



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

GESTÃO AMBIENTAL EM CENTRO DE EXPERIMENTOS FLORESTAIS NA REGIÃO DE ITU - SP: DIAGNÓSTICO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS E POTENCIALIDADE DO REUSO DA ÁGUA¹

Amanda Alvares de Abreu e Silva Grigol²; Gerson Araujo de Medeiros³;
Admilson Irio Ribeiro³; Roberto Wagner Lourenço³; Iris Sayuri Fukuda Tomaz²;
Aretha Medina Oliveira Marin⁴

RESUMO

O agravamento da questão ambiental tem levado a uma mudança nos paradigmas de planejamento e gestão dos recursos naturais, levando a disseminação da gestão ambiental. O objetivo do presente trabalho foi realizar um diagnóstico dos aspectos e impactos ambientais no Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin, em Itu – SP, e um estudo da potencialidade do aproveitamento de água da chuva. A metodologia incluiu o levantamento de informações sobre a geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos, do consumo de água e manejo de irrigação na área do viveiro, e um estudo da potencialidade do aproveitamento de água da chuva. O Centro de Experimentos Florestais recebe cerca de 4.500 visitantes por ano, o que leva a geração de aproximadamente 1,5 t.ano⁻¹ de resíduos sólidos. O manejo de irrigação do viveiro leva a um consumo de água que atinge 3.200 m³.ano⁻¹, para suportar uma produção anual de 750.000 mudas. Os resultados da análise do aproveitamento de água da chuva apontaram para o retorno do investimento em um período de 14 anos. As principais questões que emergem dessa pesquisa relacionaram-se a necessidade de se estabelecerem planos de monitoramento e controle do uso da água e dos insumos agrícolas no viveiro de mudas.

Palavras-chave: consumo de água, gestão de resíduos, reuso da água.

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE CENTER OF FORESTRY EXPERIMENTS IN THE REGION OF ITU, STATE OF SÃO PAULO: DIAGNOSIS OF ENVIRONMENTAL ASPECTS AND IMPACTS AND POTENTIALITY OF WATER REUSE

ABSTRACT

The worsening of the environmental issues has led to a change in the paradigms of planning and management of the natural resources, leading to a dissemination of environmental management. The aim of this work was to perform a diagnosis of the environmental aspects and impacts in the Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin in Itu city - SP, and a study of the potential use of rainwater. The methodology included collecting information on the generation of solid waste and wastewater, water consumption and irrigation management in the nursery area, and a study of the potential use of rainwater. The Centro de Experimentos Florestais receives about 4,500 visitors a year, which leads to the generation of approximately 1.5 t.ano⁻¹ of solid waste. The irrigation management in the nursery leads to a water consumption that reaches 3,200 m³.ano⁻¹, to support an annual production of 750,000 seedlings. The results of the analysis of the use of rainwater pointed to the return on investment in a period of 14 years. The main issues that emerge from this research were related to the need to develop plans for monitoring and controlling the use of water and agricultural supplies in nursery.

Keywords: water consumption, waste management, water reuse.

Trabalho recebido em 05/04/2012 e aceito para publicação em 10/05/2013.

¹ Parte do trabalho de iniciação científica da primeira autora apoiado pelo CNPq/Reitoria da UNESP;

² Engenheira Ambiental, bolsistas de iniciação científica CNPq/RT-UNESP. e-mail: amandagrigo@gmail.com; iris_tomaz@hotmail.com;

³ Docentes da UNESP, Campus de Sorocaba, Av. Três de Março 511, CEP 18087-180, Sorocaba – SP. e-mail: gerson@sorocaba.unesp.br; admilson@sorocaba.unesp.br; robertow@sorocaba.unesp.br;

⁴ Coordenadora de Restauração Florestal do Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica. e-mail: restauracao.areatecnica@sosma.org.br

1. INTRODUÇÃO

O momento histórico da evolução da humanidade aponta para a necessidade de uma mudança de paradigma da inter-relação do homem com o meio ambiente e seu uso, pois a demanda dos recursos naturais tem afetado a capacidade de sustentabilidade dos ecossistemas em atender as exigências impostas pelos padrões de consumo da sociedade contemporânea (MEDEIROS et al., 2012). Nesse contexto, surge e ganha visibilidade o paradigma do desenvolvimento sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi apresentado, inicialmente, na obra intitulada “Nosso Futuro Comum”, elaborada pela Comissão Mundial do Ambiente e Desenvolvimento (BRAGA et al., 2002). Esse novo paradigma de desenvolvimento, ratificado na Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Rio 92), se propõe a atender às necessidades da atual geração sem comprometer o direito das futuras gerações atenderem as suas próprias necessidades. Um dos desdobramentos desse novo paradigma foi o desenvolvimento e visibilidade de novos conceitos de administração de bens e serviços nas últimas décadas, como a gestão ambiental.

