esse princípio é a base para o artigo 225 da Constituição Federal Brasileira de 1988 que instituiu o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, e impôs ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Depois disso, com a intenção de reformar o sistema de gestão de recursos hídricos criou-se a Lei nº 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, a qual é a base potencial para o estabelecimento do mercado de serviços ambientais, baseados em água, isto por que ela considera a água como um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e permite a cobrança pelo seu uso. Além disso, instituiu os comitês de bacia, compostos por membros dos Governos Federal, Estaduais e Municipais, membros do setor privado usuário da água e da sociedade civil, representada por associações e organizações não-governamentais, como os responsáveis pelo estabelecimento de políticas e programas que visem o uso sustentável da bacia.

Outro elemento importante dessa lei são as agências de bacia, que são as instituições responsáveis pela implementação das políticas e programas desenhados e definidos pelos Comitês em cada bacia hidrográfica. Estas são importantes para a implantação de programas de PSA, por gerenciarem os recursos advindos da cobrança pelo uso da água e fazem a ligação entre os usuários, beneficiários dos serviços ambientais e os produtores rurais (JARDIM, 2010).

Vale citar também a Lei da Ação Civil Pública (Lei nº 7.347/85), que ao tutelar os direitos difusos e coletivos, regulamentou as ações de responsabilidade por dano causado ao meio ambiente e ao consumidor, entre outros direitos e a Lei de Crimes

Ambientais (Lei nº 9.605/98) que, ao dispor sobre as sanções penais e administrativas contra atividades lesivas ao meio ambiente, tipifica como crime ambiental, dentre outras condutas, atividades diretamente a poluição de corpos hídricos.

Atualmente, a reforma do Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/12) traz um capítulo exclusivo sobre o programa de apoio e incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente.

No Brasil, vários estados têm adotado leis de PSA e há uma progressiva discussão para adoção de uma lei nacional sobre o tema. Diante disso, o Imazon e o Gvces conduziram um estudo com o objetivo de mapear e analisar leis sobre PSA em âmbito federal e estadual no Brasil, enfocando em serviços ambientais ligados a florestas. Foram analisados também os principais Projetos de Lei (PL) em trâmite no Congresso Nacional. Segundo essa pesquisa até maio de 2012 haviam 28 iniciativas legislativas sobre o tema. Oito delas estão no âmbito federal (2 leis, 2 decretos e 4 PLs) e 20, no âmbito estadual (14 leis e 6 decretos). Os estados abrangidos por estas leis incluem: Acre, Amazonas, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Paraná.

Dentre as propostas está o projeto de Lei nº 792/2007 em tramitação no Congresso Nacional, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), que destaca o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (ProPSA) e estabelece formas de controle e financiamento por meio da criação do Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (FunPSA) e do Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.

Em especial no Estado do Paraná, o Programa Bioclima instituído pela lei nº 17.134/12, tem por objetivo estabelecer estratégias, incentivos e mecanismos para a conservação, restauração, recuperação e melhoria da qualidade da biodiversidade. Ele visa à manutenção de serviços ecossistêmicos, à preservação e à restauração de processos ecológicos essenciais, ao manejo sustentável das espécies, incluindo ações de mitigação e adaptação às alterações decorrentes das mudanças climáticas, buscando assegurar o desenvolvimento socioeconômico sustentável de forma a garantir a melhoria da qualidade de vida. Um dos instrumentos do Programa Bioclima é o PSA. Os tipos de serviços ambientais abrangidos são os seguintes: i) conservação da biodiversidade; ii) conservação de UCs dos grupos de proteção

integral e uso sustentável, de acordo com a sua qualidade ambiental, sendo consideradas como prioritárias as RPPNs; iii) recuperação de florestas e outras formas de vegetação nativa, com ênfase na formação de corredores ecológicos, ampliação da cobertura vegetal natural, em especial nas áreas degradadas e na captura, fixação e permanência de carbono; e iv) conservação de recursos hídricos, comportando os remanescentes de florestas e demais formas de vegetação nativa que configurem ações incrementais às previstas nas normas legais e regulamentares, que representem serviços ambientais de conservação da qualidade da água e incremento da disponibilidade hídrica em mananciais de abastecimento público.

Os requisitos específicos para a participação no PSA e as condições de implementação, monitoramento e avaliação ainda serão definidos em regulamento do Poder Executivo. Porém, fica instituído o Cadastro de Pagamento por Serviços Ambientais (CPSA) como um dos mecanismos de verificação da prestação dos serviços ambientais.

Para um panorama geral, mostra-se nas tabelas 2 e 3 abaixo os resultados do estudo do Imazon e Gvces:

TABELA 2. LEIS, DECRETOS E PRJETOS DE LEI SOBRE PSA NA ESFERA FEDERAL

Bloco de Análise	Lei, decreto ou PL	Tema
Política Nacional de PSA	Projeto de Lei 792/2007	Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.
Programa de Recuperação e Conservação da Cobertura Vegetal	Projeto de Lei 3.134/2008	Programa Nacional de Recuperação e Conservação da Cobertura Vegetal.
Fundo Clima	Lei 12.114/2009	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima.
	Decreto 7.343/2010	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Regulamento).
Programa de Apoio à Conservação Ambiental - Programa Bolsa Verde	Decreto 7.572/2011	Programa de Apoio à Conservação Ambiental - Programa Bolsa Verde (Regulamento).
	Lei 12.512/2011	Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais.
Sistema Nacional de REDD+	Projeto de Lei do Senado 212/2011	Sistema Nacional de REDD+.
	Projeto de Lei da Câmara 195/2011	Sistema Nacional de REDD+.

Fonte: Santos et al, 2012.

TABELA 3. LEIS E DECRETOS SOBRE PSA NA ESFERA ESTADUAL

Bloco de Análise	Lei ou decreto	Tema
Santa Catarina (Pepsa)	Lei 14.675/2009	Código Estadual do Meio Ambiente e outras providências.
	Lei 15.133/2010	Política Estadual de Serviços Ambientais e Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (Pepsa) (Regulamento).
São Paulo (Projetos de PSA)	Lei 13.798/2009	Política Estadual de Mudanças Climáticas.
	Decreto 55.947/2010	Política Estadual de Mudanças Climáticas (Regulamento) e Programa de Remanescentes Florestais, que inclui o Pagamento por Serviços Ambientais.

Bloco de Análise	Lei ou decreto	Tema
Acre (Programa de Certificação)	Lei 2.025/2008	Programa Estadual de Certificação de Unidades Produtivas Familiares do Estado do Acre.
Acre (Sisa)	Lei 2.308/2010	Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Acre.
Amazonas (Bolsa Floresta)	Lei Complementar 53/2007	Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Amazonas.
	Lei 3.135/2007	Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas.
	Lei 3.184/2007	Altera a Lei estadual 3.135/2007 e dá outras providências.
	Decreto 26.958/2007	Bolsa Floresta do Governo do Estado do Amazonas.
Espírito Santo (Programa de PSA)	Lei 8.995/2008	Programa de Pagamento por Serviços Ambientais.
	Decreto 2168-R/ 2008	Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (Regulamento).
	Lei 9.607/2010	Altera e acrescenta dispositivos na Lei 8.995/2008.
Minas Gerais (Bolsa Verde)	Lei 14.309/2002	Política Florestal e de Proteção à Biodiversidade no Estado.
	Lei 17.727/2008	Concessão de incentivo financeiro a proprietários e posseiros rurais (Bolsa Verde) e altera as Leis 13.199/1999 (Política Estadual de Recursos Hídricos) e 14.309/2002.
	Decreto 45.113/2009	Normas para a concessão da Bolsa Verde.
Paraná (Bioclima)	Decreto 4.381/2012	Programa Bioclima Paraná de conservação e recuperação da biodiversidade, mitigação e adaptação às mudanças climáticas no Estado do Paraná e dá outras providências.
	Lei 17.134/2012	Pagamento por Serviços Ambientais (em especial os prestados pela Conservação da Biodiversidade) integrantes do Programa Bioclima Paraná, bem como dispõe sobre o Biocrédito.
Rio de Janeiro (PRO-PSA)	Lei 3.239/1999	Política Estadual de Recursos Hídricos.
	Decreto 42.029/2011	Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (Prohidro), que estabelece o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PRO-PSA), com previsões para florestas.

Fonte: Santos et al, 2012.

Com base nas normas e PLs encontrados, o estudo do Imazon e GVces concluíram que nove componentes são considerados essenciais para um regime jurídico robusto de PSA: arranjo institucional, tipos de serviços ambientais abrangidos, fontes de recursos, beneficiários, categorias fundiárias elegíveis para os programas, requisitos de acesso ao recebimento de benefício, remuneração e critério de cálculo, sistemas de verificação de prestação do serviço e salvaguardas socioambientais (Santos et al, 2012).

A existência de um adequado marco regulatório é fundamental para o êxito da implantação e manutenção de sistemas de PSA, prevendo mecanismos para a garantia de repasse dos recursos aos agentes que protegem os serviços dos ecossistemas e o arranjo institucional para a governança dos sistemas.

Além disso, é necessário estabelecer uma cadeia de resultados para controle da implantação e da continuidade do projeto de PSA.

Segundo, Veiga e Gavaldão (2012) essa cadeia é composta pela fase de articulação e formação de parcerias a qual pode ser composta por comitês de bacias, legislação que apoie a criação do PSA, compradores voluntários dos serviços ambientais e/ou grandes usuários da água. Com as parcerias formadas é necessário fazer a prospecção de demanda de recursos para sustentar o programa e desenvolver a metodologia tanto de valoração como de funcionamento do projeto. Nessa etapa entra inclusive a formação de técnicos que irão avaliar as propriedades, assim já se tem o preparo para implementação do projeto.

E por fim, para continuidade do programa é indispensável o monitoramento dos resultados, segundo Young et al (2012, p.137), devem ser consideradas as 3 dimensões: ambiental, social e econômica. E no caso de PSA aplicados à água ele sugere que os indicadores sejam divididos em 5 grupos: água, conservação da floresta, financeiro, social e práticas agrícolas.

Com relação a água avalia-se a qualidade e quantidade, na conservação da floresta a proporção da propriedade, em área, que está protegida. Com relação à práticas agrícolas avalia-se boas práticas como certificação orgânica, rotação de culturas, etc. O indicador financeiro avalia a diferença de produção com as melhores práticas e conservação devido ao PSA. A parte social se refere ao incremento financeiro familiar e a melhora na qualidade de vida, saúde, etc.

Essa cadeia possibilita que um projeto seja replicado e alavancado por programas públicos em outras regiões.

### 3.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

O Sistema de Abastecimento de Água - SAA representa o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos (BRASIL, Funasa, 2013). Esse sistema é composto por várias etapas até que a água chegue às torneiras dos consumidores como captação, adução (bombeamento), tratamento, reservação e distribuição.

O tratamento é realizado em uma Estação de Tratamento de Água – ETA, onde ocorre a purificação ou potabilização da água, ou seja transforma a água bruta captada de um recurso hídrico (superficial) ou do lençol freático (subterrânea), em água potável própria para consumo humano.

De modo geral, o tratamento convencional de água passa pelas seguintes fases: mistura rápida, floculação, decantação, filtração e desinfecção, conforme Figura 2.

Figura 2: Tratamento de água convencional



Fonte: Goiás, 2006.

O tratamento da água para abastecimento público tem por objetivo, reduzir a concentração das impurezas a um nível aceitável, estabelecido pelos padrões de potabilidade.

De uma maneira geral podemos dizer que o tratamento de água tem a finalidade higiênica, estética e econômica, promovendo a remoção de: cor, turbidez, bactérias, protozoários e outros microrganismos, odor e sabor, teores elevados de compostos orgânicos, redução da corrosividade, ferro e manganês e remoção de dureza.

Sperling (2005, p.27) define turbidez como a medida da concentração das matérias em suspensão, e coloidais da água. A cor é devida à presença de matéria orgânica dissolvida ou coloidal em suspensão. A cor da água também pode estar relacionada à presença de ferro (cor vermelha) e de manganês (cor preta / marrom café).

A finalidade principal dos processos de coagulação/floculação, decantação complementados pela filtração é a de clarificação da água, ou seja a remoção de cor e turbidez (AZEVEDO NETO, 1979, p.35). A remoção de microrganismos é realizada na desinfecção.

A seguir é realizada uma breve explicação de cada etapa do processo de tratamento convencional.

### 3.3.1 Mistura rápida

No processo de mistura rápida é adicionado o produto químico responsável pela desestabilização e posterior aglutinação das matérias que desejamos remover da água bruta. Este produto denominamos coagulante ou floculante, pois, promoverá a coagulação, a qual precede a floculação (GOIÁS, 2006).

A coagulação é um processo de remoção ou neutralização das forças que mantêm em suspensão os colóides; consiste numa série de reações químicas e físicas entre o coagulante, a superfície das partículas, algumas substâncias químicas presentes na água, especialmente as que lhe conferem a denominada alcalinidade, e a própria água.

