

## 05

# Monitoramento ambiental em bordas de grandes reservatórios hidrelétricos

Caio L. M. JERÔNIMO; Igor G. de M. CRUZ; Cláudio E. C. CAMPELO; Cláudio de S. BAPTISTA; Júlio H. ROCHA<sup>1</sup>

Murilo S. L. PINTO<sup>2</sup>

Hugo F. de FIGUEIRÊDO<sup>3</sup>

**Resumo:** *Com novas demandas e regulamentações aplicadas ao setor elétrico brasileiro, as empresas concessionárias de energia vêm buscando novas soluções que permitam auxiliar o cumprimento legal de suas atividades. Este artigo apresenta uma solução para facilitar o monitoramento das áreas de concessão de usinas hidrelétricas. A solução proposta se baseia em técnicas de sensoriamento remoto, em tecnologias de georreferenciamento e em mapas interativos aliados a dispositivos móveis, com o principal objetivo de atender aos requisitos das novas resoluções do setor hidrelétrico. Tais regulamentações têm influenciado o modo como as empresas devem adquirir, manter e reportar informações ambientais e sociopatrimoniais acerca das áreas de concessão, de forma a promover um melhor uso dos recursos naturais disponíveis, a preservação de áreas protegidas e um maior controle sobre as propriedades localizadas em áreas próximas.*

**Palavras-Chave:** *Gestão ambiental. Monitoramento de bordas de reservatórios. Sistemas de informação geográfica.*

**Abstract:** *With new demands and regulations applied to the electricity sector in Brazil, the electric utilities are seeking new solutions to assist the legal compliance of its activities. This paper presents a solution to facilitate the monitoring of the concession areas of hydroelectric power plants. The proposed solution is based on remote sensing techniques, georeferencing technologies and interactive maps allied with mobile devices, with the objective to meet the requirements of new resolutions of the hydroelectric sector. Such regulations have influenced the way companies must acquire, maintain and report environmental and sociopatrimonial information about concession areas, to promote the appropriate use of available natural resources, the preservation of protected areas and greater control over properties that are located nearby.*

**Keywords:** *Environmental management. Monitoring hydroelectric reservoirs surroundings. Geographic information systems.*

1. Departamento de Sistemas e Computação - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) - Campina Grande, PB - Brasil

R. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó, Campina Grande - PB, 58429-900

2. Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF - Recife, PE - Brasil. R. Delmiro Gouvêia, 333 - San Martin, Recife - PE, 50761-901

3. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB - Monteiro, PB - Brasil.

PB-264, s/n - Vila Santa Maria, Monteiro - PB, 58500-000; E-mails: {caiolibanio,igorgomes,juliorocha}@copin.ufcg.edu.br, {campelo, baptista}@dsc.ufcg.edu.br, mspinto@chesf.gov.br, hugo.figueiredo@ifpb.edu.br

## 1 Introdução

Nas últimas décadas, devido ao crescimento na economia, intensificação da industrialização brasileira, e consequente aumento no PIB, a demanda por energia elétrica no Brasil tem crescido rapidamente (BRITO et al., 2016). Aliado a isso, o panorama mundial está mudando rapidamente, por motivos ligados a três das grandes preocupações da humanidade nesse início de século: meio ambiente, energia e economia global (VICHÍ; MANSOR, 2009). Assim, essas características atraíram atenção de órgãos e políticas públicas que atendam a esta nova realidade, tanto nos aspectos econômicos, como nos sociais e ambientais.

Nota-se atualmente que uma porção considerável da produção elétrica do Brasil está associada às usinas hidrelétricas, tornando o país um grande dependente deste meio de produção de energia. O Brasil possui um enorme potencial hídrico e, com isso, possui grande responsabilidade no setor de energia. Segundo a Resolução Normativa nº 501 (BRASIL, 2015), o empreendedor, no âmbito do procedimento de licenciamento ambiental, deve elaborar o plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatório artificial em conformidade com o termo de referência expedido pelo órgão ambiental competente, para os reservatórios artificiais destinados à geração de energia e abastecimento público. Assim, o cumprimento desse plano ambiental é algo de extrema importância para as concessionárias de energia elétrica, uma vez que seu descumprimento impõe a aplicação de multas.

Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, cobertas ou não por vegetação nativa com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, dentre outros. Dentre os tipos de florestas de proteção, as APP possuem destaque pela sua importância na prestação de serviços ambientais para toda a sociedade. Nessas áreas, os recursos naturais não podem ser explorados. Essas áreas são localizadas, por exemplo, em margens de rios, encostas e em topos de morros (MATTOS et al., 2007).

Percebe-se, portanto, a relevância de um gerenciamento adequado das atividades humanas e ambientais nas APP e de um monitoramento mais otimizado dos possíveis impactos ambientais causados nessas regiões. Todavia, esta atividade de monitoramento é bastante desafiadora, especialmente devido ao tamanho das

áreas em torno dos reservatórios. O reservatório de Sobradinho, por exemplo, com 4.214 km<sup>2</sup>, está entre os maiores espelhos d'água artificiais da terra (GODINHO; GODINHO, 2003). Desta forma, o apoio tecnológico em situações como essa se torna essencial.

Este artigo apresenta uma solução para o monitoramento das áreas do entorno de reservatórios, que inclui um mecanismo para auxiliar a coleta de dados ambientais e sociopatrimoniais, bem como um mecanismo para identificação e gestão de irregularidades na exploração das áreas protegidas. A solução proposta combina o uso de um aplicativo móvel e um sistema web e oferece recursos para obtenção e manipulação de informações georreferenciadas e multimídia, utilizando também técnicas baseadas em sensoriamento remoto por satélites, auxiliando substancialmente o processo de tomada de decisão, visando o cumprimento das regulamentações e a preservação ambiental.

O trabalho aqui apresentado é uma extensão de outro artigo previamente publicado em Jerônimo et al. (2015), objetivando descrever mais detalhes sobre a solução proposta. Neste artigo, são apresentadas mais informações sobre a usabilidade dos mapas temáticos, clarificando seu papel no processo de tomada de decisões. Adicionalmente, apresentam-se mais detalhes sobre o funcionamento do módulo de gerência de imagens de satélite, permitindo um melhor entendimento sobre este no contexto da solução proposta. Além disso, a descrição do sistema de auditoria foi ampliada, possibilitando uma melhor compreensão da importância deste módulo dentro do sistema desenvolvido.

## 2 Controle de Irregularidades nas APP

As APP devem ser preservadas com o objetivo de cumprir sua função ambiental de preservar os recursos hídricos, proteger o solo, promover o bem-estar público, dentre outras. O Código Florestal tenta assegurar esta função, ilegalizando o uso dessas áreas para culturas e urbanizações. Por exemplo, conforme discutido por Montebelo et al. (2005), o uso de culturas anuais nas APP pode causar derramamento de resíduos tóxicos nos rios, enquanto a pecuária excessiva pode gerar a degradação da pastagem.

Há uma variedade de irregularidades que podem ser observadas nas APP. Por exemplo, conforme apontado

por Pinto et al. (2005), na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, cerca de 37,5% de sua área deveriam estar ocupados com vegetação nativa, porém somente 25,74% permanecem dessa forma.

Logo, é essencial que haja um monitoramento adequado em torno dos reservatórios para uma boa preservação e manutenção das APP. O principal objetivo desse tipo de atividade é a diminuição de ilegalidades e acidentes que possam vir a ocorrer nessas áreas ou nos reservatórios. Assim, a empresa responsável deve realizar inspeções frequentes nesses locais, a fim de prezar pela boa manutenção dos reservatórios e identificação de eventos ilegais, sendo estes classificados como sociais, patrimoniais ou ambientais. Os eventos sociais e patrimoniais que ocorrem com maior frequência nas regiões são: uso de equipamentos ou construção de edifícios, captação irregular de água e algumas atividades relacionadas à agricultura. Os ambientais (causados pela própria natureza ou por indivíduos) podem ser: mortandade de peixes, inundação, afogamentos, contaminação por resíduos sólidos, proliferação de plantas aquáticas, remoção de madeira, dentre outros (PAIVA et al., 2015).