Pela sua abrangência e repercussão, a gestão ambiental está presente tanto no meio empresarial, quanto na administração pública federal, estadual e municipal, por meio da gestão territorial, incluindo-se ainda as organizações não governamentais. Por esse motivo, tem-se observado uma forte tendência, nas mais distintas organizações, de implantação de sistemas de gestão ambiental (SGA) ou suas variações, como a produção limpa, selo verde ou outras certificações.

Um dos princípios básicos relacionados a um SGA refere-se ao planejamento ambiental. O planejamento ambiental engloba a formulação de um plano para o cumprimento da política ambiental. Essa etapa envolve a identificação dos aspectos ambientais; a avaliação dos impactos ambientais correlatos; a caracterização dos requisitos legais envolvidos; os critérios internos de desempenho, objetivos e metas; o Programa de Gestão Ambiental (PGA), o qual operacionaliza o SGA (BARBIERI, 2007).

Aspectos ambientais são elementos das atividades, produtos ou serviços da empresa que podem interagir com o meio ambiente (VALLE, 2009). Já os impactos ambientais correspondem a qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente,

causada por alguma forma de matéria ou energias e resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetem a segurança, saúde, bem estar, atividades sócio econômicas, as condições estéticas e sanitárias e a qualidade dos recursos ambientais. (VALLE, 2009).

O conhecimento e a divulgação dos aspectos ambientais de um empreendimento atendem às expectativas de uma melhoria no desempenho ambiental (VALLE, 2009; DE JORGE, 2001). Conhecendo-se, previamente, os problemas associados à implantação e operação do empreendimento, por meio de instrumentos de avaliação de impacto e planejamento ambientais, pode-se adotar medidas que evitem ou atenuem tais impactos, reduzindo os danos ambientais e, conseqüentemente, os custos envolvidos na sua remediação ou correção.

Para a identificação dos aspectos e avaliação dos impactos ambientais associados, deve-se procurar, inicialmente, selecionar todos os processos, produtos e serviços relacionados à atividade produtiva. A partir desse diagnóstico dos aspectos inerentes a organização, pode-se avaliar os impactos ambientais correlatos, os quais podem ser posteriormente classificados, quanto aos seus efeitos, em nulos, positivos, negativos, benéficos ou adversos (BRAGA et al., 2002).

Segundo De Jorge (2001), o processo completo de avaliação do desempenho ambiental, realizado em uma base contínua e de forma sistemática e periódica, permite às empresas verificar se os seus objetivos estão sendo atingidos, além de fornecer um mecanismo para investigar e apresentar informações confiáveis e verificáveis, inclusive de natureza financeira, que podem ser relatadas às partes interessadas, por exemplo, acionistas e usuários, órgãos financiadores, fiscalizadores e ambientais.

No presente estudo, com base nos aspectos e impactos ambientais avaliados, o Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin apresenta pontos em comum a um empreendimento turístico em Unidades de Conservação, pelo fluxo de pessoas e característica do local. Como medidas de gestão, para esse tipo de empreendimento, Almeida (2008) recomenda:

- o planejamento da utilização sustentável da água, avaliando-se a quantidade e a qualidade das reservas disponíveis, em comparação com as necessidades previstas;

- definição da capacidade de suporte, de forma que a população de visitantes seja atendida no lugar, sem sobre-carregar a infra-estrutura e os recursos naturais existentes;

- adequação dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos e resíduos sólidos para atendimento das demandas geradas.

- elaboração e implantação de planos de manejo para as unidades de conservação, com a previsão da harmonização das características ambientais da unidade com as atividades extensionistas;

- estabelecimento de programas de educação ambiental para orientação dos visitantes, com especial atenção à reciclagem do lixo, bem como as formas e posturas ambientais que devem ser mantidas nas áreas de visitação, especialmente nas “Unidades de Conservação”;

Portanto, pelo exposto, assume uma considerável importância o estabelecimento de melhorias no âmbito da gestão ambiental, voltado para um Centro de Estudos Florestais, tanto pelos impactos potenciais gerados quanto pelo seu caráter de disseminador dos paradigmas da sustentabilidade.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um diagnóstico dos aspectos e impactos ambientais no Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin, e um estudo da potencialidade do aproveitamento de água da chuva, como

base para a implementação de um plano de gestão ambiental dessa instituição.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização

O trabalho foi desenvolvido no Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin, localizado na cidade de Itu – SP.

Segundo o IBGE, a cidade de Itu – SP possui 154.147 habitantes em uma área de 640,8 km² e uma densidade demográfica de 240,57 habitantes/km².

A cidade fica localizada no sudeste do estado de São Paulo e possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude de 23° 15' 57" Sul; Longitude de 47° 17' 57" Oeste, em uma altitude média de 583 metros. Itu está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI – 10), mais precisamente na sub-bacia do Médio Tietê Superior.

A Fundação SOS Mata Atlântica se instalou em uma antiga fazenda de café, com área de 526 hectares, de terras cedidas em comodato por 20 anos pela Brasil Kirin. Desse total, 386 hectares serão restaurados com espécies florestais nativas regionais do bioma Mata Atlântica.