Comumente é utilizado sulfato de alumínio como coagulante, outros floculantes metálicos utilizados são o cloreto férrico e o sulfato ferroso.

A razão pela qual esta fase do tratamento é chamada de mistura rápida, é porque são praticamente instantâneas as reações químicas mais importantes que ocorrem entre o floculante e as partículas que desejamos remover.

### 3.3.2 Floculação

É durante a floculação, que as partículas desestabilizadas na mistura rápida são aglutinadas umas com as outras e com o floculante formando os flocos. Para que isto aconteça, a água deve ser submetida a uma agitação lenta, durante um tempo que pode variar, na maioria dos casos, de vinte a quarenta minutos.

Normalmente, inicia-se a floculação com muita agitação da água em tratamento (isto é, gradientes de velocidade mais elevados). Ao longo do floculador, esse grau de agitação vai sendo reduzido (isto é, o gradiente de velocidade vai sendo reduzido) (DI BERNARDO; DANTAS, 2005, p.59).

Com isto, os flocos vão crescendo e se tornando mais pesados. Na saída do floculador, deseja-se obter flocos pesados o suficiente para que a maioria deles possam ser separados da água em tratamento, por sedimentação no interior dos decantadores.

Existem, basicamente, duas formas de efetuarmos essa agitação: por floculadores hidráulicos, no qual a água percorre um caminho cheio de mudanças de direção; e por floculadores mecanizados capazes de manter a água em constante agitação.

### 3.3.3 Decantação

Após sair do floculador, espera-se que praticamente toda a matéria em suspensão existente na água bruta esteja aglutinada entre si e com o hidróxido de alumínio, constituindo o que denominamos de flocos.

Da mesma forma, espera-se que esses flocos tenham adquirido tamanho e peso suficientes para que possam ser separados da água em tratamento através da decantação.

Nesse processo, os flocos sedimentam e a água decanta. Os flocos sedimentados, chamados de lodo, precisam ser retirados do decantados para a continuidade do processo (AZEVEDO NETO, 1979, p. 38).

A descarga de lodo pode ser feita de várias maneiras, manualmente, com rapador, pela descarga de fundo, dependendo do modelo do decantador.

Após a descarga de lodo, a água decantada é direcionada para o processo de filtração e o lodo segue para uma centrífuga.

#### 3.3.4 Filtração

Filtros de leito filtrante simples utilizam quase sempre, como material filtrante, a areia. Filtros de leito filtrante duplo utilizam como material filtrante, a areia e o antracito (nesta ordem, de baixo para cima) (GOIÁS, 2006).

O material filtrante é sustentado pelo denominador fundo falso constituído, por exemplo, por uma laje cheia de orifícios, através dos quais a água filtrada escoará. Existem diversos tipos de fundo falso, alguns dos quais podem ser fabricados no próprio canteiro de obras; outros são patenteados por diversos fabricantes.

Com objetivo de impedir que o material filtrante passe através dos orifícios do fundo falso, coloca-se entre os dois, a camada suporte, normalmente constituída de seixos rolados.

Para que possa desempenhar satisfatoriamente essa função, a camada suporte deve ser cuidadosamente especificada, do ponto de vista granulométrico. Essa especificação dependerá da granulometria do leito filtrante e das dimensões dos orifícios do fundo falso.

A camada suporte tem também por função distribuir adequadamente o fluxo da água através de todo o leito filtrante, tanto durante a filtração quanto durante a lavagem do filtro.

No Brasil, quase sempre lava-se os filtros com velocidade suficiente para provocar a expansão do leito filtrante (isto é, de tal forma que os grãos constituintes do leito filtrante separem-se uns dos outros) (DI BERNARDO; DANTAS, 2005, p.67).

Em muitas estações de tratamento de água, a lavagem dos filtros utiliza também equipamentos auxiliares, tais como: bocais fixos ou rotativos, que espalham água sobre o leito filtrante ou em seu interior; injeção de ar comprimido, antecedendo a lavagem com água ou durante essa lavagem.

A água filtrada é coletada pela parte superior do filtro e direcionada para o tanque de contato. A água de lavagem dos filtros podem voltar ao processo ou ser encaminhada para o sistema de esgotamento da ETA.

### 3.3.5 Desinfecção

Entende-se por desinfecção a destruição ou inativação de organismos patogênicos, capazes de produzir doenças, ou de outros organismos indesejáveis. Tais organismos podem aparecer na água e sobreviver por dias, semanas ou meses (GOIÁS, 2006).

Grande parte dos microrganismos patogênicos, especialmente vírus e bactérias, é removida da água em tratamento pela decantação e filtração. Entretanto, alguns deles poderão estar presentes na água filtrada.

No Brasil, a desinfecção mais utilizada é a cloração, ou seja, desinfecção feita com cloro. O tratamento é completado através da fluoretação, para a prevenção da cárie dentária, e da correção do pH, visando a eliminação de eventuais características corrosivas ou incrustantes da água tratada.

Durante o processo de cloração, para que a desinfecção seja eficiente, a água deve permanecer em contato com o cloro durante algum tempo. Esse tempo de contato entre o cloro e a água filtrada é conseguido fazendo permanecer a água em tratamento no interior de um tanque, por isto denominado tanque de contato.

O tempo que a água deve ficar em contato com o cloro depende de diversos fatores, como a forma química em que o cloro estiver presente na água e o pH da água.

De modo geral, nas ETAs brasileiras, o cloro desinfetante está sob a forma de ácido hipocloroso e íon hipoclorito.

Com o objetivo de assegurar a adequada proteção à água contra eventuais contaminações no sistema distribuidor, mantém-se um residual de cloro na água tratada. A portaria nº 36 do Ministério da Saúde estabelece que a concentração mínima de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição deverá ser de 0,2 mg/L, ou seja, essa é a concentração mínima na ponta da rede.

É estatisticamente comprovado que a ingestão de água fluoretada, com adequada quantidade de flúor, por parte das crianças, desde o seu nascimento, reduz a incidência de cárie dental em cerca de 50 a 70%. E no Brasil, a inserção de flúor na água tratada é obrigatória por meio da Lei Federal nº 6050, de 24/05/74, que foi posteriormente regulamentada pelo Decreto Federal nº 76872, de 22/12/75.

Entretanto é importante salientar que, enquanto dosagens abaixo da adequada resultam ineficazes, dosagens elevadas poderão ocasionar a fluorose dentária, responsável pelo aparecimento de manchas nos dentes.

Segundo os padrões de potabilidade do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos, as concentrações ótimas de íon flúor na água potável dependem da temperatura que prevalece na região. Normalmente, o composto de flúor é aplicado entre a entrada e a saída do tanque de contato.

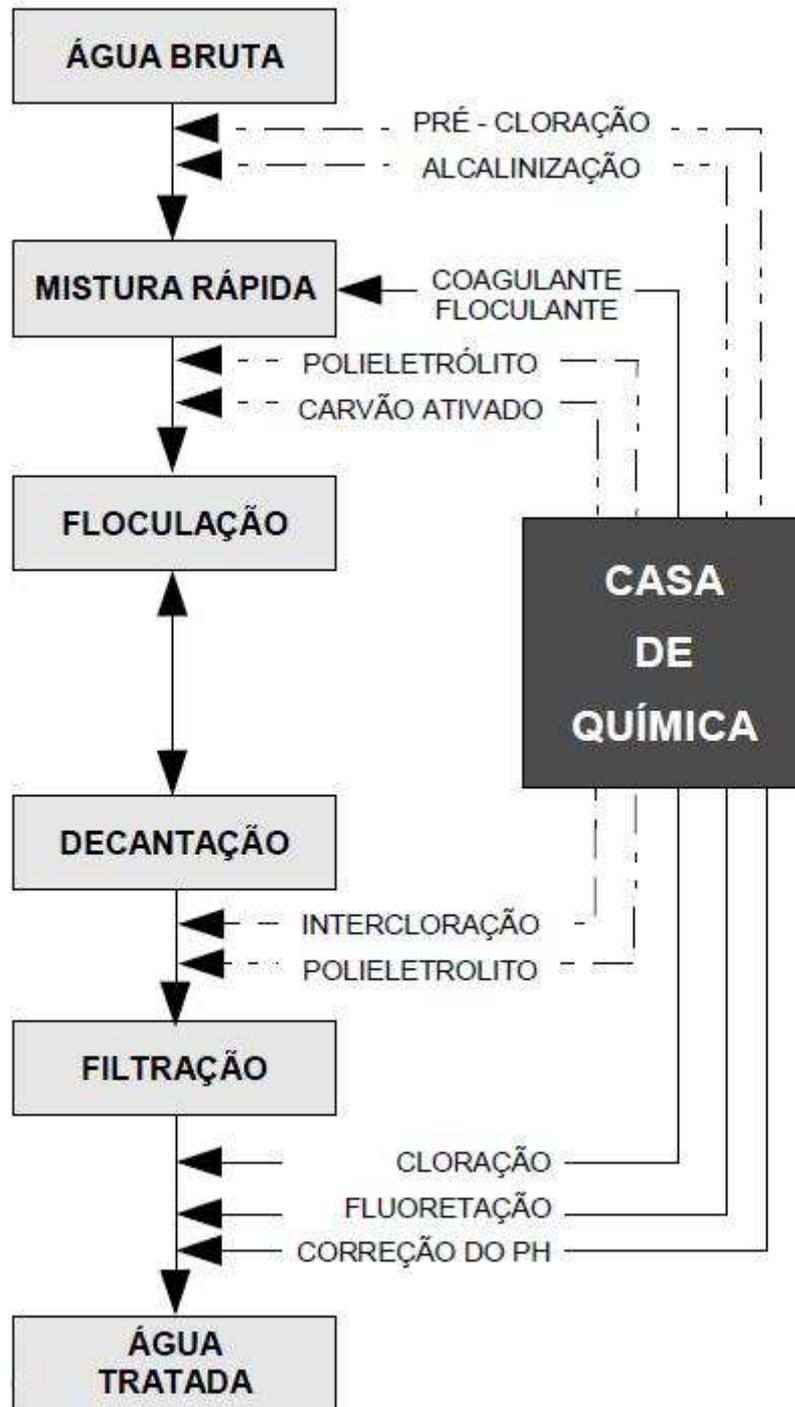
Eventuais correções de pH são necessárias, pois a portaria n° 36 do MS estabelece que o pH deverá ficar situado no intervalo de 6,5 a 8,5.

Após a desinfecção a água tratada é direcionada para um reservatório para ser distribuída para toda ou parte da cidade. Esse reservatório compensa o fato de ser praticamente impossível que a vazão utilizada seja igual à vazão produzida pela estação de tratamento de água, esse reservatório desempenha o papel de pulmão: enche quando a vazão produzida pela ETA é maior que a vazão bombeada, e esvazia quando a vazão produzida pela ETA é menor que a vazão bombeada (SANEPAR, 2013).

De modo geral, seu volume útil é calculado para conter o volume de água produzido pela estação de tratamento de água durante 30 minutos.

Todo o processo de uma Estação de Tratamento de Água Convencional está resumido na Figura 3 a seguir:

Figura 3: Processo de Tratamento de água em uma estação convencional



Fonte: Goiás, 2006.

Analisando a descrição das etapas acima e a Figura 3, pode-se perceber que o tratamento de água requer grande quantidade e variedade de produtos químicos.

Por isso o armazenamento e manejo desses produtos devem seguir rigorosos procedimentos para evitar vazamentos e contaminação do meio ambiente.

Além disso, vale ressaltar que o tratamento de água bruta, indiscutivelmente, gera benefícios sociais, mas, como toda indústria de transformação, os processos e operações utilizados podem gerar impactos no ambiente.

Neste contexto, a questão dos resíduos gerados nas ETAs, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo, representa um desafio para as empresas de saneamento no Brasil quanto à procura de disposição adequada para os mesmos visando atender a legislação vigente.

As alternativas técnicas viáveis para essa finalidade são: matéria-prima para a fabricação de tijolos e blocos cerâmicos, produção de cimento, incorporação do lodo em matriz de concreto, recuperação de áreas degradadas, recuperação de coagulantes, auxiliar na decantação de água com baixa turbidez e recirculação nas ETAs. Os métodos de disposição comumente utilizados são os aterros, as Estações de tratamento de esgoto – ETEs e os corpos de água (SANEPAR, 2013).

Porém a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), em seu artigo 47 proíbe o lançamento de resíduos sólidos ou rejeitos em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos como forma de destinação ou disposição final de rejeitos.

Além do mais, o lodo de ETA por ter alta concentração de metais pesados devido ao processo de coagulação, é classificado como resíduo de classe IIA, necessitando a disposição em aterros industriais. O custo dessa destinação é elevado, por isso o grande desafio para diminuir a formação de lodo e encontrar alternativas mais econômicas.