Com o monitoramento adequado das ocorrências dessas irregularidades, é possível gerar uma base de dados referente aos incidentes ambientais observados nas margens dos reservatórios, de forma a viabilizar medidas preventivas e corretivas, favorecendo assim a manutenção e preservação ambiental dessas áreas. O controle de irregularidades deve ser feito rotineiramente pela empresa responsável ou, em casos especiais, na presença de denúncias realizadas por moradores das regiões ou órgãos externos à empresa.

A solução desenvolvida permite a identificação e registro de doze tipos de ocorrências:

- **Abalroamento, Incêndio, Naufrágio de Embarcações:** ocorrência relacionada a possíveis incidentes envolvendo embarcações que se locomovem nas águas dos reservatórios. Este tipo de incidente pode acarretar graves consequências como, por exemplo, risco à vida das pessoas envolvidas e à vida marinha da região;
- **Acidentes com Produto Químico Perigoso:** refere-se a eventos de derramamento de produtos tóxicos nos leitos dos reservatórios, podendo causar grandes impactos ao meio natural pertencente às Áreas de Preservação Permanente;
- **Queimada e Incêndio em Vegetações:** este tipo de ocorrência visa o monitoramento e a preservação de toda a fauna e flora contra possíveis queimadas e incêndios causados naturalmente ou provocados pelo homem nas matas próximas aos reservatórios.
- **Afogamentos:** são possíveis eventos de afogamento nos leitos dos reservatórios. Com esta ocorrência, é possível fazer o levantamento de áreas com um alto grau de incidentes deste tipo, a fim de evitar que novos acidentes ocorram;
- **Mortandade de Peixes:** têm como objetivo registrar a mortandade de peixes ocorridas nas águas dos reservatórios, relacionando os tipos de peixe envolvidos e as possíveis causas da ocorrência;
- **Contaminação por Efluentes Líquidos:** ocorrência que registra contaminações por efluentes líquidos próximos aos reservatórios, de modo a auxiliar na preservação e manutenção de toda a vida aquática envolvida;
- **Contaminação por Resíduos Sólidos:** registra eventos de contaminação por dejetos sólidos, com o objetivo de proteger a fauna e flora das APP;
- **Deslizamento de Taludes Marginais:** refere-se a deslizamentos e erosões ocorridas nas margens do reservatório, que representam um grave problema ambiental, já que podem levar a uma degradação das margens dos reservatórios e de toda a mata ciliar;
- **Proliferação de Macrófitas Aquáticas:** ocorrência que registra a proliferação desordenada de macrófitas aquáticas. O desenvolvimento excessivo deste tipo de planta pode trazer riscos para a vida marinha e aos leitos dos reservatórios;
- **Retirada de Madeira em Áreas Remanescentes ou APP:** permite o levantamento de dados sobre a retirada irregular de madeira nas APP, possibilitando medidas preventivas melhores e mais rápidas para esse tipo de situação.
- **Uso Irregular das Margens e Ocupação Irregular de Terras do Empreendedor:** registra o uso inadequado das margens dos reservatórios, bem como possíveis invasões às áreas de propriedade da empresa. Esta ocorrência visa evitar o uso indevido das áreas de proteção, o que pode causar danos ao meio ambiente envolvido;

- **Inundação:** tipo de ocorrência referente a inundações ocorridas nas áreas em torno dos reservatórios, que podem gerar danos ao ambiente ou aos ocupantes dessas áreas.

### 3 Visão Geral da Solução

O principal objetivo da solução desenvolvida é facilitar o gerenciamento das APP por meio do auxílio computacional no controle de ocorrências, monitoramento sociopatrimonial e socioambiental e é composto por dois módulos: módulo móvel e módulo web.

Uma visão geral da solução é ilustrada na Figura 1. Os dados georreferenciados e multimídia são coletados em campo utilizando o módulo móvel e, posteriormente, estes são transferidos para o módulo web. Neste, os usuários podem visualizar os dados (e.g., registros de ocorrências) com auxílio de um mapa interativo, gerar relatórios e realizar análises para apoiar a tomada de decisão. Este módulo contém um Sistema de Informação Geográfico (SIG), independente de plataforma, que se destina a usuários do setor tático e estratégico da empresa, responsáveis por analisar e gerenciar as áreas das APP. Segundo Junior et al. (2010), esse tipo de sistema ajuda no monitoramento, controle e fiscalização ambiental por meio de diagnósticos feitos mediante a sobreposição de informações espaciais da bacia hidrográfica. O sistema ainda oferece um módulo de análise de imagens de satélite para detecção automática de mudanças no ambiente, visando facilitar a identificação de irregularidades e o melhor direcionamento das vistorias realizadas pessoalmente em campo.