No local pretende-se implementar um plano de gestão ambiental, seguindo os princípios da sustentabilidade que rege a missão da Fundação SOS Mata Atlântica.

Segundo Torrado (2009), o Centro de Experimentos Florestais pode ser dividido em duas áreas, com características pedológicas distintas, sendo a primeira constituída de solos rasos, ocupando uma área de 360 ha, e a segunda de solos mais profundos e com forte gradiente textural, abrangendo cerca de 260 ha. O material de origem controla a textura observada na região, que pode ser classificada como média, com a presença de areia fina e silte. As características de saturação de bases levam a predominância de solos distróficos, os quais foram observados numa área de 465 ha, em relação aos solos eutróficos, cuja abrangência alcança cerca de 190 ha (TORRADO, 2009).

Por essas características pedológicas apresentadas, toda a fazenda tem elevada susceptibilidade à erosão, pois os solos rasos imprimem restrição hídrica, nos períodos de estiagem, e de enraizamento em profundidade, criando condições para o incremento do escoamento superficial e limitando a profundidade efetiva para diferentes espécies de plantas (MEDEIROS et al., 2002; WUTKE et al., 2000; entre outros)

Considerando a classificação climática de Köppen, o clima de Itu corresponde a tropical de altitude (Cwa), com chuvas no verão e seca no inverno, sendo a temperatura média do mês mais

quente superior a 22°C. A precipitação total anual atinge um valor médio de 1.299,6 mm, sendo o mês de janeiro o mais chuvoso, alcançando uma precipitação média de 225,1 mm, enquanto o mês mais seco corresponde a agosto, quando a média atinge 37,8 mm (CEPAGRI, 2012).

As médias anuais da temperatura mínima e máxima alcançam 15,0 e 27,6 °C respectivamente, enquanto a temperatura média anual é de 21,3 °C, sendo o mês mais frio o de julho, o qual apresenta uma média de 17,5 °C, e o mais quente corresponde a fevereiro, quando se alcança uma média de 24,4 °C (CEPAGRI, 2012).

A evapotranspiração potencial média anual, estimada pelo método de Thornthwaite (1948), totaliza 1034,8 mm por ano. O mês de janeiro é aquele de maior demanda hídrica pela atmosfera, quando se atinge uma média de 124,6 mm; enquanto a menor média mensal atinge 46,5 mm, correspondendo ao mês de julho.

Essa distribuição, associada a sazonalidade da precipitação, leva a períodos de déficit hídrico mais acentuados nos meses de agosto e setembro, na região de Itu, conforme o balanço climatológico elaborado a partir do método de Thornthwaite & Mather (1955) para uma capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, conforme pode ser visualizado na Figura 1 (NURMA, 2012).

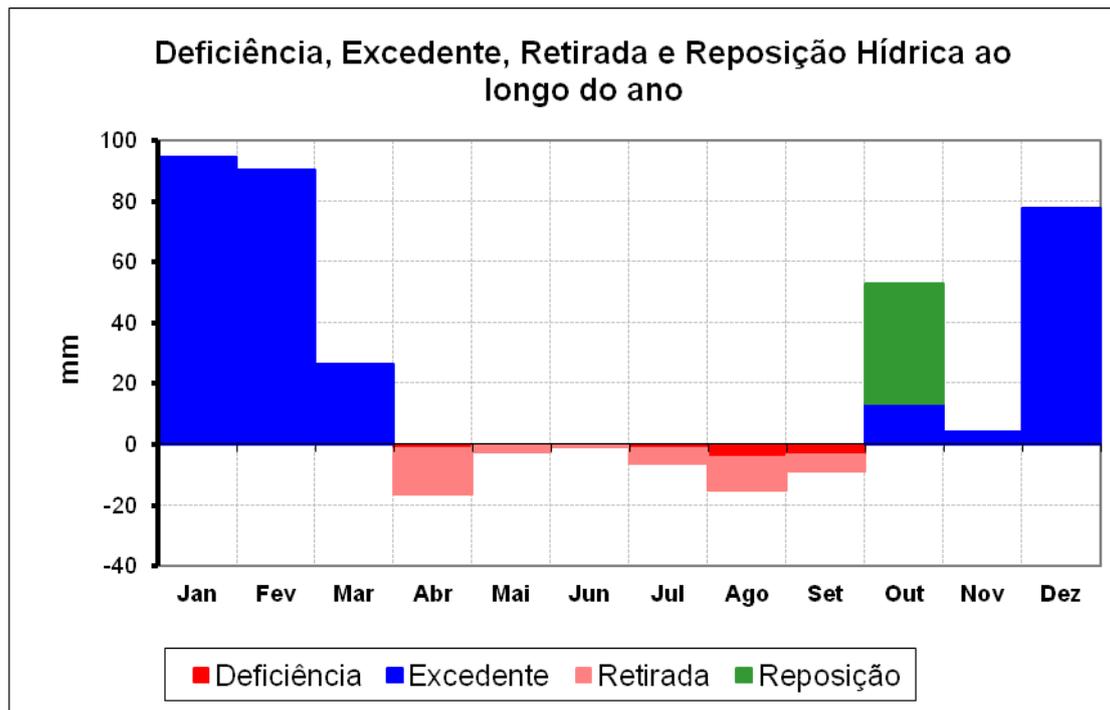


Figura 1. Balanço hídrico climatológico (NURMA, 2012).