Em uma ETA de tratamento convencional, basicamente, os resíduos gerados são provenientes das limpezas ou descargas dos decantadores (ou flotores) e das lavagens dos filtros. Em termos volumétricos, a maior quantidade de resíduo é proveniente da lavagem dos filtros (GOIÁS, 2006). No entanto, em termos mássicos, a maior quantidade de resíduo é gerada no sistema de separação sólido/líquido que, em uma estação de ciclo completo, é basicamente efetuada nos decantadores (ou flotores).

A quantidade e a qualidade dos resíduos produzidos em uma ETA dependem de vários fatores, destacando-se a qualidade da água bruta e as características da coagulação: tipo e dosagem de coagulante, de alcalinizante e de acidificante.

A quantidade e qualidade dos resíduos em ETAs existentes podem ser obtidas por meio de um monitoramento do funcionamento das diferentes unidades de tratamento, o monitoramento da ETA Regina é realizado e os resultados são apresentados no capítulo 5.

### 3.4 IMPACTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO MANANCIAL NO CUSTO DO TRATAMENTO DE ÁGUA

A oferta de água de boa qualidade e em volume suficiente para atender aos diversos usos da sociedade constitui um dos principais serviços ambientais prestados por uma unidade de conservação. Muitas áreas protegidas do mundo foram criadas com o objetivo de assegurar as condições para que os mananciais hídricos atendam satisfatoriamente os principais usos humanos, como abastecimento público, agricultura e geração de energia.

Um dos requisitos essenciais para se determinar o impacto de uma unidade de conservação sobre o uso da água é quantificar qual a sua contribuição na vazão de uma bacia ou mesmo sobre o volume de água captado por um empreendimento. Desta forma, seria possível determinar qual a perda de volume diretamente associada ao desmatamento e conseqüentemente valorar essa perda. No entanto, estimativas dessa natureza e metodologias adequadas ainda não foram estabelecidas, assim para avaliar o impacto do Projeto Oásis optou-se nesse trabalho como indicador o monitoramento das análises da qualidade da água do rio Caviúna e a operacionalização da Estação de Tratamento de Água - ETA Vila Regina.

A gestão e um manejo adequado de bacias hidrográficas acarretam em muitos benefícios, dentre eles a qualidade e quantidade da água e a redução de custos de tratamento. Bacias hidrográficas florestadas tendem a oferecer água de melhor qualidade que bacias hidrográficas submetidas a outros usos, como agricultura, indústria e assentamentos. Isso ocorre porque tais usos favorecem o aumento da quantidade de diferentes tipos de poluentes carregados para as cabeceiras dos cursos d'água e de sólidos suspensos. Assim, na maioria dos casos a presença de

florestas pode reduzir substancialmente a necessidade de tratamento para água potável e, portanto, reduzir os custos associados ao abastecimento de água.

Reis (2004) mostra o custo de tratamento de água em várias bacias hidrográficas com diferentes percentuais de cobertura florestal. Para seis dos sete sistemas e ETAs estudadas, o custo específico com produtos químicos na ETA eleva-se com a redução do percentual de cobertura florestal da bacia de abastecimento.

As três áreas de estudo que possuem custos com produtos químicos mais baixos, inferiores a R\$20,00/1000m<sup>3</sup> de água tratada (rio Cotia, Sistema Cantareira e Analândia/ afluentes do rio Corumbá), são as que possuem maiores índices de cobertura florestal, superiores a 15%. Já as duas unidades que possuem o menor percentual de cobertura florestal (rio Piracicaba e rio Atibaia), ambos abaixo de 10%, apresentam os mais altos custos específicos de produtos químicos.

Outra conclusão de Reis (2004) é que o custo do tratamento das águas (custo com produtos químicos e energia elétrica da Estação de Tratamento de Água para 1.000 m<sup>3</sup> de água) do rio Piracicaba é 12,7 vezes superior ao custo de tratamento das águas do Sistema Cantareira. Enquanto a bacia de abastecimento do Sistema Cantareira mantém 27,2% de sua área com cobertura florestal, a bacia do Piracicaba apresenta apenas 4,3%.

O caso do rio Piracicaba atesta que ações de proteção à cobertura florestal na região de mananciais constituem um ponto central para assegurar o abastecimento urbano, já que obras de engenharia civil e recursos modernos de tratamento de água não evitaram a acentuada redução da qualidade de suas águas, exigindo a substituição do manancial de abastecimento.

Para remover sólidos suspensos das águas é usado normalmente sulfato de alumínio e como este aumenta a acidez da água, é preciso corrigir com uma base, por exemplo, hidróxido de cálcio. Bassi (2002, p.18) relata uma diminuição em 69% de sólidos suspensos nos rios e economia mensal de US\$ 2445 (redução de 50% no custo mensal de tratamento da água) na cidade de Chapecó/SC como consequência de melhores práticas de manejo, reduzindo a erosão.

#### **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para contemplar toda a dinâmica do PSA foi necessário elaborar uma contextualização teórica, envolvendo conceitos, definições e marcos históricos. Para o embasamento teórico desse trabalho, foram consultados materiais como legislação vigente e aplicável, trabalhos científicos, sites de instituições confiáveis, projetos de pagamentos de serviços ambientais implantados em municípios brasileiros, etc.

Para analisar o Projeto Oásis de Apucarana-PR, em que os pagamentos por serviços ambientais relacionados à água já estão sendo efetuados, foi realizado contato com o representante do Conselho Municipal de Meio Ambiente do município de Apucarana para o fornecimento de dados sobre a abrangência e adesão do projeto. Para a análise da eficácia do Projeto Oásis em Apucarana, foi contatado um representante da Sanepar para fornecimento de dados da qualidade da água dos corpos receptores e o consumo de produtos químicos na ETA.

Para o cruzamento dos dados de conservação de áreas naturais antes e depois da implantação do Projeto Oásis com o histórico das análises da qualidade da água nos períodos e desse histórico com o uso de produtos químicos na ETA, montou-se tabelas e gráficos para melhor visualização e conclusão dos resultados, os quais serão apresentados no capítulo 5.

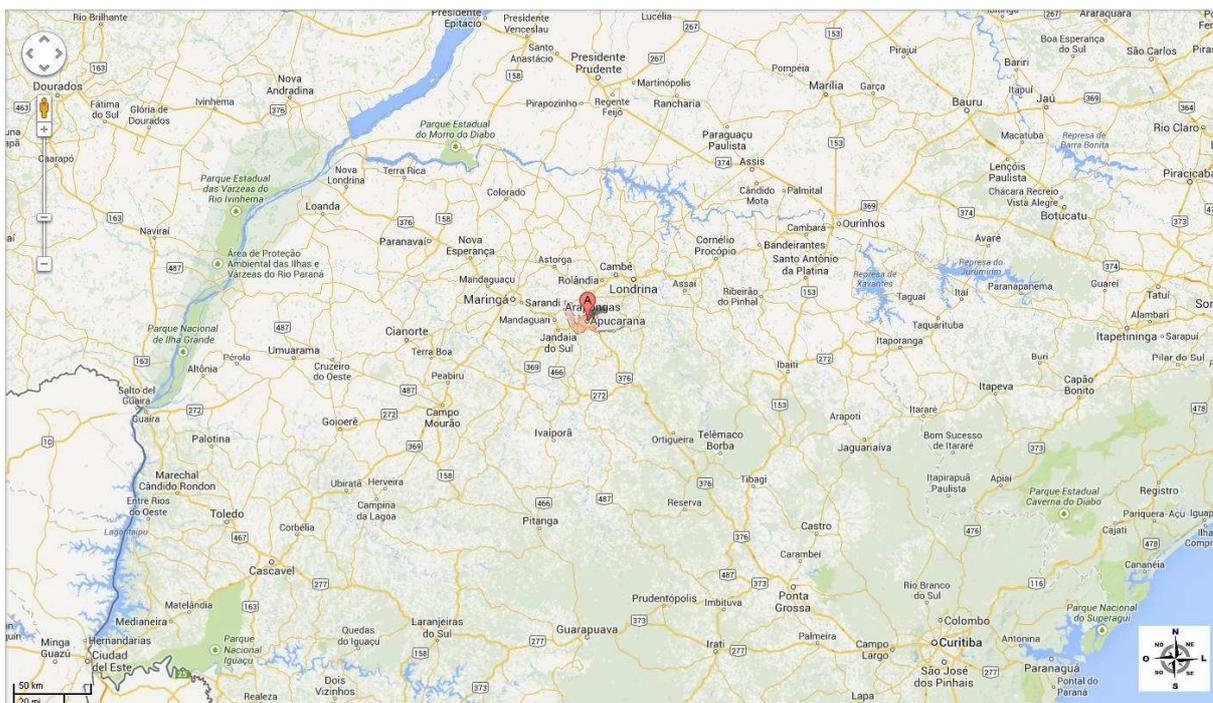
Após a abordagem inicial sobre a base teórica do PSA e o enfoque desse instrumento econômico na gestão de recursos hídricos, chegou a hora de se aprofundar no estudo de caso, o Projeto Oásis de Apucarana, que representa uma iniciativa municipal de realizar pagamentos para proprietários rurais em troca da garantia do fornecimento de serviços ambientais visando à melhoria dos recursos hídricos.

Neste capítulo serão descritas as principais características do município de Apucarana e das bacias hidrográficas que o compõe, além do relato histórico da implantação do Projeto Oásis e suas metodologias.

#### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

Apucarana é um município localizado na região norte do estado do Paraná. Dista 369 quilômetros da capital do estado, Curitiba. Com uma população estimada, em 2011, em 121.924 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, é a décima-primeira cidade mais populosa do Paraná. A cidade é reconhecida como capital nacional do boné e também é conhecida como "Cidade Alta" pois fica no espigão mais alto de uma região acidentada. Sua latitude é de 23°31'30"S, longitude é 51°24'20" O e a altitude da sede do município é de 988 metros. A área total é de 54.438 hectares ou 563 km<sup>2</sup>.

Figura 4: Localização do Município de Apucarana no Estado do Paraná



Fonte: Google Maps, 2013.

Apucarana foi projetada em 1934 pela Companhia de Terras Norte do Paraná, que colonizou esta região para ser apenas um dos centros intermediários da produção agrícola destinados a abastecer núcleos maiores (Londrina e Maringá), distantes 100 quilômetros aproximadamente um do outro, que receberiam toda assistência e benefícios da empresa.

Sua emancipação ocorreu em 30 de dezembro de 1934 com a criação do decreto-lei nº 199 por Manuel Ribas após as ponderações dos integrantes da Comissão Pró-município (APUCARANA, 2013).

A constituição geológica da região onde se situa o município de Apucarana é pouco diversificada, estando inserida quase que integralmente no contexto da Formação Serra Geral, constituída pelos extensos derrames de rochas vulcânicas básicas que ocupam cerca de 53,0% do território paranaense.

De modo geral, as rochas da Formação Serra Geral possuem baixa vulnerabilidade ao intemperismo e à erosão, apresentando como principal entrave ao uso e ocupação do solo a presença de solos litólicos e de afloramentos de rochas, principalmente em zonas de relevo ondulado e montanhoso, com declividades acima de 20,0%. No Terceiro Planalto, os litossolos raramente têm mais de 0,5 m de profundidade, sendo constituídos por blocos e seixos de basalto nos quais a estrutura e a textura original da rocha se apresentam preservadas.

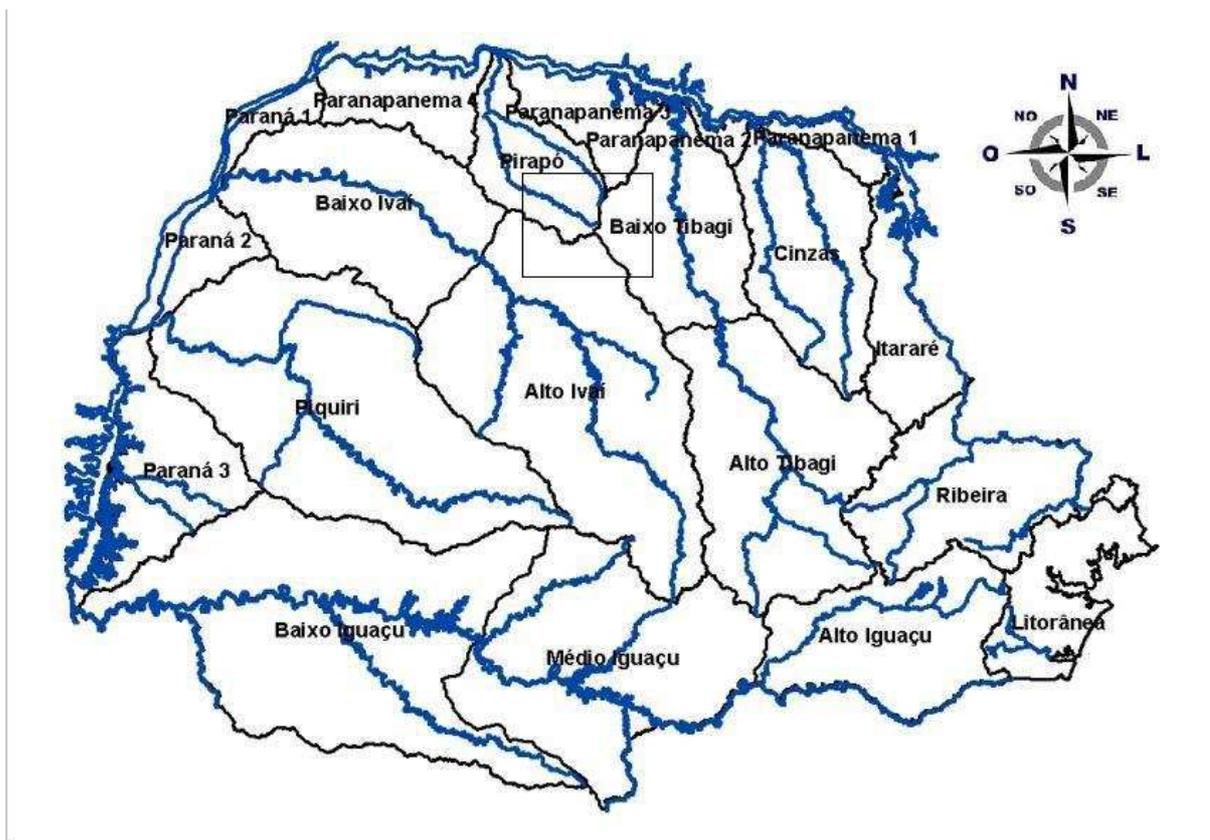
Predominam no território do município de Apucarana solos de textura argilo-limosa, de cor marrom-avermelhada (terra roxa), sobre o manto basáltico da Formação Serra Geral e, de acordo com a classificação do "Levantamento do Reconhecimento dos Solos do Paraná" do Ministério da Agricultura, predominam no Município latossolos roxos de textura argilosa, derivados de rochas de boa qualidade.