Figura 1 - Interação entre usuários e os módulos

Fonte: autores.

Por outro lado, o módulo móvel (Figura 2), desenvolvido para tablets com sistema operacional Android, é utilizado em campo para realizar vistorias, monitorar ocorrências e cadastrar informações sociopatrimoniais. O objetivo principal desse software é a substituição dos formulários tradicionais (feitos em papel), fiscalização das atividades realizadas com o dispositivo móvel (por meio de auditorias) e aperfeiçoamento do processo de coleta de informações. Este aplicativo permite georreferenciar as irregularidades e coletar todas as informações necessárias de acordo com cada tipo de infração. Com isto, torna-se possível uma análise precisa do local em que as irregularidades estejam ocorrendo nas áreas de preservação.

Além disso, nesse módulo, desenvolveu-se um componente para captura de imagens utilizando a própria câmera do dispositivo móvel. Com isto, os vistoriadores não mais necessitam de um dispositivo extra (e.g., câmera fotográfica) para esse fim, visto que eles podem capturar e integrar fotos, automaticamente, às vistorias, ocorrências ou cadastros sociais e patrimoniais em tempo real. A inclusão desse componente visou: (i) eliminar erros que ocorriam ao se inserir manualmente fotografias aos relatórios como, por exemplo, a inclusão de fotos de uma certa área ao relatório de vistoria de outra área; (ii) prevenir fraudes (e.g., um vistoriador incluir uma fotografia que não foi capturada no local ou horário da vistoria), visto que as informações espaciais e temporais são capturadas automaticamente; (iii) otimização do tempo do vistoriador e, consequentemente, dos custos à organização.

Por fim, após a devida coleta dos dados, é possível que esses sejam exportados (no formato JSON). Em seguida, as informações podem ser enviadas via e-mail ou qualquer outro meio de transporte de informações para um responsável da empresa em questão. Por fim, com o sistema web, os usuários são capazes de importar os dados, visualizar algumas das informações em um mapa georreferenciado, examinar as fotografias e realizar uma análise mais completa das informações obtidas em campo.



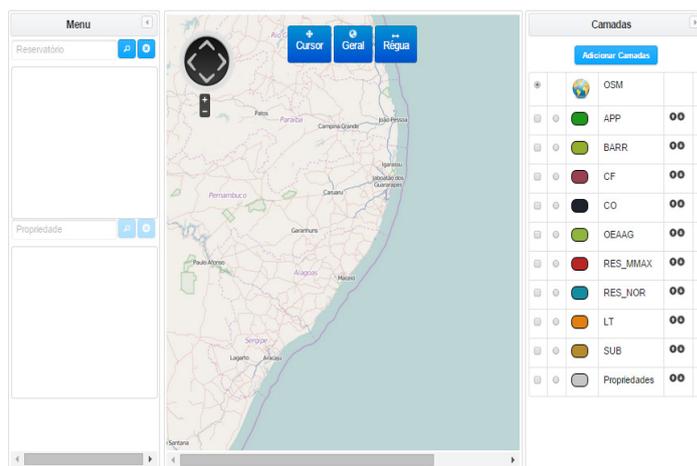
**Figura 2 - Cadastro de ocorrências no módulo móvel do sistema**

Fonte: autores.

## 4 Mapas Temáticos

Um destaque disponibilizado pelo módulo web é a possibilidade de visualização e manipulação de mapas temáticos, através dos quais é possível analisar com mais detalhes as regiões que margeiam os reservatórios. Por meio dos mapas temáticos, é possível obter informações mais precisas e de forma imediata sobre a localização e extensão de determinadas regiões de interesse, facilitando a visualização das informações presentes em um contexto geográfico.