2.2. Caracterização das atividades desenvolvidas na área

Realizou-se um levantamento de todas as atividades desenvolvidas na área, por meio de entrevista com os gestores e posteriores avaliações. Nesse aspecto incluíram informações sobre a estrutura física, como: banheiros, instalações sanitárias e hidráulicas; a estrutura de coleta, armazenamento e disposição do lixo; a estrutura de condução e tratamento de efluentes líquidos etc.

Outro importante levantamento refere-se aos usuários como: o número de pessoas que nele trabalham e o turno executado; o número de pesquisadores e estagiários e a frequência de permanência dos mesmos; o número de visitantes, sua

procedência, épocas de maiores fluxos e tempo médio de permanência.

Deve-se ressaltar que o Centro de Experimentos Florestais possui um viveiro de produção de mudas, o que trouxe a necessidade de se levantar a sua área, o sistema de irrigação utilizado, o turno de rega, a lâmina aplicada nas mudas, a potência do conjunto moto-bomba, os efluentes e resíduos gerados, o consumo de insumos agrícolas etc.

2.3. Identificação e monitoramento dos aspectos e respectivos impactos ambientais potenciais

Na busca sobre o entendimento dos fatores que influenciam na implementação

de um plano de gestão ambiental, a metodologia de pesquisa utilizada no desenvolvimento deste trabalho teve um caráter teórico empírico, desenvolvida na forma de um estudo exploratório (MARCONI, LAKATOS, 1999).

A escolha deste método de pesquisa deve-se à necessidade de se obter uma visão inicial dos aspectos e impactos que podem ser gerados no Centro de Experimentos Florestais.

Nesse contexto, buscou-se o levantamento de indicadores ambientais, como o nitrogênio total, avaliado no reservatório e no efluente gerado pelo viveiro. Para esse fim, foi utilizado o método de digestão por persulfato e a leitura dos resultados através da espectrofotometria HACH modelo DR 9830.

Os resíduos sólidos domésticos gerados foram pesados, em base úmida, por meio de uma balança mecânica, numa frequência semanal, sendo separados os resíduos orgânicos daqueles considerados recicláveis, como o plástico, metais, papel e papelão; e não recicláveis. A pesagem considerou o acúmulo de uma quantidade mínima do resíduo reciclável, para atender a logística de seu transporte pela Cooperativa. Assim, somente em duas épocas foram realizadas as pesagens do

material reciclável, no meio do período de coleta de dados, e no seu final.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resíduos sólidos

No Centro de Experimentos Florestais organizam-se visitas orientadas, cursos e palestras o que leva a uma visitação anual de cerca de 4.500 pessoas, distribuídas de maneira bem uniforme ao longo dos meses. Esse fluxo de pessoas influencia diretamente na geração de resíduos sólidos.

A Tabela 1 mostra a geração dos resíduos sólidos domésticos, os quais foram coletados e pesados pelos funcionários durante um período de aproximadamente quatro meses. Já na Tabela 2 visualiza-se a totalização desses resíduos conforme a sua classificação, além de uma estimativa de geração mensal e a importância relativa de cada tipo de resíduo.

Os resíduos recicláveis e os resíduos orgânicos correspondem a praticamente 90% do total gerado semanalmente. Esse percentual equivale a uma geração de 148 kg.mês^{-1} , o que corresponde a cerca de 1,5 toneladas anuais. Tais resíduos são levados semanalmente para uma cooperativa de reciclagem do município.

Tabela 1. Quantidade de resíduos sólidos gerados no Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin, no período de março a julho de 2012.

Data	Peso (kg)	Tipo do Resíduo
31/03/2012	24,0	Orgânico
06/04/2012	9,0	Não Reciclável
13/04/2012	8,0	Não Reciclável
20/04/2012	26,1	Orgânico
25/04/2012	6,1	Orgânico
05/05/2012	10,0	Orgânico
17/05/2012	127,0	Reciclável
25/05/2012	14,0	Não Reciclável
02/06/2012	15,0	Orgânico
15/06/2012	11,0	Não Reciclável
22/06/2012	10,0	Orgânico
04/07/2012	15,0	Orgânico
06/07/2012	150,0	Reciclável
16/07/2012	150,0	Reciclável
27/07/2012	18,0	Não Reciclável

Tabela 2. Geração média mensal, classificação e importância relativa de cada tipo de resíduo sólido gerado pelo Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin, no período de março a julho de 2012.