O Município de Apucarana está inserido no sistema hidrográfico da Bacia do Rio da Prata, cujo principal curso d'água em território brasileiro é o Rio Paraná. É cortado pelos divisores de águas das bacias hidrográficas dos rios Pirapó (ao norte), Tibagi (a leste) e Ivaí (ao sul), ilustrado pela Figura 5. A sede do município localiza-se exatamente na confluência desses três divisores de águas, sendo, por isso, cercada por inúmeras nascentes, o que lhe confere um relevo bastante acidentado, com declividades acentuadas nas suas porções norte e sul, bem como em torno das referidas cabeceiras e vales de cursos d'água.

Por esse motivo, o desenvolvimento físico-territorial da Cidade é fortemente condicionado pela base hidrográfica, pois sua malha urbana abriga inúmeras nascentes e é cortada pelos fundos de vales de diversos cursos d'água. Esse fato, por um lado, impõe restrições à urbanização, pelo risco de surgimento de processos

erosivos e poluição de aquíferos, e, por outro, limita as possibilidades de abastecimento de água à população, pelo reduzido volume dos mananciais próximos às suas cabeceiras.

Figura 5: Localização do Município de Apucarana com relação à divisão de bacias hidrográficas



Fonte: Adaptado pelo autor de Paraná (2004).

Dentre os cursos d'água presentes na malha urbana de Apucarana, merece destaque o Rio Pirapó, cuja nascente localiza-se no Bairro 28, nas proximidades do centro da Cidade, o qual, além das precauções normais quanto à preservação de seu manancial, deve ser objeto de cuidados redobrados, pelo fato de constituir o manancial do sistema de abastecimento d'água de várias cidades a jusante, tais como a de Maringá, que abriga uma população superior a 300.000 habitantes e está localizada a cerca de 65,0km a oeste de Apucarana.

Segundo a classificação climática Köppen-Geiger, a Região Norte Central Paranaense possui clima do tipo Cfa, que se caracteriza por ser subtropical, quente,

úmido e sem estação seca definida, apresentando mês mais quente com temperaturas acima de 22,0°C e precipitação anual superior a 600 mm (ITCG, 2008). As precipitações pluviométricas são bem distribuídas ao longo do ano, sendo dezembro e janeiro os meses mais chuvosos, com média de 212 mm, e junho, julho e agosto os meses mais secos, com média de 62 mm, sendo a precipitação pluviométrica média anual de 1.900 mm. A umidade relativa do ar média em Apucarana é de 69,7%.

Segundo o Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável Municipal de Apucarana (2013-2016) a região Norte do Paraná era recoberta pela floresta pluvial tropical dos planaltos do interior, às margens dos Rios Pirapó e Ivaí. Este tipo de cobertura vegetal se desenvolveu sobre os solos férteis da terra roxa, provenientes da decomposição das lavas básicas da camada trapp e representa uma variação da mata pluvial tropical do litoral.

Após pouco mais de 60 anos de uso e ocupação do solo, restam hoje apenas cerca de 4,0% da área do Município cobertos por florestas, destacando-se trechos de mata ciliar ao longo dos cursos d'água e algumas manchas de floresta em torno da Cidade de Apucarana. Essas últimas perfazem aproximadamente 2.400,00ha, dos quais, 1.680,00ha (70,0% do total), constituídos por matas nativas, enquanto os restantes 720,00ha (30,0% do total), são representados por reflorestamentos ou matas secundárias. Cabe ressaltar que esses resquícios de matas próximas à área urbana encontram-se ameaçados pelo processo de expansão urbana

A Cidade possui, ainda, 2.925.101,00m<sup>2</sup> (292,51ha) de parques e praças, perfazendo a significativa média de 29,2m<sup>2</sup> de área verde por habitante. Apucarana conta com 325,5km de vias, dos quais 196,21km (60,3% do total) estão dotados de arborização pública, encontrando-se apenas alguns dos bairros da periferia urbana ainda desprovidos de tal benfeitoria.

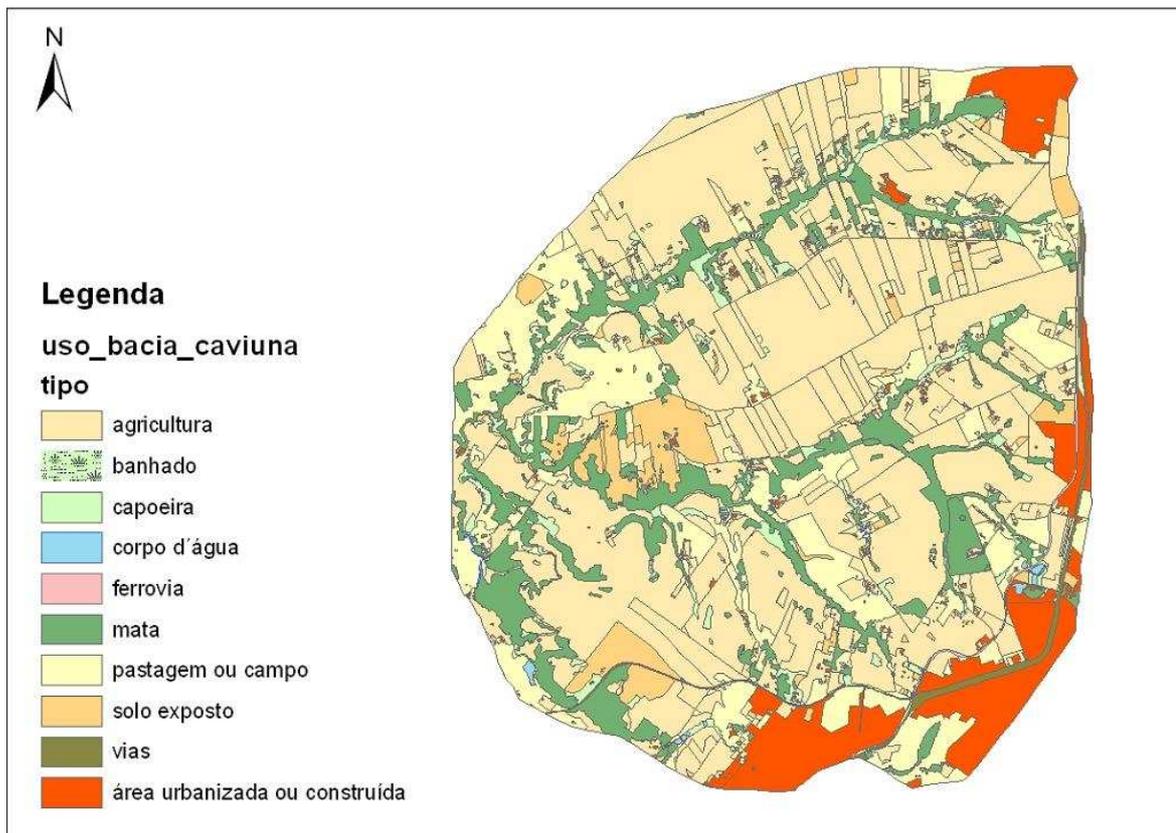
#### 4.1.1 Diagnóstico das Bacias dos rios Pirapó e Caviúna

O abastecimento de água no município de Apucarana é composto de 4 sistemas independentes de abastecimento SAA ETA (Rio Caviúna e Pirapó), SAA Raposa (3 poços), SAA Adriano Correia (1 Poço) e SAA Vila Reis (1 Poço).

Nesse trabalho, o foco é o SAA ETA de captação superficial, o qual é constituído de captações nos rios Caviuna e Pirapó. A bacia do rio Caviuna tem uma área de drenagem de 43,68 km<sup>2</sup> e uma extensão de 9,5km de rio até a captação, enquanto a bacia do rio Pirapó tem 46,08 km<sup>2</sup> e 9,0km.

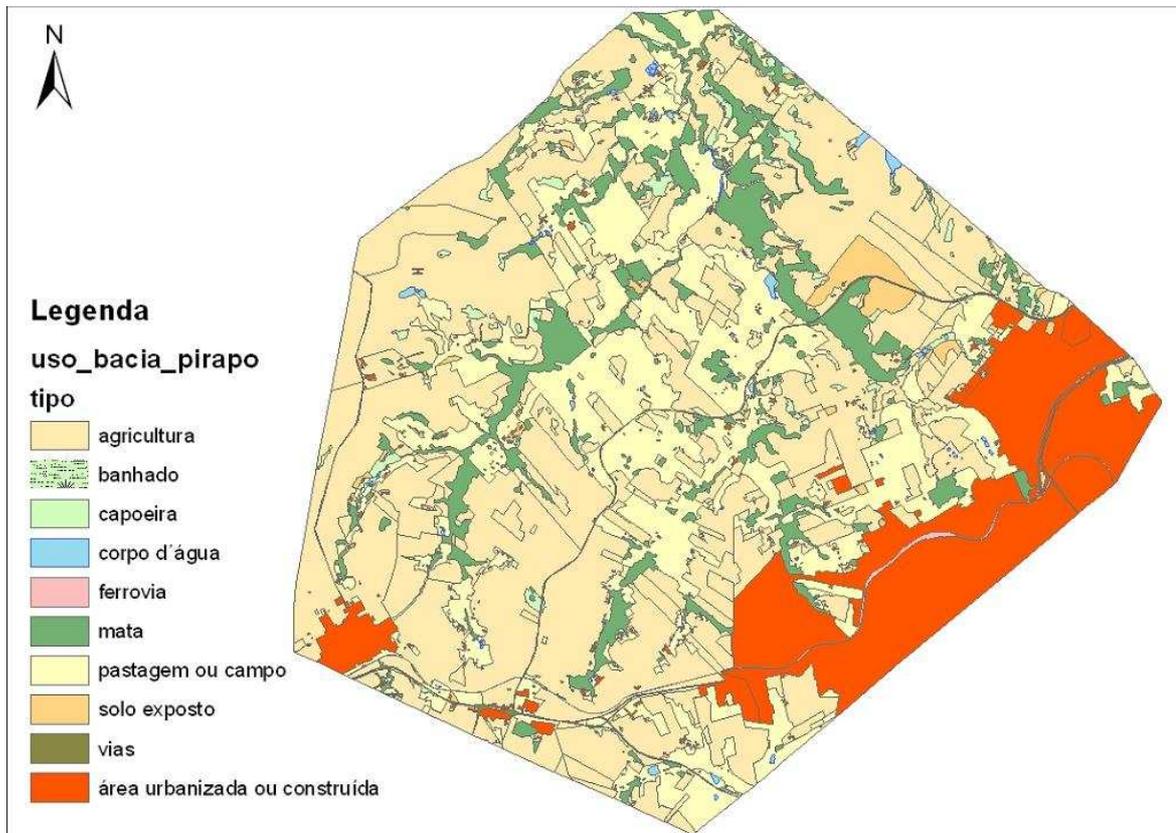
Preocupada com a qualidade da água a ser distribuída para a população, em 2005 a Sanepar com o apoio da empresa Senografia Sensoriamento Remoto, realizou um diagnóstico das bacias dos rios Pirapó e Caviúna, o qual resultou um banco de dados completo e no mapeamento do uso e ocupação do solo em cada bacia (Figuras 6 e 7) e na identificação dos principais pontos de degradação da bacia, possibilitando o planejamento para recuperação dessas bacias.