Como mostrado na Figura 3, para auxiliar na gestão ambiental das bordas dos reservatórios, o usuário pode manipular (pan, zoon e navegação) e adicionar diferentes camadas de mapas. Essas camadas podem ser oferecidas pelo sistema (APP, reservatórios, propriedades, vegetações, dentre outras) ou por meio de serviços externos como Geoserver e Arcgis. Além disso, o usuário dispõe de vários recursos como: medição de distância entre pontos no mapa, cálculo de área sobre regiões selecionadas, busca e visualização de ocorrências e reservatórios cadastrados, dentre outros. O uso de mapas digitais favorece substancialmente a detecção de áreas degradadas ou que estejam em processo de degradação e auxiliam significativamente na gestão de ocorrências. Por exemplo, é possível calcular as distâncias entre um reservatório e uma possível ocorrência que esteja acontecendo em suas proximidades, a fim de avaliar os riscos que esta pode trazer às regiões em torno do reservatório.



**Figura 3: Mapas temáticos 1**

Fonte: autores.

Através módulo de gerência de mapas, é possível realizar um completo gerenciamento de todas as informações que estejam vinculadas às entidades do sistema, como os reservatórios, ocorrências, propriedades ou mesmo arquivos multimídia georreferenciados. Neste módulo, ao escolher um determinado item por meio do menu lateral esquerdo, todas as informações pertencentes a esse item são apresentadas em um esquema hierárquico de arquivos e entidades, como mostrado na Figura 4. Em seguida, o sistema ajustará o mapa automaticamente para a região geográfica pertinente ao item selecionado. Esse processo é realizado a fim de facilitar a visualização das informações em um contexto espacial, buscando uma melhora no gerenciamento dos dados apresentados pela ferramenta.

No exemplo exibido na Figura 4, foi realizada uma busca por um determinado reservatório. Assim, o sistema direcionou o mapa para a região em questão, a qual todas as propriedades que margeiam este reservatório são exibidas. Ao selecionar uma determinada propriedade, as informações básicas referentes a esta são exibidas por meio de uma janela pop-up. Logo, são apresentadas informações como: nome da propriedade, cidade, nome da localidade, data, entrevistador e supervisor. Demais informações podem ainda serem acessadas utilizando o menu lateral esquerdo, na seção de propriedades cadastradas. O mesmo comportamento pode ser observado ao selecionarmos uma imagem de satélite coletada, referente a algum reservatório (Figura 5) ou mesmo uma possível ocorrência que tenha sido registrada em suas margens (Figura 6).

Com as funcionalidades apresentadas pelo módulo de gerência de mapas temáticos, e pela sua capacidade de integrar informações e camadas específicas de diferentes fontes de dados, o software permite a realização de uma análise detalhada sobre possíveis riscos, tanto para o meio ambiente (queimadas, incêndios, contaminação de rios e lagos, dentre outros), quanto para propriedades localizadas na região de um reservatório. Assim, auxilia na identificação de regiões mais vulneráveis a determinados eventos. Portanto, esse sistema permite um maior planejamento e favorece a aplicação de medidas preventivas e corretivas por meio das informações coletadas em campo.

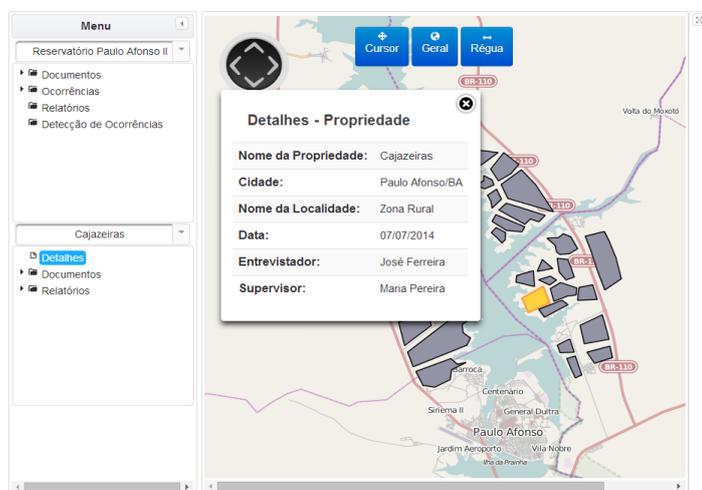


Figura 4: Mapas temáticos 2

Fonte: autores.