Resíduos	Soma (kg)	Média Mensal (kg)	(%)
Recicláveis	427,0	107	70,1
Não Recicláveis	60,0	15	10,1
Orgânicos	106,1	25	19,8
TOTAL	593,1	148	100

Os responsáveis em acondicionar e transportar os resíduos são os funcionários do Centro de Experimentos Florestais. Já os resíduos não recicláveis são retirados pela empresa responsável pela coleta de lixo de Itu.

Informações sobre a conscientização da coleta seletiva é bem disseminada entre a equipe e os visitantes. Assim, os funcionários demonstraram ser bem disciplinados e alinhados com a coleta seletiva e os princípios da sustentabilidade. Todavia, nos períodos em que ocorreram excursões, observou-se o descarte dos

resíduos orgânicos e recicláveis no lixo comum, demonstrando a necessidade da elaboração de novas estratégias de sensibilização dos visitantes antes de iniciar as atividades.

Na região Metropolitana de Campinas, mais especificamente no aterro sanitário de Indaiatuba, próximo a Itu, Mancini et al. (2007) estimaram que 90% do lixo depositado no aterro sanitário de Indaiatuba é reciclável. Esse é um tema de extrema relevância para a redução dos impactos provocados pela geração e disposição dos resíduos sólidos urbanos.

Com a recente Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cria-se um novo conceito, relacionado ao gerenciamento integrado do lixo. Esse novo conceito estabelece que todos os municípios têm de apresentar seu Plano Diretor de Resíduos Sólidos e impõe também ao cidadão comum a obrigação de colaborar com a gestão mais racional dos resíduos, bem como o gerador de elaborar planos de gestão que visem estabelecer metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem (MANCINI et al., 2012).

Assim a Fundação SOS Mata Atlântica poderia implantar um sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos, para poder controlar e avaliar quantitativa e

qualitativamente os seus resíduos e, quando necessário, criar planos de ações para diminuir a quantidade de resíduos gerada.

3.2. Efluentes líquidos

O principal efluente líquido gerado é o de origem doméstica. Esse efluente provém, principalmente, de dois tipos de atividade: a limpeza do escritório e pelos 11 (onze) banheiros.

O município de Itu não possui rede coletora de esgoto na região na qual está inserido o Centro de Experimentos Florestais. Por esse motivo, o efluente líquido é direcionado para três fossas sépticas, cada uma com um volume de 12 m³.

O efluente é retirado por uma empresa terceirizada três vezes por mês, o que corresponde a aproximadamente 108 m³ de efluente líquido doméstico gerado mensalmente.

3.3. Consumo de água e geração de efluentes do viveiro de mudas

O viveiro (Figura 2) abrange uma área de 4.000 m² e é dividido em quatro setores, os quais correspondem aos diferentes estágios de desenvolvimento das mudas (Figura 3), desde a germinação até o período que ela possa ser plantada.



Figura 2. Vista interna (esquerda) e externa (direita) do viveiro do Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin.



Figura 3. Setores do viveiro do Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin.

O viveiro possui significativa importância para o Centro de Experimentos Florestais, pois dele se obtém as mudas para a implantação dos projetos para a restauração florestal da fazenda e demandas de proprietários rurais localizados na região de Itu. Porém é também o setor que mais consome os recursos naturais e provoca os principais impactos ambientais no Centro de Experimentos Florestais

A irrigação é feita manualmente para os setores 3 e 4. Já para os setores 1 e 2 é realizada por meio do sistema de irrigação localizada, utilizando de microaspersores, pois as mudas estão em um estágio de desenvolvimento inicial e são mais sensíveis ao impacto das gotas.

O fornecimento de água, por meio dos microaspersores, é realizado três vezes por dia durante 2h 30min, para todos os setores. Moraes Neto et al. (2003)

realizaram o manejo de irrigação por microaspersão, em viveiros de espécies nativas, na cidade de Três Lagoas – MS, germinadas em canteiros e repicadas para tubetes de polipropileno com volume útil de 50 cm³. Nas condições ambientais desse ensaio, a irrigação foi realizada três vezes ao dia, sendo cada aplicação de 15 minutos.

Na irrigação manual, assim como na microaspersão, não se avalia ou controla a quantidade de água aplicada.

No viveiro são produzidas cerca de 750.000 mudas por ano, levando a um consumo de aproximadamente 9 m³.dia⁻¹ ou 3.200 m³.ano⁻¹, segundo estimativas baseadas nos relatos da equipe do viveiro.

Os insumos agrícolas consumidos correspondem a 20 t.ano⁻¹ de adubo (4-14-8) e, raramente, inseticida (0,5 L.ano⁻¹).

Portanto, o viveiro apresenta dois impactos ambientais, relacionados a aspectos imprescindíveis para o desenvolvimento da cultura: o consumo de água pelas mudas e o uso de adubação química.