Figura 6: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Caviúna



Fonte: Sanepar e Senografia Sensoriamento Remoto, 2005.

Figura 7: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Pirapó



Fonte: Sanepar e Senografia Sensoriamento Remoto, 2005.

Analisando as figuras acima, percebe-se que o principal uso do solo em ambas as bacias é a agricultura, seguido de pastagem ou campo e de áreas urbanizadas.

As principais culturas cultivadas na região são de soja, café, trigo, milho e olericultura.

As fotos da Figura 8 ilustram o uso do solo na zona rural de Apucarana.

Figura 8: Uso e Ocupação do Solo das Bacias dos rios Caviúna e Pirapó



Área de agricultura na bacia do rio Caviúna



Nascente do rio Caviúna



Área de pastagem na bacia do rio Caviúna



Represa na bacia do rio Pirapó



Área de agricultura na bacia do rio Pirapó



Área de agricultura na bacia do rio Pirapó

Fonte: Arquivo Sanepar de Apucarana, 2005.

Algumas evidências de degradação ambiental foram encontradas ao longo do trabalho como poluição hídrica devido a esgoto, agrotóxico e defecação de animais, erosão, desmatamento e disposição inadequada de resíduos sólidos.

Figura 9: Fotos de Degradação Ambiental das Bacias dos rios Caviúna e Pirapó



Poluição hídrica na bacia do rio Caviúna



Poluição hídrica na bacia do rio Pirapó



Erosão na bacia do rio Caviúna



Disposição inadequada de resíduos na bacia do rio Pirapó



Falta de mata ciliar em banhado na bacia do rio Caviúna



Avanço da agricultura em áreas de florestas na bacia do rio Pirapó

Fonte: Arquivo Sanepar de Apucarana, 2005.

Com o resultado desse diagnóstico em mãos, a Sanepar por meio do seu programa Fundo Azul realizou algumas ações como recuperação de estradas, adequações de áreas com disposição de resíduos, apoio aos proprietários para recomposição da mata ciliar e terraceamento das propriedades, construção de abastecedouros comunitários, etc.

O programa Fundo Azul, segundo apresentação realizadas em diversos municípios (CONCEIÇÃO, 2013) tem como objetivo apoiar com recursos financeiros projetos de recuperação e proteção de mananciais utilizados pela Sanepar. O programa foi concebido com o propósito de oferecer às gerencias locais da Companhia a possibilidade de atuarem no processo de planejamento e execução de ações junto aos parceiros, de forma a garantir que as ações propostas efetivamente conduzam à uma melhoria ou manutenção da disponibilidade e/ou qualidade de água.

Todavia, o desenvolvimento das atividades atinentes a gestão do Fundo deverá criar condições para que se possa buscar um aporte de recursos externos para ampliar sua atuação ou o apoio de outras entidades como a Emater com apoio técnico, o IAP no fornecimento de mudas, a prefeitura no fornecimento de mão de obra para o plantio, etc.

Os projetos devem ser apresentados pela unidade regional e aprovados pela Diretoria de Meio Ambiente. Só pode haver 1 projeto de cada vez por manancial.

No momento não há projeto do Fundo Azul em andamento na região, e não houve monitoramento dos resultados.

#### 4.2 PROJETO OÁSIS APUCARANA

Em 2009, por meio da Lei Municipal nº 058, a cidade de Apucarana, no Paraná, aprovou e replicou o Projeto Oásis, iniciativa da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza na modalidade de PSA.

O cerne do Projeto Oásis é a melhoria da qualidade de vida, aumento da quantidade das águas e apoio financeiro aos proprietários para reflorestarem as nascentes existentes em suas propriedades.

A metodologia utilizada no cálculo de pagamento por serviços ambientais, define as propriedades contempladas por meio de critérios técnicos e legais.

Para pleitear o benefício, o proprietário rural se cadastra junto à Secretaria de Meio Ambiente e Turismo - SEMATUR do município que, por meio de uma comissão técnica, vai analisar “*in loco*” a condição ambiental de toda a propriedade rural de acordo com uma tabela de cálculo que pontua aquelas práticas consideradas adequadas. Se o proprietário rural não estiver em dia com a legislação ambiental ou se não estiver praticando manejo de baixo impacto, ele receberá toda a assessoria necessária para promover a recuperação ambiental.

Ao aderir ao projeto, o proprietário deverá promover a averbação de reserva legal, que terá que estar reflorestada ou em processo de reflorestamento, além de atender outras medidas de conservação e critérios ambientais que são definidas por um regulamento.

Com o apoio técnico da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, o valor do apoio financeiro aos participantes no programa – no início definido apenas de acordo com a vazão das nascentes – passou a ter variáveis mais técnicas e objetivas. Agora as propriedades são avaliadas considerando os percentuais de área natural preservada, seu estado de conservação, a vegetação nativa excedente, a estrutura da floresta no local, como a ligação entre áreas de reserva de propriedades

vizinhas, a destinação de esgoto e outros resíduos (como agroquímicos e lixo), entre outros.

Segundo o manual operativo da Fundação Grupo Boticário (2011), as características observadas nas propriedades são, entre outras: a existência de Reserva Legal - RL e das Áreas de Preservação Permanente - APP, bem como seu estado de conservação, sendo que áreas mais bem conservadas recebem uma pontuação maior; a conectividade da RL com as Reservas Legais dos vizinhos e com as Áreas de Preservação Permanente, quanto maior a conectividade entre os fragmentos maior é a pontuação; a quantidade de nascentes com suas matas ciliares protegidas existentes na propriedade. Estes, entre outros fatores, produzirão um índice de valoração da propriedade rural que definirá o quanto cada proprietário receberá por mês. A cada ano é feita uma nova vistoria da propriedade rural e o valor pago ao proprietário poderá aumentar ou diminuir, dependendo de suas ações para melhorar a qualidade ambiental de sua propriedade.

O valor a ser pago está atrelado à Unidade Fiscal do Município (UFM) que é reajustado anualmente de acordo com a legislação. Esta valia R\$ 36,00 em março de 2010.

Parte dos recursos que viabilizam a iniciativa é oriundo da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), que repassa mensalmente ao Fundo Municipal do Meio Ambiente 1% do que a empresa fatura na cidade. Espera-se aumentar o volume de recursos no Fundo para que todos os proprietários rurais na região do projeto possam participar.

O ICMS Ecológico constitui outra fonte de recursos para efetivar esse projeto, segundo site da Prefeitura de Apucarana (<http://www.apucarana.pr.gov.br>) em 2008 o município recebeu R\$ 915.986,12.

Além da Lei Municipal nº 058/2009, que cria o Projeto, outros instrumentos legais regulam o Projeto Oásis:

- Decreto nº 107/09 (23/03/2009) regulamenta a Lei nº 058/09;
- Lei nº 241/09 (30/12/2009) alteração da Lei nº 058/09;
- Decreto nº 076/10 (25/03/2010) estabelece valores a serem pagos aos proprietários rurais;

- Instrução Técnica nº 01/09 da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo de Apucarana estabelece critérios para o cadastro de Propriedades e Proprietários para a participação no Projeto Oásis.

O monitoramento é realizado pela SEMATUR de Apucarana e pela Fundação Grupo Boticário. É feita uma vistoria anual da propriedade rural e o valor pago ao proprietário pode variar, dependendo de suas ações para melhorar a qualidade ambiental de sua propriedade. Por exemplo, se o proprietário implanta um projeto de recuperação ambiental da RL, ele passa a receber mais do que antes, mas se, por outro lado, ele desmata uma área, passa a receber menos, e pode até ser excluído do projeto.

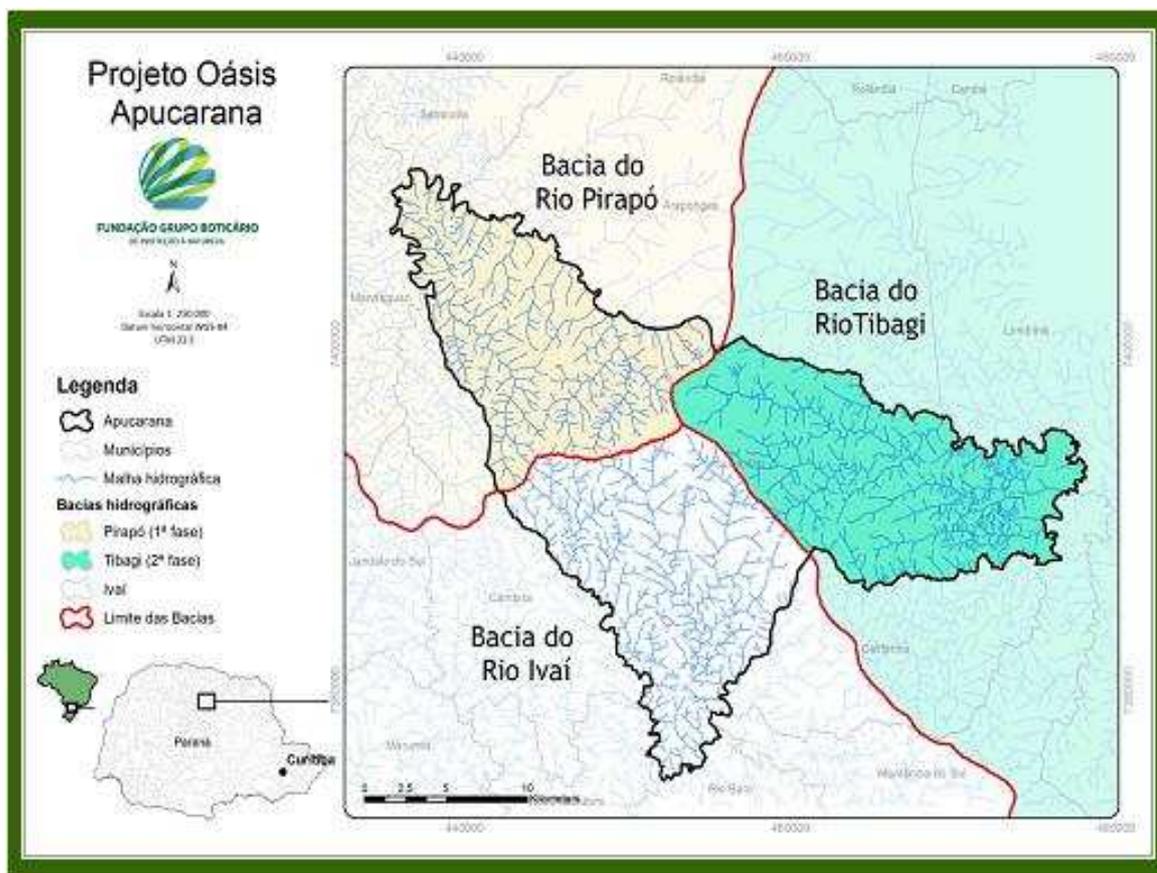
#### 4.2.1 Breve histórico do Projeto Oásis

Em 2009, na primeira etapa do projeto, foram abertas as inscrições somente para propriedades que se encontravam na Bacia do Rio Pirapó. No ano de 2010 os 64 proprietários que se inscreveram no ano anterior, começaram a receber o benefício, os valores variaram de R\$ 93,10 a R\$ 562,80 mensais. O valor pago a todos os participantes do projeto totaliza R\$11.917,50 mensais. O projeto abrange uma área de 1.354,10 ha, com 338,53 ha de área natural (florestada ou em processo de florestamento) e um total de 235 nascentes.

Em 2010, na segunda etapa do projeto, foram abertas inscrições para Bacia do Rio Pirapó e do Rio Tibagi e esses novos produtores começarão a receber a partir de janeiro de 2011. Totalizando um repasse de R\$ 270.060,00 referente a 128 propriedades protegidas.

Considerando a importância das bacias hidrográficas dos rios Pirapó, Tibagi e Ivaí para abastecimento da região, em 2011 o projeto incorporou a área integral das 3 bacias como mostra a Figura 10.

Figura 10: Abrangência do Projeto Oásis



Fonte: Fundação Grupo Boticário, 2011.

Os últimos dados adquiridos para esse trabalho são referentes às inscrições de 2011 e premiação durante 2012 abrangendo as bacias dos rios Pirapó, Tibagi e Ivaí.

Em relação aos atributos naturais das propriedades, em 2012 o Projeto Oásis Apucarana contribuiu para conservação de 4579,68 hectares de áreas naturais, que abrigam 613 nascentes, garantindo a manutenção dos corpos hídricos da região e contribuindo para a qualidade de água que abastece as cidades vizinhas à Apucarana.

A tabela 4 mostra a adesão do Projeto Oásis e os resultados do ano de 2012 nas 3 bacias de abrangência do programa.