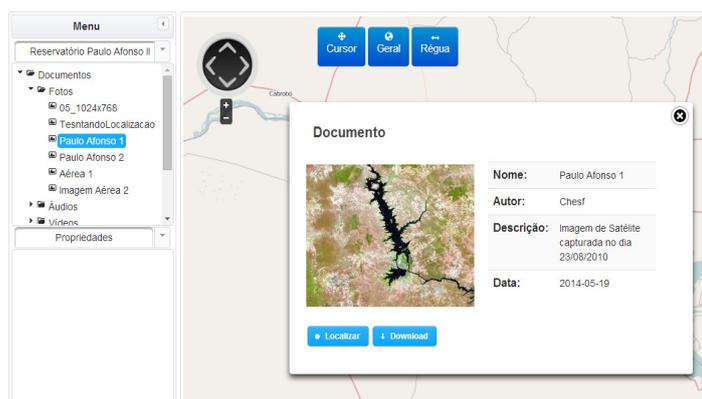


Figura 5 - Mapas temáticos 3



Figura 6 - Mapas temáticos 4

Fonte: autores.

## 5 Imagens de satélite

A degradação do meio ambiente, o uso não sustentável dos recursos naturais e as mudanças climáticas, atualmente, têm sido algumas das grandes preocupações dos cientistas no mundo inteiro. Assim, esses temas necessitam cada vez mais de melhores técnicas de monitoramento sistemático e sinóptico. Logo, aliado aos avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas, foram desenvolvidos satélites de monitoramento terrestre-ambiental que possibilitam a coleta de dados (quantitativos e qualitativos) relacionados ao grau de degradação ambiental, poluição da água e da atmosfera e diversos outros fatores (MASCARENHAS; FERREIRA; FERREIRA, 2009).

Sistemas de satélite e técnicas de análise de imagens têm evoluído nos últimos anos, com objetivo de apoiar a gestão de grandes catástrofes naturais. Atualmente, houve uma melhora substancial na disponibilidade, quantidade, pontualidade e confiabilidade dessas imagens se comparado às de dez anos atrás (VOIGT et.al., 2007).

A partir disso, para um melhor monitoramento das áreas dos entornos dos reservatórios, foi desenvolvido um módulo de gerenciamento de imagens de satélite, no qual o usuário pode adicionar imagens de satélite georreferenciadas referentes às APP. Assim, dado um conjunto de imagens de uma mesma área, obtidas em instantes de tempo diferentes, este módulo permite a detecção automática de variações apresentadas nessas imagens. Essa técnica consiste em realizar a representação da imagem por meio de um grafo, submetendo-o a processos de segmentação e diferenciação e permitindo, de forma automática, a detecção de mudanças ocorridas em uma determinada área (PAIVA, 2015).

Isso pode ser observado, por exemplo, em caso de devastação de uma área florestal, como consequência de um eventual incêndio ou na deterioração da flora em uma área de preservação permanente.

A Figura 7 apresenta as informações que podem ser vinculadas a uma imagem de satélite: tipo (imagem, lidar ou ortofoto), data, descrição, coordenadas geográficas de uma determinada área selecionada e o arquivo da imagem.

Figura 7 - Imagens de satélite

Fonte: autores.

## 6 Sistema de auditoria

Com a digitalização dos processos organizacionais relacionados à gerência de bordas de reservatórios, tornou-se possível o armazenamento eficiente de dados para fins de auditoria. De acordo com (SILVA, 2015), processos de auditoria consistem em práticas sistemáticas e organizadas, implementadas para avaliar determinados processos em uma organização. Essas técnicas permitem uma melhora nas atividades, gerando processos mais confiáveis e sólidos. Além disso, auxilia, de forma substancial, as atividades de tomada de decisão, bem como permite avaliar possíveis melhorias nos processos internos de uma organização.