O impacto do uso de adubação química está relacionado ao manejo de irrigação, o que leva a uma perda de nutrientes, como pôde ser visualizado no local, por meio da formação de escoamento superficial.

O sistema de escoamento de água dos viveiros direciona o excesso de água drenada para dois destinos. Parte desse excesso é drenada para uma represa localizada nos limites da fazenda. O restante é aplicado diretamente no solo.

Foram feitas duas análises de nitrogênio total em dois pontos da fazenda, sendo o primeiro no local de lançamento diretamente no solo, e o segundo na própria represa, como indicado na Figura 4. A primeira coleta foi no dia 11 de junho de 2012, quando o adubo químico foi aplicado nas mudas do viveiro e a segunda em 22 de junho de 2012, quando não houve adubação.

No ponto 1, na primeira coleta (11 de junho) obteve-se uma concentração de nitrogênio total de 118 mg.L⁻¹ enquanto na segunda (22 de junho) esse teor atingiu 76 mg.L⁻¹. Já no ponto 2, a concentração de nitrogênio total atingiu 1,6 mg.L⁻¹ e 1,0 mg.L⁻¹ em 11 de junho de 2012 e 22 de junho de 2012 respectivamente. Portanto, observa-se que no dia da aplicação de adubo, a concentração de nitrogênio total foi superior, tanto na água de drenagem dos viveiros quanto na represa.

Em termos relativos essa diferença foi de aproximadamente 60% para as duas datas de amostragem, sugerindo uma influência da adubação.

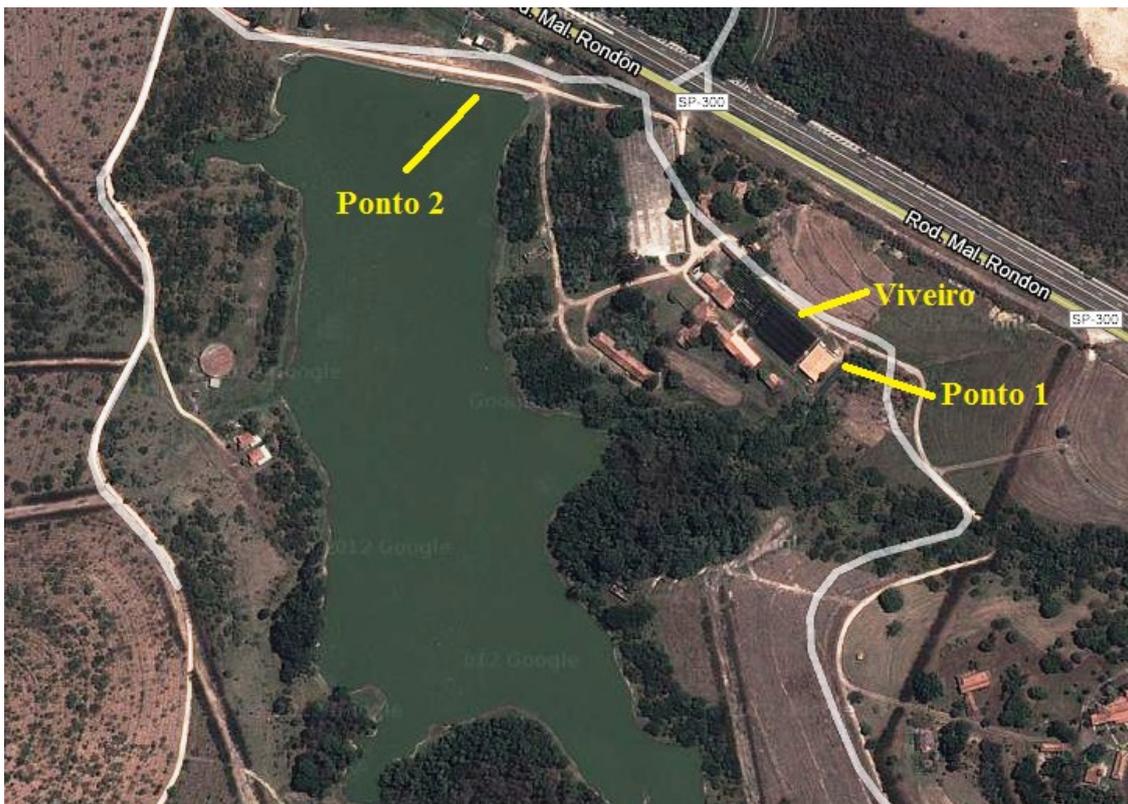


Figura 4. Pontos de coleta para análise de nitrogênio total do Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin.

Considerando-se a resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011), o limite estabelecido para o lançamento de nitrogênio total de efluentes em corpos d'água é de 20 mg.L^{-1} . Portanto, a concentração desse nutriente, na água drenada do viveiro, excedeu o limite permitido nas duas datas de coleta. Provavelmente a causa foi o manejo de irrigação no viveiro.