Tabela 4: RESULTADOS DO PROJETO OÁSIS EM 2012

	Bacia Pirapó (Área 17.332,21ha)	Bacia Tibagi (Área 19.491,70ha)	Bacia Ivaí (18.886,86ha)
Proprietários contratados	95	64	25
Área total (há) das propriedades contratadas	2787,76 (16,08% da bacia)	1745,72 (8,95% da bacia)	426,20 (2,25% da bacia)
Área natural protegida (há)	739,11	444,42	120,75
Número de nascentes protegidas	383	163	67
Maior pagamento anual por propriedade	R\$ 6.753,60	R\$ 6.938,40	R\$ 6.602,40
Menor pagamento anual por propriedade	R\$ 1.117,20	R\$ 924,00	R\$ 1.260,00
Investimento anual	R\$ 205.052,88	R\$ 139.125,84	R\$ 49.242,48
Importância da Bacia	Abastece a cidade de Apucarana com 122mil habitantes e Maringá com 360mil habitantes	Contribui com o abastecimento de Londrina com 550mil habitantes	Utilizado como manancial receptor para diluição dos efluentes das estações de tratamento

Fonte: Adaptado de Fundação Grupo Boticário, 2012.

#### 4.2.2 ETA Vila Regina

O SAA do município de Apucarana é composto de 4 sistemas independentes de abastecimento: SAA ETA (Rio Caviúna e Pirapó), SAA Raposa (3 poços), SAA Adriano Correia (1 Poço) e SAA Vila Reis (1 Poço).

Nesse trabalho, o foco é o SAA ETA de captação superficial, o qual é constituído de captações nos rios Caviuna e Pirapó, estação de tratamento de água com capacidade de produção de 280 L/s, 21.600m<sup>3</sup>/dia, reservação constituída de 3 reservatórios, sendo um elevado, um enterrado e outro semi-enterrado, com capacidade total de 6.200 m<sup>3</sup>.

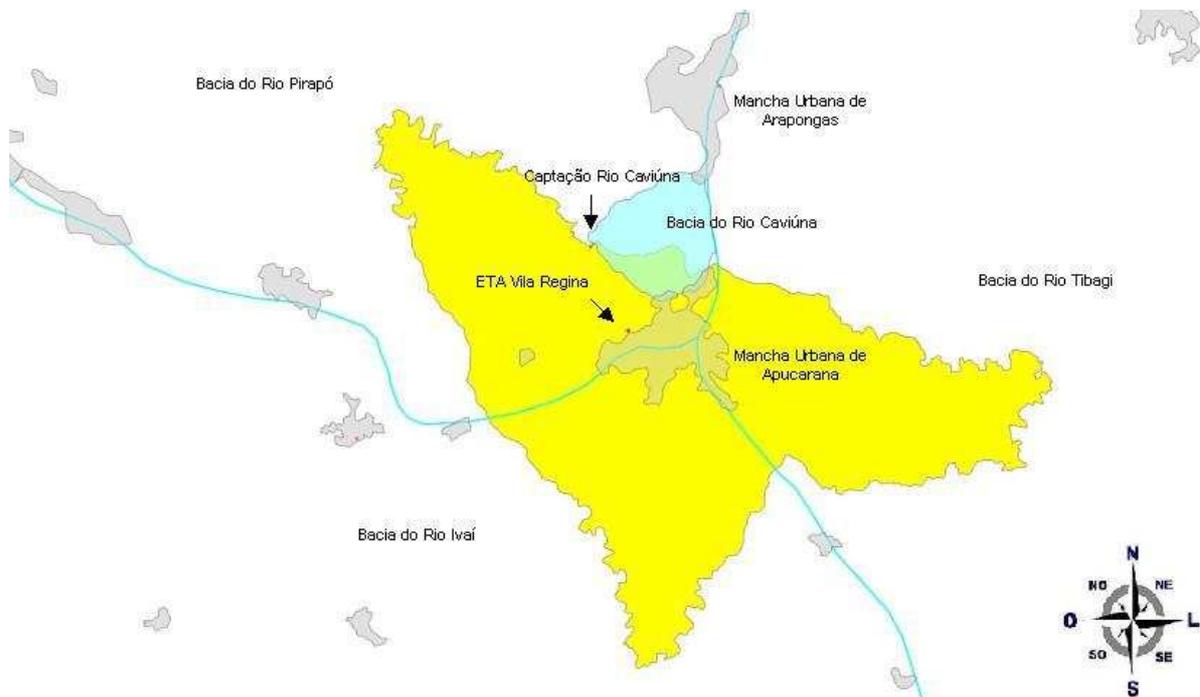
A captação no rio Caviuna (X: 499.291, Y: 7.401.608) é operada constantemente, já a captação do rio Pirapó apenas em caráter emergencial. A bacia do rio Caviuna é uma sub-bacia do rio Pirapó e tem uma área de drenagem de 4.389ha.

A Figura 11 mostra a localização da captação superficial para abastecimento de Apucarana com relação a divisão das 3 bacias hidrográficas que abrangem o município. E a Figura 12 mostra fotos da captação e da ETA Vila Regina.

O SAA ETA possui estação de tratamento do tipo convencional / clássico, descrito no item 3.3, com decantação acelerada denominada Estação de Tratamento

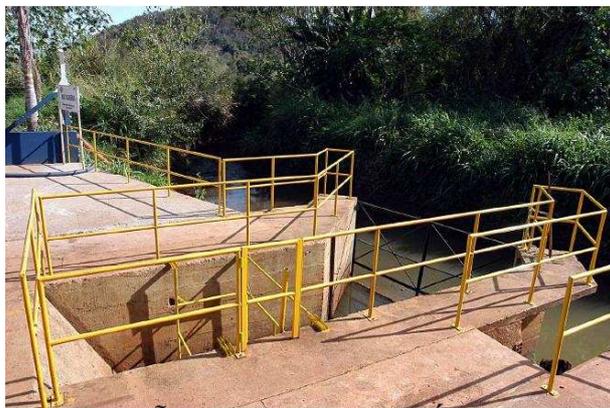
Vila Regina, localizada na Rua João XXIII. As fotos da Figura 13 ilustram as etapas de tratamento mencionadas.

Figura 11: Localização da captação superficial e da bacia do manancial de abastecimento com relação a abrangência do Projeto Oásis



Fonte: Elaborado pelo autor, 2013.

Figura 12: Captações da ETA Vila Regina



Captação no rio Caviúna



Captação no rio Pirapó



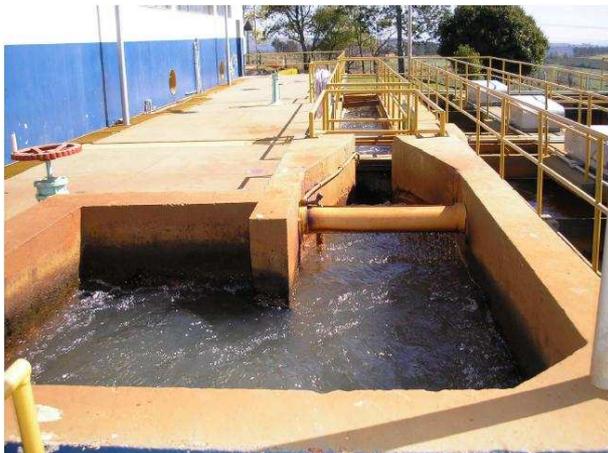
Vista aérea ETA Vila Regina



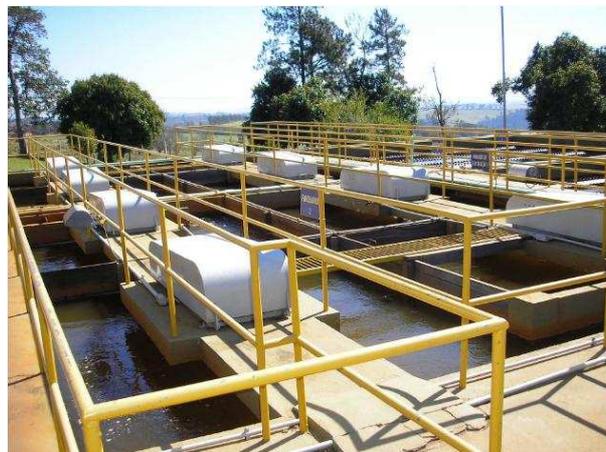
Casa de bombas, 4 conjuntos de 450HP

Fonte: Arquivo Sanepar de Apucarana, 2013.

Figura 13: Processo de tratamento de Água da ETA Vila Regina



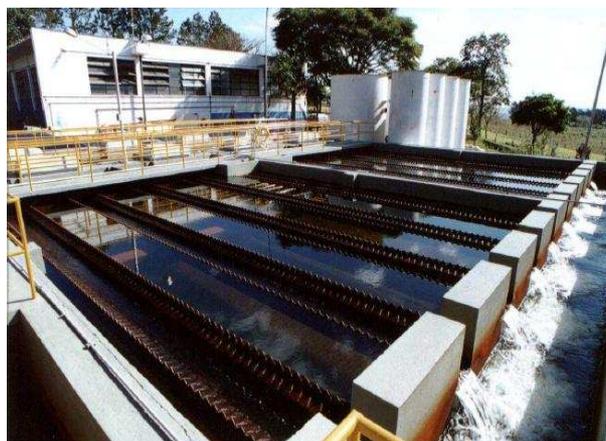
Processo de mistura rápida na entrada de água bruta



Processo de floculação



Processo de decantação



Processo de decantação



Processo de filtração



Processo de desinfecção na câmara de contato



Sistema de recalque para distribuição

Fonte: Arquivo Sanepar de Apucarana, 2013.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados de execução do Projeto Oásis e dos dados de monitoramento da ETA Vila Regina no município de Apucarana avaliou-se os impactos que a conservação do solo causou na qualidade da água do rio Caviúna e os impactos que a qualidade da água trouxe para o tratamento da água.

Para realizar essa avaliação definiu-se os seguintes indicadores: número de propriedades que aderiram ao Projeto Oásis; turbidez da água captada na ETA Vila Regina e a quantidade de policloreto de alumínio (PAC) utilizado para o tratamento da água.

O número de propriedades que aderiram ao projeto contribui para melhoria do estado de conservação do solo. A proteção das propriedades diminui a perda de solo para o corpo hídrico o que acarreta na diminuição da turbidez da água.

A diminuição da turbidez da água facilita o tratamento para torná-la potável, pois utiliza-se uma menor quantidade de produtos químicos.

Devido a influência desses três indicadores entre si, decidiu-se analisá-los para avaliar a eficácia da implantação do Projeto Oásis em Apucarana.

A tabela 5 mostra a adesão de propriedades ao longo dos anos com o aumento considerável de abrangência do Projeto.

TABELA 5: RESULTADOS ANUAIS DO PROJETO OÁSIS

Investimentos realizados	Nº de propriedades	Área (ha)	Valor
2010 (Pirapó)	64	1354,1	R\$ 143.010,00
2011 (Pirapó / Tibagi)	128	2850,38	R\$ 270.060,00
Previsão de 2012 (Pirapó / Tibagi / Ivaí)	184	4579,68	R\$ 393.421,20

Fonte: Adaptado de Fundação Grupo Boticário, 2012.

A tabela 6 mostra os resultados médios mensais das análises realizadas pela Sanepar da turbidez da água bruta captada, o consumo mensal de policloreto de alumínio utilizado no processo de coagulação na ETA Vila Regina e o volume de precipitação mensal, no período entre janeiro/2010 até setembro/2013, período de implantação do projeto.