A ferramenta proposta nesta pesquisa contempla, também, um sistema de auditoria desenvolvido especificamente para atender às necessidades de um sistema de monitoramento de bordas de reservatórios. O software permite um controle sobre todas as mudanças

realizadas nos dados, possibilitando uma confirmação da autenticidade das informações coletadas e inseridas no sistema. Nesse tipo de aplicação, um módulo de auditoria se mostra particularmente importante, uma vez que podem ser utilizadas equipes terceirizadas que utilizarão o sistema móvel para coletar os dados das vistorias, ocorrências, e cadastros sociais e patrimoniais. Logo, um módulo capaz de permitir a validação dessas informações, buscando a minimização de possíveis erros no ato da coleta das informações é essencial.

A visualização das mudanças, por meio do módulo de auditoria, é realizada por uma interface simples e intuitiva, a qual apresenta as inserções e modificações dos dados em uma linha do tempo, facilitando o gerenciamento destas informações, como pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 - Sistema de auditoria

Fonte: autores.

## 7 Conclusão

O progresso tecnológico tem se mostrado bastante útil para a gestão e preservação ambiental, favorecendo empresas que possuem esse tipo de obrigação. Nesse contexto, o sistema apresentado disponibiliza ferramentas essenciais para o auxílio, gerência e manutenção de dados relativos ao meio ambiente das áreas dos entornos dos reservatórios, auxiliando na correta gestão ambiental dessas áreas e facilitando a tomada de decisão. Dessa forma, as concessionárias de energia elétrica podem atender de forma mais eficaz às implicações legais de manutenção ambiental das áreas de concessão, favorecendo assim a preservação do meio natural que margeia os grandes reservatórios e

reduzindo possíveis impactos ambientais que possam ocorrer sem o correto gerenciamento e manutenção destas regiões.

## 8 Agradecimentos

Os autores agradecem a ANEEL por financiar este projeto de P&D+I sob o contrato de número ANEEL 0048-1119/2012.

## Referências

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. *Resolução Normativa nº 501, de 24 de julho de 2012*. Disponível em: <[www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012501.pdf](http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012501.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2015.

BRITO, M. F. et al. Transição do Sistema Elétrico Tradicional para a Implantação do Sistema Fotovoltaico: Percepção de Funcionários. *REPAAE – Revista Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia*, v. 1, n. 2, 2016.

GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (org.). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, p. 16, 2003.

JERÔNIMO, C. L. M. et al. Monitoramento ambiental em bordas de grandes reservatórios hidrelétricos. *WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA À GESTÃO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (WCA-MA)*, 6., 2015. *Anais...* 2015.

JUNIOR, R.F.V. et al. Determinação das Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba – MG, utilizando o Sistema de Informação Geográfica – SIG. *Global Science and Technology*, v. 03, n. 01, p.19-29, 2010.

MASCARENHAS, L. M. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Sensoriamento Remoto como Instrumento de Controle e Proteção Ambiental: Análise da Cobertura Vegetal Remanescente na Bacia do Rio Araguaia. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 5-18, 2009.

MATTOS, A.D.M. et al. Valoração Ambiental de Áreas de Preservação Permanente da Microbacia do Ribeirão São Bartolomeu no Município de Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 347-353, 2007.

MONTEBELO, L. A. et al. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005. Goiania. Anais... Goiania, 2005. p.16-21.

PAIVA, A. C. et al. Management of Large Hydroelectric Reservoirs Surrounding Areas Using GIS and Remote Sensing. INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONIC GOVERNMENT AND THE INFORMATION SYSTEMS PERSPECTIVE. *Proceedings...* Springer International Publishing, 2015. p. 257-268.

PINTO, L.V.A. et al. Caracterização Física da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e Uso Conflitante da Terra em Suas Áreas de Preservação Permanente. *Cerne, Lavras*, v. 11, n. 1, p. 49-60, 2005.

SILVA, M. A. R. A importância da auditoria interna como instrumento de controle administrativo e financeiro da empresa. Trabalho de conclusão de curso – Ciências contábeis, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, dez. 2015.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. *Química Nova*, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

VOIGT, S. et al. Satellite Image Analysis for Disaster and Crisis-Management Support. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v. 45, n. 6, junho de 2007.