Parte desse nitrogênio pode ter ficado no solo do viveiro, gerando um efeito residual. Com o excesso de irrigação ele deve ter sido carregado junto com a água e o solo do escoamento superficial, mesmo

na data em que não houve a aplicação de adubação química. Observou-se, por meio da visita no local, que a gramínea é a espécie cultivada no entorno do viveiro, onde o efluente é despejado, a qual responde bem à aplicação de nitrogênio (MENEGATTI et al., 2002).

Apesar de apresentar uma concentração bem inferior em relação ao efluente do viveiro, nas duas datas de amostragem, no ponto de coleta 2 foi superado o limite de $1,27 \text{ mg.L}^{-1}$, estabelecido na resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) para o nitrogênio total em ambiente lântico. Já na data em

que não houve a aplicação da adubação química, a concentração de nitrogênio total no reservatório se reduziu a limites inferiores aos preconizados na referida resolução.

Portanto, uma melhoria para a sustentabilidade do Centro de Experimentos Florestais seria o reuso do efluente gerado no viveiro, para a fertirrigação das mudas.

O outro impacto ambiental encontrado é o consumo excessivo de água para irrigação do viveiro. O viveiro utiliza cerca de 3.200 m³ de água por ano, superando a precipitação média da região, o que demonstra a importância do controle da irrigação e a substituição do método manual por um mais eficiente como o sistema de irrigação por aspersão ou micro-aspersão.

3.4. Aproveitamento da água da chuva

Avaliou-se a possibilidade de se aproveitar a água da chuva para reduzir o consumo externo de água do viveiro e outros usos não potáveis, como as descargas sanitárias.

As informações relacionadas ao Centro de Experimentos Florestais e utilizadas para essa avaliação são apresentadas na Tabela 3.

A partir dessa informação e daquela relativa a precipitação mensal da região de

Itu – SP (Tabela 4), pode-se calcular o volume de água da chuva que pode ser armazenado para uso não potável (Tabela 4), pela seguinte equação (TOMAZ, 2003)

$$V_c = \frac{A.P.C}{1000} \quad (1)$$

em que, V_c é o volume da chuva que pode ser armazenada (m³); A é a área do telhado (m²); P é a precipitação média mensal (mm); e C é o coeficiente relacionado a evaporação (0,8).

Os resultados do cálculo do volume de água da chuva aproveitável são apresentados na Tabela 5. Realizado o cálculo de V_c , procedeu-se a um balanço hídrico mensal quando calculou-se o efeito do uso de um reservatório de 50 m³ para armazenar a água da chuva, sobre o suprimento externo necessário para atender a demanda da água da unidade, baseado exclusivamente no atendimento aos viveiros e banheiros.

Os resultados do balanço hídrico indicam uma demanda anual de 3.489,6 m³, somente para o atendimento de usos não potáveis da água.

A instalação um reservatório de 50 m³ para o armazenamento e reuso da água da chuva, reduziria a demanda anual hídrica externa para 1.102,7 m³ por ano, o que equivale a uma economia no consumo de água de 68%.

Tabela 4: Dados de infraestrutura e consumo de água do Centro de Experimentos Florestais – Brasil Kirin, em 2012.

Área do telhado (aproximada)	2.225 m ²
Área de irrigação do viveiro	4.000 m ²
Demanda do viveiro (mensal)	273,8 m ³
Demanda para descargas sanitárias	17 m ³

Tabela 5. Volume de água que pode ser armazenado mensalmente a partir da precipitação média mensal, na região de Itu-SP, e demanda de água não potável do Centro de Experimentos Florestais – Brasil Kirin, para a irrigação do viveiro e descargas de vasos sanitários, na região de Itu – SP.

Mês	Precipitação (mm)	Demanda Total (m ³)	Volume de Chuva (m ³)
Janeiro	225,1	290,8	400,7
Fevereiro	174,2	290,8	310,1
Março	140,8	290,8	250,6
Abril	64	290,8	113,9
Mai	58,5	290,8	104,1
Junho	61,4	290,8	109,3
Julho	42,6	290,8	75,8
Agosto	37,8	290,8	67,3
Setembro	72,3	290,8	128,7
Outubro	119	290,8	211,8
Novembro	121,3	290,8	215,9
Dezembro	182,6	290,8	325,0
Total	1299,6	3489,6	2313,3

Considerando que o preço água, em 2012, atingiu R\$ 6,05 por m³, na categoria industrial, de acordo com a empresa Águas de Itu, responsável pelo abastecimento da cidade de Itu, o gasto anual sem a implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva atingiria R\$ 21.112,10. Se o sistema de captação e aproveitamento de água da chuva fosse instalado, esse custo anual se reduziria a R\$ 6.671,42, representando uma economia de R\$ 14.440,75.