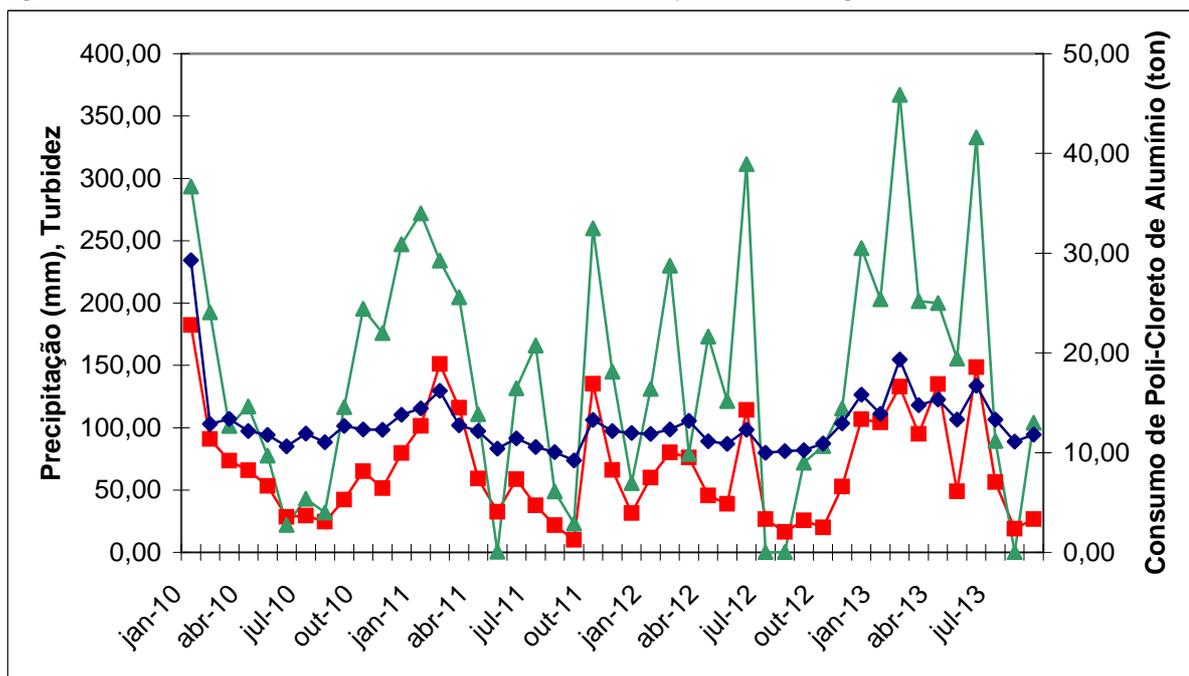
TABELA 6. RESULTADO DAS ANÁLISES DE TURBIDEZ DA ÁGUA BRUTA CAPTADA, QUANTIDADE DE PRODUTO QUÍMICO CONSUMIDO NA ETA VILA REGINA E VOLUME DE PRECIPITAÇÃO

	Turbidez da Água Bruta			Poli-Cloreto de Alumínio, Solução - 8		T °C	Precipitação (mm)
	Máxima	Média	Mínima	Consumo (ton)	ppm		
jan-10	5880,00	182,27	40,00	29,28	49,07	24,60	293,50
fev-10	1580,00	90,96	32,90	12,88	23,53	26,00	192,50
mar-10	2070,00	73,41	22,20	13,39	22,26	25,00	101,50
abr-10	1010,00	65,73	5,00	12,16	21,02	22,30	117,00
mai-10	970,00	53,14	22,00	11,79	20,13	18,70	77,50
jun-10	168,00	28,37	15,20	10,61	18,94	18,40	22,00
jul-10	820,00	29,41	12,80	11,90	19,63	19,30	43,00
ago-10	548,00	24,61	7,74	11,05	17,72	20,00	32,00
set-10	1129,00	42,19	8,38	12,69	20,77	22,00	116,50
out-10	1710,00	64,93	10,70	12,31	20,19	21,60	195,50
nov-10	1098,00	51,50	16,60	12,28	20,17	24,00	176,00
dez-10	1996,00	79,60	19,70	13,80	22,2	24,40	247,00
jan-11	3186,00	101,48	23,70	14,43	23,56	25,40	272,00
fev-11	2200,00	151,06	26,10	16,18	28,55	25,20	234,00
mar-11	5100,00	116,07	18,30	12,74	20,75	23,30	204,50
abr-11	936,00	59,18	19,80	12,16	19,39	22,30	111,00
mai-11	292,00	32,62	16,80	10,42	17,21	18,30	0,50
jun-11	2412,00	58,56	12,60	11,43	20,21	16,80	131,50
jul-11	732	37,73	11,3	10,56	17,69	18,60	166,00
ago-11	546,00	21,81	7,96	10,06	12,26	19,20	49,00
set-11	38,70	10,07	6,52	9,22	9,57	20,90	23,00
out-11	4400,00	135,12	6,45	13,29	22,48	22,20	260,00
nov-11	1714,00	66,19	17,90	12,17	19,96	22,90	145,00
dez-11	1240,00	31,40	14,50	11,98	18,01	25,60	55,50
jan-12	3090,00	59,90	15,70	11,88	18,4	24,10	131,00
fev-12	4329,00	80,20	15,30	12,33	19,63	23,20	230,00
mar-12	2850,00	76,02	17,00	13,18	20,08	24,20	79,00
abr-12	1176,00	45,56	14,00	11,16	18,8	22,00	173,00
mai-12	1060,00	38,86	9,41	10,89	17,7	18,60	121,50
jun-12	5330,00	114,33	11,90	12,31	21,31	17,40	311,50
jul-12	452,00	26,72	13,60	9,98	16,18	17,30	0,00
ago-12	111,00	16,34	1,50	10,15	15,41	20,50	0,30
set-12	787,00	25,60	7,31	10,25	16,11	22,12	72,00
out-12	699,00	19,95	7,39	10,91	17,44	24,41	85,40
nov-12	1000,00	52,87	10,10	12,94	20,49	23,70	115,50
dez-12	1960,00	106,88	0,96	15,82	23,89	25,77	244,00
jan-13	5000,00	104,31	3,00	13,89	21,35	23,90	203,00
fev-13	3220,00	133,01	3,27	19,35	33,4	23,60	367,00
mar-13	6793,00	95,11	16,90	14,75	22,05	23,00	201,50
abr-13	4800,00	134,89	7,11	15,34	23,59	22,00	200,00
mai-13	2048,00	48,98	9,71	13,31	19,68	19,70	155,50
jun-13	3800,00	148,41	0,88	16,72	14,6	17,80	333,00
jul-13	1606,00	56,45	12,40	13,31	21,13	16,90	89,50
ago-13	143,00	18,93	0,30	11,10	17,49	0,00	0,00
set-13	721,00	26,53	9,36	11,80	19,25	21,20	104,00

Fonte: SANEPAR, 2013.

Com os dados da tabela 6 foi elaborado o gráfico da Figura 17 o qual pode-se perceber que o volume de precipitação tem influência direta na turbidez da água bruta. Além disso, se confirmou que quanto maior a quantidade de sólidos na água a ser tratada maior a quantidade de policloreto de alumínio necessário para tratá-la.

Figura 17: Gráfico de consumo de cloreto de alumínio x qualidade da água



Legenda: ◆: volume de policloreto de alumínio consumido, ■: turbidez da água bruta, ▲: volume de precipitação mensal.

Esses resultados comprovam o que Bassi (2002) já tinha levantado.

Porém os mesmos resultados indicam que a implantação do Projeto Oásis na bacia ainda não chegou a contribuir com a diminuição da turbidez do rio Caviúna.

Mas não pode-se fazer uma conclusão precipitada de que a preservação de novas áreas e a conservação do solo não tenham um impacto positivo na qualidade da água. O período avaliado é considerado pequeno quando comparado com medidas como readensamento da vegetação que pode levar mais de 10 anos para surtir efeito.

Jardim (2010) em seu trabalho, tentou estabelecer uma relação floresta-água e concluiu que apesar de abranger aspectos complexos de serem avaliados, a

relação interfere diretamente no fluxo hidrológico da região ao se tratar da relação positiva entre cobertura florestal e disponibilidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Outro ponto relevante é a porcentagem de áreas contratadas com relação ao tamanho total das bacias. A bacia do rio Pirapó, por exemplo, na qual se insere a área de drenagem da captação da ETA Vila Regina, as propriedades participantes representam apenas 16,08% em área da bacia. A ampliação da área de abrangência do projeto é muito importante para melhorar os resultados da qualidade da água.

Apesar do estágio de implantação do projeto, houve dificuldade para obter informações relacionadas a alguns aspectos dos programas, tais como valores de acompanhamento dos projetos, arrecadação de recursos e os dados das propriedades participantes como localização, práticas conservacionistas, área preservadas, etc. Esse tipo de dado é relevante para a melhor compreensão do funcionamento do programa e deveriam ser de fácil acesso para todo tipo de público.

Também cabe ressaltar a importância de se instalar outros pontos de monitoramento da qualidade da água dos cursos d'água, além do ponto de captação, tendo em vista a localização da bacia de abastecimento dentro da área de abrangência do Projeto Oásis (Figura 11).

Segundo informações levantadas na região, não houve um acompanhamento técnico constante nas propriedades, muito menos o monitoramento dos resultados do projeto. Com isso, se confirma o que Veiga e Gavaldão (2012) defendem, a falta de acompanhamento desestimula a continuidade do projeto.

Diante disso, sugere-se que a entidade executora (SEMATUR) realize o acompanhamento, monitoramento e principalmente de divulgação dos resultados das diversas etapas do programa, não só para os envolvidos diretamente, mas para toda a sociedade. Isso por que, essas atividades são essências como instrumento de validação do programa, além de serem importantes fontes de informações para subsidiar o planejamento e execução de futuros projetos de PSA no país.

Durante a elaboração deste trabalho a metodologia do projeto foi modificada. A nova metodologia passou a analisar critérios não só ambientais como de gestão da propriedade e práticas de produção. Porém a metodologia continua desconsiderando

a área total da propriedade dedicada a conservação e o custo de oportunidade dessa área. Fato que cria uma distorção nos valores pagos. Outro problema é o sistema arbitrário de beneficiar as propriedades de acordo com o número de nascente, sendo que nem sempre 10 nascentes produzem mais que 5, por exemplo.

Em um artigo já citado, Young et al (2012), propõe uma metodologia linear que evitem esse pagamento aleatório e beneficie preferencialmente os proprietários de áreas com vegetação conservada que ajude a proteger os recursos hídricos. A idéia da metodologia proposta é combinar a compensação pelo custo oportunidade da terra destinada a conservação com um sistema de bonus por serviços ambientais identificados na propriedade como boas práticas agrícolas. E ainda considerar não apenas variáveis ambientais como também criterios econômicos e sociais, aspectos que podem motivar a adesão de outros proprietários.

Além dessas questões, em Apucarana a entidade executora do projeto, a SEMATUR, é um órgão da Prefeitura, o que acaba tendo grande influência com a troca da gestão municipal.

Enfim, são muitos os motivos para que um Programa de Pagamentos de Serviços Ambientais como o Projeto Oásis tenha sucesso e continuidade, motivos esses que não foi possível fazer uma análise mais profunda e conclusiva sobre a eficácia do projeto na região.

Com base nos resultados encontrados não foi possível estabelecer uma ganho econômico no tratamento de água conforme proposto no início deste trabalho. Mas desde já o autor propõe acompanhar os dados de turbidez e consumo de cloreto de alumínio dessa ETA num período maior.

Um dos maiores desafios para o Projeto Oásis de Apucarana é a definição do que é preciso ser feito para que as iniciativas desenvolvidas até agora continuem e se desdobrem para um processo de ganho de escala. Baseadas nas informações adquiridas ao longo desse trabalho, algumas considerações são levantadas:

Melhorar o escopo do projeto, ou seja, o projeto foi criado visando a proteção da água para abastecimento humano. E a abrangência e expansão do projeto nem sempre seguem esse quisito, conforme ilustrado nas figuras 10 e 11.

Ampliar as parcerias, por exemplo atualmente o Comitê da Bacia do Tibagi, que contempla a região, está em fase de discussão e aprovação do Plano de Bacia,

ótimo momento para divulgar o trabalho já iniciado e unir forças para a ampliação. Além disso, um Comitê de Bacia é uma entidade independente de política, a qual pode ajudar a SEMATUR em tempo de transição.

Monitoramento, além do acompanhamento e monitoramento das propriedades participantes, é necessário avaliar a eficácia do projeto, por meio de análises da qualidade da água, aumento de áreas conservadas, melhoria da qualidade de vida do proprietários. Também é importante acompanhar o fluxo e a qualidade dos serviços prestados e dos pagamentos para assegurar a credibilidade do projeto.

Divulgação, além do treinamento da equipe avaliadora das propriedades, é importante realizar seminários, palestras, desenvolver folders, com informações para que os produtores rurais saibam de suas obrigações ambientais e vejam a possibilidade de adesão voluntária ao projeto.

E por fim, além da legislação municipal específica criada, é importante a definição de regras fiscais para que não haja dificuldade na execução de recursos públicos. Durante a elaboração desse trabalho, ocorreram diversas reuniões de trabalho para a discussão da regulamentação da legislação específica estadual (Lei nº 17.134/2012), a proposta de regulamentação vem calcada na constatação de que os serviços ambientais estão diretamente relacionados e imbricados com o bem estar social e com o processo produtivo. Através da análise das experiências de projetos de PSA, especialmente o Projeto Oásis de Apucarana, pode-se concluir que as dificuldades começam com a necessidade de rever o conceito de externalidade em direção ao reconhecimento do conceito de serviço ambiental como um bem público, pelo qual se deriva uma relação de interdependência entre meio ambiente e economia. Neste sentido, o pagamento pode ser visto como um investimento em infra-estrutura ecológica. Passa-se a trabalhar com um beneficiador-recebedor, e não mais com um poluidor-pagador, alterando as bases de formulação da gestão ambiental, introduzindo elementos de mercado para a política pública.

## 6 CONCLUSÕES

A água vem se tornando cada vez mais um recurso estratégico em função dos interesses vitais, econômicos e geopolíticos. Com o aumento da degradação ambiental em paralelo com a crescente demanda de água para os diversos usos, surgiu a necessidade de repensar as políticas públicas, principalmente no que se refere aos instrumentos de gestão ambiental. O cenário atual exige uma gestão sob o prisma dos diversos aspectos econômicos, sociais e ambientais, o que vem favorecendo o fortalecimento de uma nova estratégia de gestão em recursos hídricos: o Pagamento por Serviços Ambientais.