Para a instalação desse projeto seria necessário construir um reservatório de 50 m³ metálico, a um custo de R\$ 70.000,00, e instalar as estruturas de coleta e condução da água, o que alcançaria R\$ 20.000,00, segundo Mancuso, Dos Santos (2003). Portanto a ordem de grandeza dos investimentos para o aproveitamento de água da chuva seria de R\$ 90.000,00.

Considerando esses custos fixos e prevendo aqueles para uma manutenção mensal de R\$ 8.000,00 (MANCUSO, DOS SANTOS, 2003) para a recuperação da

qualidade da água, demoraria cerca de 14 anos para o retorno do investimento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possibilitou um levantamento dos aspectos e impactos ambientais de um Centro de Experimentos Florestais, um tema pouco difundido na literatura brasileira. Algumas questões emergem a partir dessa pesquisa, como a necessidade de se estabelecerem indicadores ambientais e planos de monitoramento e controle dos aspectos ambientais, notadamente a aplicação de água e utilização de insumos no viveiro de mudas, os quais proporcionaram os mais significativos impactos ambientais avaliados nesse trabalho.

O aproveitamento da água da chuva demonstrou ser uma alternativa viável do ponto de vista ambiental, justificando a sua implantação com um tempo de recuperação do capital investido de 14 anos. Destacando-se, ainda, o caráter didático do referido projeto.

AGRADECIMENTOS

Os autores do presente trabalho agradecem ao Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Brasil Kirin que apoiou o projeto, auxiliou com informações e locomoção dentro da Fazenda.

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Reitoria da Universidade Estadual Paulista pela concessão de bolsas.

Por fim, à UNESP Campus de Sorocaba por fornecer o apoio do Laboratório de Biologia e os equipamentos necessários para a coleta e análise das amostras.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J.R. **Gestão Ambiental: para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Editora Thex, 2008.
- BARBIERI, J.C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2007
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L. et al. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.
- BRASIL. Decreto N° 5.746, de 5 de abril de 2006. 2 ed. Aum. Brasília: MMA/SBF . Que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
- BRASIL. Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília: MMA/SBF. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
- BRASIL. Resolução CONAMA N° 430/2011. “Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA”. Data da legislação: 13/05/2011. Publicação DOU n° 92 de 16/05/2011, pág. 89.

- CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. 2012
- DE JORGE, F. N. **Avaliação do desempenho ambiental - proposta metodológica e diretrizes para aplicação em empreendimentos civis e de mineração.** São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2001. 214p. (Tese de Doutorado).
- MANCINI, S.D.; FERRAZ, J.L.; BIZZO, W.A. Resíduos sólidos. In: ROSA, A.H.; FRACETO, L.F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade.** Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 347-374.
- MANCINI, S. D.; NOGUEIRA, A. R.; KAGOHARA, D. A.; SCHWARTZMAN, J. A. S.; MATTOS, T. Recycling potential of urban solid waste destined for sanitary landfills: the case of Indaiatuba, SP, Brazil. **Waste Management & Research**, v. 25, p. 517-523, 2007.
- MANCUSO, P.C.S.; DOS SANTOS, H.F. **Reuso da Água.** 1ª Edição. Barueri – SP: Editora Manole Ltda. 2003. 559p.
- MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- MEDEIROS, G.A.; GIORDANO, L.C.; REIS, F.A.G.V. Gestão Ambiental. In: ROSA, A.; FRACETO, L.F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade.** Porto Alegre: Bookman, 2012, p. 375-406.
- MEDEIROS, G.A. **Influência do manejo de um latossolo vermelho sobre a eficiência do uso da água e produção do feijoeiro irrigado.** 2002. 176 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia de Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.
- MENEGATTI, D.P.; ROCHA, G.P.; FURTINI NETO, A.E.; MUNIZ, J.A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciênc. agrotec.**, v.26, n.3, p.633-642, mai./jun., 2002.
- MORAES NETO, S. P. et al . Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.6, p. 779-789, 2003.
- NURMA. Núcleo de **Monitoramento Agroclimático.** Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/bhbrasil/Saopaulo/>>, acessado em 18 de setembro de 2012.

- OLIVEIRA, M. V. de C; CARVALHO, A. de R. **Princípios básicos do saneamento do meio**. 4. ed. São Paulo: Senac, 2004.
- SEIFFERT, M.E.B. **Gestão Ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. São Paulo: Atlas, 2007. 310p.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev**, v.38, p.55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance. Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.
- TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo, SP: 2 ed. Editora Navegar, 2003. 180p.
- TORRADO, P. V.; Levantamento Pedológico do Centro de Experimentos Florestais SOS Mata Atlântica – Schincariol, Fazenda São Luiz – Itu – SP – 2009 – 19p.
- VALLE, C. E. **Qualidade ambiental: ISO 14000**. São Paulo: Editora SENAC, 2009. 205p.
- WUTKE, E.B., ARRUDA, F.B., FANCELLI, A.L., PEREIRA, J.C.V.N.A., SAKAI, E., FUJIWARA, AMBROSANO, G.M.B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.621-33, 2000.