Durante toda a pesquisa, procurou-se estabelecer uma linha de informações e discussões direcionadas ao cumprimento do objetivo geral deste estudo: Avaliar os impactos do Projeto Oasis na operacionalização da ETA Vila Regina no município de Apucarana/PR.

Foi elaborado um panorama com experiências de projetos de Pagamento por Serviços Ambientais e um quadro legal brasileiro aplicável ao tema. Para o estudo de caso foi realizada uma descrição da metodologia e implantação do Projeto Oásis de Apucarana e escolhidos 3 indicadores (número de propriedades que aderiram ao Projeto Oásis; turbidez da água captada na ETA Vila Regina e a quantidade de cloreto de alumínio utilizado para o tratamento da água para avaliação de sua eficácia.

Quanto à avaliação do Projeto Oásis, ainda que não seja possível quantificar os benefícios em termos de serviços ambientais adquiridos pelas práticas conservacionistas já iniciadas, não se pode ignorar o mérito dessa experiência municipal que se estruturou e se preparou para buscar a conservação dos recursos hídricos aliada a conservação dos solos por meio do mecanismo de PSA.

Além da influência direta da turbidez na água no tratamento e consumo de produtos químicos, os resultados do trabalho mostram o aumento da adesão dos proprietários ao longo dos anos e a participação efetiva da comunidade rural é extremamente importante para atingir bons resultados em qualquer projeto de PSA em recursos hídricos.

Contudo, é necessário que novos estudos sejam realizados nessa área para que o arcabouço teórico do PSA se consolide a partir do monitoramento do projeto na

prática. O acompanhamento visando à evolução, após os primeiros anos, podem ajudar na adaptação e melhoramento das bases estratégicas do Projeto Oásis. Essas pesquisas devem incluir diversos fatores que interferem na sustentabilidade desses projetos, como monitoramento da qualidade da água, repasse dos recursos, a percepção dos proprietários rurais em relação às atividades de conservação e aos contratos de PSA propriamente ditos, entre outras.

Verificou-se que é fundamental que haja compromisso com as populações locais e o fortalecimento dos canais de participação das mesmas junto aos órgãos gestores. E uma das maneiras eficientes para fazer com que isso aconteça é por meio da capacitação de todos os atores envolvidos e da ampliação do conhecimento dos mesmos sobre as interrelações entre águas e florestas e a conscientização sobre o valor desses recursos.

Além disso, é necessário o fortalecimento das instituições administrativas que envolvem a gestão dos recursos hídricos, como os Comitês de Bacias e Fundos Municipais/ Estaduais. Destaca-se ainda, a necessidade de ampliar a capacidade técnica dos órgãos gestores para garantir da manutenção das áreas conservadas independente das mudanças políticas que porventura venha ocorrer no município.

Com isso, conclui-se que os programas de PSA como o Projeto Oásis devem focar na permanência através de mudanças de uso da terra que sejam sustentáveis e resilientes aos distintos momentos políticos e econômicos, e adotarem uma política de complementaridade e cooperação interinstitucional. Parcerias entre os governos locais, nacionais e regionais com empresas e sociedade civil podem fornecer redes de segurança essenciais para a continuidade de políticas públicas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONIAZZI, L. B; SHIROTA, R. Pagamentos por Serviços Ambientais da Agricultura para Proteção de Bacias Hidrográficas. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – Sober**. Londrina, 22-25 Jun, 2007. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/1118.pdf>>. Acesso em: 31/03/2013.
- APUCARANA, PR. **Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável Municipal**. Apucarana, 2013-2016. Disponível em: <<http://www.apucarana.pr.gov.br>>. Acesso em: 12/06/2013.
- APUCARANA, PR. Câmara Municipal. Apucarana, 2013. Disponível em: <<http://www.apucarana.pr.leg.br/apucarana>>. Acesso em: 15/06/2013.
- ASLAM, A.; SZCZUKA, J. (Ed.) **Estado Mundial de la Infancia**. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF), 2012. Disponível em: <<http://www.unicef.org/spanish/sowc2012/fullreport.php>>. Acesso em: 31/03/2013.
- AZEVEDO NETO, J. M. et al. **Técnicas de Abastecimento de Água**. 2ª ed. São Paulo: CETESB, 1979.
- BASSI, L. **Valuation of land use and management impacts on water resources in the Lajeado São José micro-watershed, Chapecó, Santa Catarina State, Brazil**. Rome, Italy: FAO, 2002. 18p. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0270e/A0270E03.pdf>>. Acesso em: 15/04/2013.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?. In: **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos**. Brasília: SAG, 2011. v.I, 64 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. Alternativas organizacionais para gestão de recursos hídricos. In: **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos**. Brasília: ANA, 2012. v.III, 169 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Programa Produtor de Água: Manual Operativo**. Brasília: Superintendência de Usos Múltiplos, 2011.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde – Funasa. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/sistema-de-abastecimento-de-agua>>. Acesso em: 18/06/2013.
- BERNARDES, C.; SOUSA JUNIOR, W. C. Pagamento por Serviços Ambientais: Experiências Brasileiras relacionadas à Água. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 5., 2010, Florianópolis, **Anais**, 2010.
- CONCEIÇÃO, J. R. Apresentação Fundo Azul. In: **Escola da Qualidade da SANEPAR**. Curitiba, jun 2013.
- CHOMITZ, K. M.; BRENES, E.; CONSTANTINO, L. Financing environmental services: the Costa Rican experience and its implications. **The Science of The Total Environment**, v. 240, p. 157-169, 1999.
- COSTANZA, R.; et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. **Nature**, London, v.387, p.253-260, Mai, 1997.
- DAILY, G. C. **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997. Disponível em: <

<http://gcpolcc.org/group/ecosystem-services-team/page/es-resources>>. Acesso em: 15/04/2013.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. L. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. 2ª ed. v.1. São Carlos: RiMa, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Water at a Glance: The relationship between water, agriculture, food security and poverty**. Disponível em: <<http://www.fao.org/nr/water/art/2007/flash/glance/gallery1.html>>. Acesso em: 15/04/2013.

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA. **Projeto Oásis: Resumo Executivo**, 2011.

GELUDA, L. **Pagamentos por Serviços Ecológicos previstos na Lei do SNUC – Teoria, Potencialidades e Relevância**. Trabalho de Graduação Curso de Formação Profissional em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

GOIÁS (Estado). Saneamento de Goiás S/A. **Manual de Operação de Estação de Tratamento de Água**. Jun, 2006.

GOOGLE MAPS. **Localização Município de Apucarana**. Disponível em: <<https://maps.google.com.br>>. Acesso em: 18/06/2013.

HERCOWITZ, M.; WHATELY M. **Serviços Ambientais: conhecer, valorizar e cuidar: Subsídios para a proteção dos mananciais de São Paulo**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008.

ICMS ECOLÓGICO. Disponível em:

<[http://www.icmsecologico.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=74&Itemid=77](http://www.icmsecologico.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=77)>. Acesso em: 15/08/2013.

JARDIM, M. H. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Gestão de Recursos Hídricos: O Caso do Município de Extrema-MG**. 2010. 195p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

Juris Ambiente. Disponível em:

<<http://www.jurisambiente.com.br/ambiente/principios.shtm>>. Acesso em: 02/04/2014.

KFOURI, A.; FAVERO, F. **Projeto Conservador das Águas Passo a Passo: Uma Descrição Didática sobre o Desenvolvimento da primeira Experiência de Pagamento por uma Prefeitura Municipal no Brasil**. 1ª edição. Brasília, DF: The Nature Conservancy do Brasil, 2011. v.IV, 60p.

MATTOS, L.; HERCOWITZ, M. Políticas Públicas. In: NOVION, H.; VALLE, R. do. (Org.) **É pagando que se preserva? Subsídios para políticas públicas de compensação por serviços ambientais**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009.

MAY, P. H. **Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática**. Ed. 2. São Paulo: Campus Elsevier, 2010.

METZGER, J. P. Uma visão global da fragmentação. **Revista Página 22**. São Paulo, n. 5, p.48-51. Fev, 2007.

ONISHI, C. M., VAZOLLER, R. F., REYDON, B. P. Pagamento por serviços ambientais: benefícios locais e globais. **Revista DAE**, São Paulo, n.192, p.6-33. Ago, 2013.

PARANÁ. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento – SUDERHSA e Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA. **Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná**. Projeto Guarani, 2004. Escala 1:1.600.000.

REIS, L. V. DE S. **Cobertura florestal e custo de tratamento de águas em bacias hidrográficas de abastecimento público: caso do manancial do município de Piracicaba**. 2004. 215p. Dissertação (Doutorado em Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

REYDON, B. P. Mecanismos para a valorização da floresta. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL, 15., 2011, São Paulo, **Anais**, São Paulo, 2011, v.1, p.1-20.

SANEPAR; SENOGRAFIA SENSORIAMENTO REMOTO. **Diagnóstico das Bacias do rio Cariúna e Pirapó**. Apucarana, 2005.

SANEPAR – COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Sistema Corporativo de Gestão Industrial**. SCI, 2013.

SANTOS, P.; et al (Org.). **Marco regulatório sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil**. Belém, PA: IMAZON; FGV. CVces, 2012.

SILVA, A. G. **Valoração e Sustentabilidade Ambiental do Primeiro Manancial de Abastecimento Público de Curitiba – Carvalho**. 2013. 146p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial). Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná em parceria com o SENAI-PR e a Universität Stuttgart, Alemanha. Curitiba, 2013.

SPERLING, V. M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto**. 3ª ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte, 2005.

TAKEDA, Tatiana de Oliveira. Princípio do usuário-pagador. In: **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XIII, n. 78, jul 2010. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=8139](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=8139)>. Acesso em: 02/04/2014.

VEIGA F.; GAVALDÃO M. Iniciativas de PSA de Conservação dos Recursos Hídricos na Mata Atlântica. In: GUEDES, F. B; SEEHUSEN, S. E. (Org.) **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília, DF: MMA, 2011. p. 123-182

VEIGA NETO, F. C. da. **A construção dos mercados de serviços ambientais e suas implicações para o desenvolvimento sustentável no Brasil**. 2008. 286p. Trabalho de Conclusão Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade – CPDA, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

VIVAN, J. L. **Experiências brasileiras de Pagamentos de Serviços Ambientais em perspectiva comparada às estratégias internacionais**, Estudo 2 – Segundo

Relatório. Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais União Européia – Brasil, 2012. Disponível em:

<[http://www.aprendizagempsa.org.br/sites/default/files/biblioteca/04\\_Estudo%20Relatorio%20Jorge%20Vivan.pdf](http://www.aprendizagempsa.org.br/sites/default/files/biblioteca/04_Estudo%20Relatorio%20Jorge%20Vivan.pdf)>. Acesso em: 18/06/2013.

WUNDER, S. Payments for environmental services: Some nuts and bolts. **CIFOR Occasional Paper**, Jakarta, v.42, 24p, 2005.

WUNDER, S.; BÖRNER, J.; TITO, M. R.; PEREIRA, L. **Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal**, Série Estudos 10. Brasília: MMA, 2008. 136 p

YOUNG, C. E. F; et al. **Implementing Payments for Ecosystem Services in Brazil: Lessons from the Oasis Project**. Rio de Janeiro, RJ, 2012.

## ANEXOS

### Pedido para uso dos dados internos da Sanepar

Curitiba, 31 de março de 2014.

Ao  
PEDRO LUIS PRADO FRANCO  
Gerente da Assessoria de Planejamento e Desenvolvimento Ambiental  
Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR

#### **Autorização para uso de dados e informações internas**

Prezado Sr.,

Venho através desta solicitar a autorização para uso acadêmico dos dados das análises de qualidade da água bruta e consumo de produtos químicos da ETA Vila Regina em Apucarana no período de janeiro de 2010 a junho de 2013 e de informações sobre o Programa Fundo Azul.

Esses dados e informações serão usados na elaboração do trabalho de conclusão do curso de Especialização em Direito Ambiental da Universidade Federal do Paraná sobre Pagamento de Serviços Ambientais em Bacias de Abastecimento Público.

Atenciosamente,

  
Roberta Miguel Kiska  
Engenheira Ambiental

## Autorização para uso de dados internos pela Sanepar



A  
ROBERTA MIGUEL KISKA  
Engenheira Ambiental  
Auna do curso de Especialização em Direito Ambiental da UFPR.

### **Autorização para uso de dados e informações internas**

Em atendimento a sua solicitação para uso acadêmico dos dados das análises de qualidade da água bruta e consumo de produtos químicos da ETA Vila Regina em Apucarana no período de janeiro de 2010 a junho de 2013 e de informações sobre o Programa Fundo Azul, declaro autorizado o uso desses dados e informações.

Atenciosamente,

Pedro Luis Prado Franco  
Gerente da Assessoria de Planejamento e Desenvolvimento Ambiental  
Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar