



GRUPO DE ESTUDO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GMA

IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA CORPORATIVO DE MONITORAMENTO DE BORDAS DE RESERVATÓRIO POR COMPARAÇÕES DE IMAGENS DE SATÉLITE - MIS

**ROBERTO RUANO DALAQUA(1);IVAN TAKESHI TOYAMA(1);RODRIGO BERNARDO(1);POLLYANNA
ALMEIDA URSINI(1);NAOMI AKASAKA(1);FABIO PANCERA(1);MARLON CASSIANO
ZANCHETT(1);RODRIGO MAZZETTI FERREIRA(1);LEANDRO GONÇALVES DIAS(1);GUILHERME JARDIM
CARVALHO(1);RODRIGO FERMINO DOS SANTOS(1)
CTG BRASIL(1)**

RESUMO

O presente informe aborda o desenvolvimento e implantação de programa de monitoramento de bordas de reservatórios hidrelétricos visando a detecção de novas intervenções por meio da comparação de imagens de satélite de média resolução. Envolve 12 UHEs com perímetro aproximado de 8.500 km. Utiliza-se dois algoritmos para comparação dessas alterações. RCEN-Modificado para empreendimentos mais antigos e NDVI para mais novos. No 1º Ciclo de Monitoramento (2019) foi necessário realizar inspeções em 0,9% do perímetro total, no 2º Ciclo em 0,8% do perímetro e 3º Ciclo em 0,1% do perímetro. Entre 2019-2021, houve perceptível redução das alterações e novas intervenções.

PALAVRAS-CHAVE

Monitoramento de Reservatórios, Sensoriamento Remoto, Área de Preservação Permanente, Gestão Socio-Patrimonial, Custos Socioambientais de Geração Hidrelétrica.

1.0 – INTRODUÇÃO

O monitoramento das áreas localizadas nas bordas dos reservatórios de Usinas Hidrelétricas pode ser realizado sob vários aspectos, como quanto a verificação de seu estado de conservação ambiental, por meio da avaliação da cobertura florestal nativa, presença de processos erosivos etc. Também pode ser realizado com enfoque para o uso e ocupação do solo sob o ponto de vista sócio econômico, verificando áreas utilizadas para acesso ao reservatório em seus usos múltiplos, tais como faixas de passagem de tubulações para captação de água, corredores de dessedentação de animais, acessos coletivos ao reservatório para empreendimentos turísticos e de parcelamento do solo, entre outros.

Em função das áreas localizadas nas bordas dos reservatórios serem áreas ambientalmente protegidas por lei (Lei 12.651/2012), sendo classificadas como áreas de preservação permanente ("APP") há a necessidade das concessionárias de geração de energia hidrelétrica realizarem a gestão sócio patrimonial desses terrenos sob sua concessão, com foco nos usos e ocupações presentes e se os mesmos possuem as devidas autorizações do poder concedente e dos órgãos ambientais (1), (2).

A gestão sócio patrimonial necessita, portanto, como insumo fundamental, de informações a respeito dos usos e ocupações presentes em sua área de atuação por meio de monitoramentos com esse enfoque. O modo tradicional de realizar esses monitoramentos são por meio de vistorias *in-loco* executando levantamentos topográficos cadastrais para identificar essas ocupações, que, sendo oficialmente constatadas, são tratadas nos âmbitos administrativo e legal para suas regularizações. Porém, restrições de tempo, recursos humanos e restrições financeiras são os maiores entraves desta tarefa de identificação, dada a grande extensão dos reservatórios.

Considerando esses altos custos e o grande número de colaboradores necessários para a realização de monitoramentos tradicionais frente aos avanços das geotecnologias e de menores custos na aquisição das imagens de satélite percebeu-se a necessidade do desenvolvimento de uma solução tecnológica para o aprimoramento quanto a forma de realização desses monitoramentos.

A implantação de um programa de monitoramento de bordas de reservatórios hidrelétricos visando a detecção de novas intervenções por meio da comparação de imagens de satélite seria de suma importância e relevância para a sustentabilidade desses empreendimentos, com ganhos tanto na agilidade do processo quanto na diminuição de seus custos.

2.0 - A CTG BRASIL

Presente no Brasil desde outubro de 2013, a CTG Brasil possui mais de oito anos de atuação no Brasil. Durante este período, construiu um portfólio sólido, tornando-se a segunda maior geradora privada de energia elétrica do país.

A empresa conta com a dedicação de seus talentos locais e está comprometida em contribuir com matriz energética brasileira, pautada pela responsabilidade social e respeito ao meio ambiente. Segundo seu Relatório de Sustentabilidade 2020, possui capacidade instalada de 8,3 GW e emprega diretamente 925 profissionais. Sua receita líquida alcançou R\$ 5,2 bilhões e a geração de caixa (Ebitda) foi de R\$ 4,7 bilhão (3).

Atua nas áreas de geração e comercialização de energia e é uma subsidiária indireta da *China Three Gorges Corporation*, maior geradora de energia elétrica do mundo. No Brasil mantém sob gestão direta 12 UHEs e 2 PCHs operadas pelas empresas: Rio Paraná Energia, Rio Paranapanema Energia, Rio Verde Energia e Rio Canoas Energia (3).

Participa ainda no capital de outras três UHEs (50% de Santo Antônio do Jari, no Pará; 50% de Cachoeira Caldeirão, no Amapá; e 33,3% São Manoel, em Mato Grosso, que entrou em operação em 2018) e de 11 parques eólicos (no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e no Rio Grande do Norte) (3).

Em 2020, levando em conta apenas as usinas sob sua gestão direta, o total de energia gerada foi 28,7 mil GWh de energia. Esse volume abastece uma cidade com aproximadamente 9,8 milhões de pessoas por um ano.

3.0 - OBJETIVOS

Este informe técnico apresenta a implantação de um programa corporativo de monitoramento de bordas de reservatório de geração de energia elétrica destinado a detecção de novas intervenções por meio da comparação de imagens de satélite de média resolução multitemporais.

Implantado em 2019 para todas as Usinas Hidrelétricas (UHEs) sob concessão da CTG Brasil, o Monitoramento por Imagens de Satélite (MIS) envolve 12 UHEs localizadas em 6 estados da federação (SP, PR, MS, MG, GO e SC) com perímetro total de 8.452 quilômetros. Trata-se de um dos maiores programas de monitoramento por imagens de satélite de reservatórios para geração de energia hidrelétrica existentes no Brasil.

Teve início por meio de um projeto de pesquisa e desenvolvimento realizado entre os anos de 2013 a 2016 em conjunto com a UNESP Presidente Prudente e FEPAF Botucatu. Esse projeto inicial intitulava-se "*Desenvolvimento de metodologia e de sistema de monitoramento das áreas de entorno dos reservatórios sob concessão de concessionária de geração de energia elétrica*" (PD-0387-0213/2013).

4.0 - DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA - EFETIVIDADE E ECONOMICIDADE

A técnica de detecção de mudanças é o processo que busca identificar diferenças no estado de um objeto ou fenômeno a partir de sua observação em momentos diferentes no tempo (4), (5).

A mudança é um fenômeno inerente ao mundo dinâmico e tem diferentes gradientes. Às vezes, é um processo lento e gradual, enquanto, por vezes, é muito rápido. A dinâmica dos tipos de mudança depende de fatores naturais ou artificiais e podem afetar seriamente o meio ambiente e os processos ambientais (6). Desse modo, uma resolução temporal adequada e uma abordagem precisa de detecção das mudanças nas características da superfície da Terra fornecem a base para uma melhor compreensão das relações e interações entre os fenômenos naturais e antrópicos e possibilitam melhor gerir e utilizar os recursos disponíveis.

De forma geral, a aplicação de detecção de mudanças envolve o uso de conjuntos de dados multitemporais para analisar quantitativamente os efeitos do fenômeno avaliado. Devido às vantagens decorrentes da aquisição repetitiva de dados, de sua visão sinóptica, e disponibilização em formato digital adequado para o processamento em computador, os dados de sensoriamento remoto, principalmente de satélites, tornaram-se as principais fontes de dados em diferentes aplicações de detecção de mudanças, nos últimos tempos (4).

Hoje é possível observar várias técnicas de detecção de mudanças desenvolvidas e muitos autores têm documentado e revisado essas técnicas (4), (5), (7), (8), (9), (10), (11), entre outros. Devido à importância cada vez maior de monitorar as mudanças na superfície da Terra, a pesquisa das técnicas de detecção de mudanças é um tópico ativo e novas técnicas são constantemente desenvolvidas.

Nos últimos anos as concessionárias de geração de energia elétrica têm se utilizado de imagens de satélite para mapear e caracterizar o perímetro sob sua concessão, propiciando a identificação de determinadas áreas de forma a avaliar e planejar algumas atividades.

Para verificação da evolução ou o retrocesso de determinadas áreas, faz-se necessário um comparativo das imagens orbitais, dentro de uma série temporal que, normalmente, é efetuado manualmente exigindo alto grau de interação humana na avaliação das áreas. Desta forma, o processo se torna lento e pouco eficiente e com um maior consumo de recursos humanos e financeiros.

Para otimizar o processo de detecção das intervenções ocorridas na área marginal dos reservatórios sob concessão, foi desenvolvida uma metodologia para a identificação de alterações nos usos e ocupações nas áreas marginais aos reservatórios através de comparações de imagens de satélite de diferentes épocas. Isso foi possível por meio do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, registrado na ANEEL sob o número PD-0387-0213/2013.

Essa metodologia consiste na escolha do conjunto de imagens e a realização do processamento dessas pela técnica do RCEN (*Radiometric Rotation Controlled by no Change Axis*) modificado, gerando um conjunto de dados das diversas alterações nas cenas identificadas. Após isso, necessita-se realizar uma filtragem para eliminarmos os falsos positivos, como sombras, macrófitas, flutuantes que se moveram por conta do nível do reservatório, dentre outros. Com a filtragem realizada é iniciado o planejamento e checagem das intervenções em campo para a confirmação das alterações, identificação do interventor e gestão das áreas marginais.

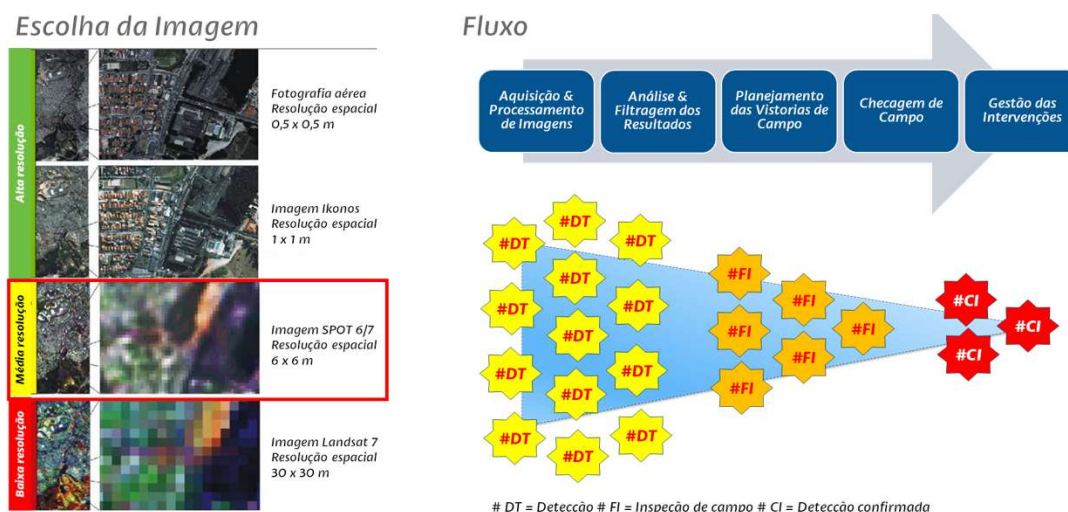


FIGURA 1 - Fluxo do processo de detecção

O projeto de pesquisa realizado em conjunto com a UNESP Presidente Prudente e a FEPAF Botucatu, desenvolveu também um sistema informatizado e georreferenciado que possibilita a detecção automática dessas alterações, bem como a geração de mapas temáticos identificando as irregularidades conforme a tipologia e áreas de maior concentração de intervenções. Estes mapas temáticos são utilizados para o planejamento e a gestão dos trabalhos de vistoria, bem como a instrução processual das irregularidades identificadas. A Figura 2 apresenta o ambiente do *software* desenvolvido mostrando um reservatório como exemplo.

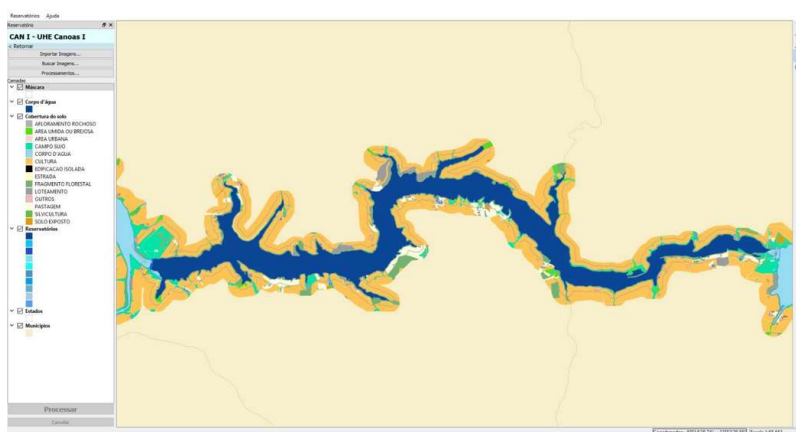


FIGURA 2 - Tela do *software* apresentando um dos reservatórios

Uma das principais vantagens deste *software* é a possibilidade da detecção automática de alterações para grandes extensões de áreas de forma rápida e confiável, possibilitando o planejamento e a otimização dos levantamentos topográficos de confirmação das intervenções, substituindo de forma mais célere, autônoma e segura a tarefa de detecção manual por comparação visual de imagens de diferentes períodos.

Os custos evitados na realização destas tarefas com maior eficiência, somados aos custos dos processos administrativos e judiciais e de regularização devido as ocupações ou intervenções existentes nas áreas sob concessão, são premissas que foram utilizadas para avaliação dos benefícios econômicos e estudo de viabilidade econômica do projeto.

Para o Estudo de Viabilidade Econômica (EVE) foram consideradas as premissas dos benefícios econômicos, advindos das funcionalidades da metodologia e do *software* desenvolvido, avaliando os impactos que elas teriam no emprego deste sistema no monitoramento do entorno de reservatórios de uma UHE.

Os estudos foram realizados utilizando parâmetros operacionais, sendo estimados os custos operativos e custos evitados tendo como base os dados e custos de 8 UHEs abrangidas no projeto de pesquisa.

Com a implantação do uso do *software* para detecção automática de alterações no entorno dos reservatórios, realizado semestralmente, foram evitados os gastos periódicos para o levantamento tradicional em campo e sua comparação em escritório por equipe de profissionais dedicados para esta tarefa.

De acordo com os dados praticados nos anos de 2007 e 2008, para a realização de um ciclo de monitoramento total de aproximadamente cinco mil quilômetros de perímetro nesses oito reservatórios no modelo tradicional com topografia, foram gastos em valores atualizados para dezembro de 2016, o valor equivalente de R\$ 6,21 milhões. Já os custos da nova metodologia foram da ordem de R\$ 0,13 milhões, resultando, portanto, em uma diferença significativa entre as metodologias de R\$ 6,08 milhões por ciclo.

Outra análise realizada foi com relação a contratação de empresa especializada para processamento de imagens, pois durante no período do desenvolvimento do projeto de pesquisa, estavam surgiram no mercado empresas que prestavam serviços de processamento de imagens de satélites para análises comparativas para verificação de ocorrências de alterações entre imagens de diferentes períodos.

Na época do estudo tinha-se como referência um custo anual de R\$ 600.000,00 para uma empresa de geração de energia com 4.800 quilômetros de bordas de reservatório em nove UHEs, o qual contemplava três aquisições de imagens de satélites de média resolução (*RapidEye* com cinco metros de resolução em cinco bandas espectrais), além do custo de mão-de-obra para a geração das informações dos locais com as alterações comparativas. Esses valores não incluíam as atividades de planejamento e posterior vistorias de confirmação em campo.

Assim, de uma forma geral, o custo por ciclo de monitoramento envolvendo aquisição de imagem de satélite e seu processamento comparativo de detecção de alterações, seria da ordem de R\$ 200.000,00 para 4.800 quilômetros de borda de reservatório, ou seja, R\$ 41,67 por quilômetro de borda de reservatório para cada ciclo de monitoramento.

Já em relação ao conjunto das 8 UHEs consideradas no projeto de pesquisa, tinha-se um total de 4.959 quilômetros de borda de reservatório. Para um ciclo de monitoramento, o valor desembolsado foi de R\$ 86.039,16 (aquisição de imagens e processamento das imagens), ou seja, R\$ 17,35 por quilômetro, o que representava um custo 58,4% menor quando comparado ao mercado.

Outro benefício identificado na análise de viabilidade econômica foi com relação aos custos evitados nos processos judiciais, de reintegração de posses ou recuperação de áreas degradadas.

Percebeu-se que a adoção da sistemática de monitoramento definido por meio deste projeto, com a realização de dois ciclos de vistorias por ano, por meio da aquisição de imagens de satélite de média resolução e seu processamento por meio do *software* de detecção de alterações, permitia identificar essas ocorrências com maior rapidez, com possibilidade de tomada de ações proativas de disciplinamento do uso e ocupação do entorno de reservatórios, bem como a gestão das ocupações de suas áreas de concessão, com custos bastantes inferiores quando comparado ao processo tradicional.



FIGURA 3 - Exemplos de desmobilização de estruturas e limpeza da área

Processos de reintegração de posse e de restauração de áreas degradadas, composto por custos das ações judiciais e das atividades de desmobilização e de restauração ambiental, são significativos e envolvem a contratação de empresas terceiras para a realização destas atividades.

Com base em *benchmarking* realizado com empresas do setor e os próprios dados desta companhia apurou-se que o custo total atual a ser evitado com uma ocupação em área média de dois mil metros quadrados que enseje a necessidade de ação de reintegração de posse com a desmobilização de estruturas e a recuperação ambiental da área traria um custo atual de R\$ 40.590,57, custos esses já considerando as horas de mão de obra própria técnica relacionada como de advogado, engenheiro e técnico de campo, além dos custos de desmobilização e recuperação de área.

Assim, considerando que o custo da sistemática de trabalho definido por este programa, como sendo da ordem de R\$ 133.697,16 por ciclo, ao evitarmos 3,5 processos de reintegração de posse que tenha desmobilização de estruturas e recuperação ambiental, já se tem pago a realização de um ciclo de monitoramento.

Ou seja, com base nas informações apresentadas, observa-se que o custo médio de judicialização e recuperação de áreas degradadas de 3,5 intervenções equivalem ao custo de uma campanha de monitoramento.

Além do trabalho das vistorias ficarem restritas somente aos locais pré-determinados pelo *software*, o custo desta tarefa também foi reduzido devido ao uso de receptores GNSS com serviço de correção de seu sinal via satélite (*Omnistar*) capazes de fornecer precisão de posicionamento submétrica em tempo real, sem a necessidade de uma estação base RTK convencional.

As avaliações dos benefícios econômicos pela mudança com o uso do receptor GNSS com serviço de correção via satélite (*Omnistar*) para a realização das vistorias de confirmação das alterações detectadas no entorno do reservatório são apresentadas a seguir.

- Maior produtividade no levantamento de campo, tendo em vista que não há necessidade da realização de uma estação base.
- Pelo fato da não necessidade de uma estação base, os dois receptores são utilizados para a cadastramento das intervenções.

A alteração na metodologia de levantamento de campo gerou uma economia de mais de 55% em relação ao custo praticado além da redução do tempo de resposta.

5.0 - IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA CORPORATIVO - MIS

Face aos resultados preliminares obtidos, o programa de monitoramento de bordas de reservatório por comparações de imagens de satélite foi implantado durante o ano de 2019 considerando todas as 12 UHEs da *holding* CTG Brasil. As outras duas PCHs sob concessão da CTG Brasil não foram incluídas nos MIS pois seus reservatórios possuem pequenas dimensões.

O programa foi alinhado quanto a sua abordagem em relação à gestão das áreas marginais de forma eficiente, prevenindo e minimizando os impactos ambientais (Proteção Ambiental); bem como a presença ativa junto as comunidades locais, minimizando os impactos sociais das operações e assegurando boas relações e segurança das comunidades (Engajamento com a Comunidade), dois pilares estratégicos de Sustentabilidade e Responsabilidade Social Corporativa (RSC) da CTG Brasil.



FIGURA 4 - Exemplo de detecções apontadas pelo algoritmo

A metodologia atual consiste na utilização do algoritmo RCEN – modificado (12), em dez reservatórios ao longo do Rio Paraná e Rio Paranapanema. Estes são reservatórios anteriores ao ano de 1986, possuindo desapropriação por critério da cota de inundação somente e processo de regularização de seu licenciamento ambiental. Para outros dois reservatórios mais novos e que possuem licenciamentos ambientais recentes, a largura das APPs e a presença de cobertura florestal é maior em razão da sistemática de desapropriação da APP considerando não somente a bacia de inundação, mas também da implantação dos programas ambientais de reflorestamento. Nesses reservatórios (UHE Garibaldi e UHE Salto), é utilizado o algoritmo NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), já que na maioria das vezes em que ocorre novas intervenções estas estão associadas a supressão de vegetação.

6.0 - RESULTADOS

Atualmente, o MIS está com três ciclos de monitoramento concluídos, os quais abrangeram os seguintes períodos: 1º ciclo abr/2019 a set/2019, 2º ciclo set/2019 a mar/2020 e 3º ciclo mar/2020 a ago/2021. Durante esses períodos foram executadas 386 vistorias de campo e identificadas ao longo do processo 774 novas intervenções, das quais representam 1,8% do perímetro total às margens dos reservatórios. A diferença do número de vistorias em relação as intervenções residem no fato de que muitas vistorias possuem mais do que apenas uma intervenção detectada.

Quando comparado os valores obtidos em cada ciclo de monitoramento, é notório que há uma diminuição significativa de vistorias e de intervenções, sendo observado uma queda do número de vistorias (33% em relação ao primeiro e segundo ciclos e 21% entre o segundo e terceiros ciclos). Já quando se analisam as intervenções a redução é da ordem de 9% entre o primeiro e segundo ciclos e 22% entre o segundo e terceiros ciclos.

Foi constatado também que neste terceiro ciclo, para os reservatórios das UHEs Salto Grande, UHE Canoas II e UHE Salto não foram detectadas intervenções. Verifica-se, portanto, que está havendo uma consistente redução da necessidade de vistorias em campo (perímetro vistoriado), bem como das novas intervenções identificadas.

Reservatório	Vistorias					Intervenções				
	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	Total	%	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	Total	%
Chavantes	31	13	25	69	18%	48	19	32	99	13%
Capivara	18	39	8	65	17%	21	111	16	148	19%
Jurumirim	25	17	14	56	15%	46	37	40	123	16%
Ilha Solteira	28	13	12	53	14%	67	50	37	154	20%
Garibaldi	17	7	18	42	11%	18	8	18	44	6%
Jupia	13	4	8	25	6%	45	7	32	84	11%
Rosana	7	5	6	18	5%	8	13	30	51	7%
Salto	12	5	0	17	4%	12	5	0	17	2%
Taquaruçu	8	5	1	14	4%	9	9	1	19	2%
Canoas I	8	1	1	10	3%	9	1	3	13	2%
Salto Grande	6	4	0	10	3%	11	4	0	15	2%
Canoas II	2	5	0	7	2%	2	5	0	7	1%
Total	175	118	93	386		296	269	209	774	

TABELA 1 – Distribuição das vistorias e intervenções dos últimos 3 ciclos

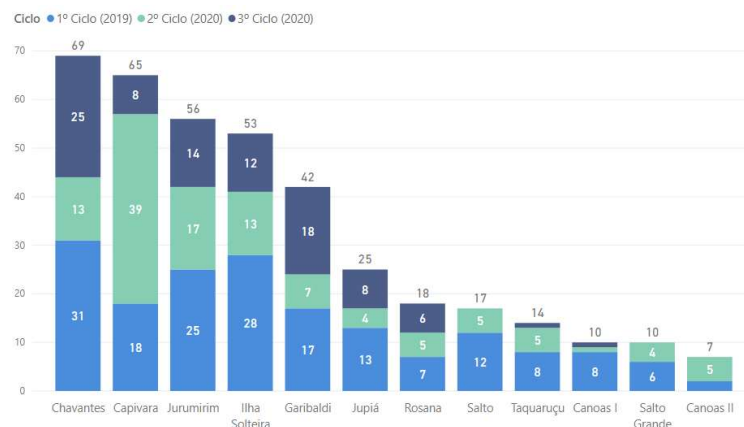


FIGURA 5 - Distribuição gráfica das vistorias e intervenções dos últimos 3 ciclos

Na Tabela 1 e Figura 5 é possível observar a quantidade de vistorias e de intervenções aferidas pelo MIS nos três ciclos realizados. Nota-se que 64% das vistorias estão concentradas nos quatro grandes reservatórios (Chavantes, Capivara, Jurumirim e Ilha Solteira) e as outras 36% das vistorias nos oito demais reservatórios. Analisando as intervenções cadastradas, esse quantitativo para os quatro grandes reservatórios tem a representação de 68%.

O processo de filtragem das detecções realizadas de forma automática pelo algoritmo RCEN modificado, permite inferir qual é o tipo de intervenção a ser vistoriada em campo com base nas diferenças entre as imagens dos parâmetros cor, rugosidade e forma, facilitando assim o trabalho de campo, uma vez que há um direcionamento inicial daquilo que se pretende vistoriar. Até o 3º ciclo, os tipos de intervenções mais presentes no entorno dos reservatórios foram: edificação sem moradia, cultura, flutuante, jardinagem, rampa impermeável, equipamento elétrico, passarela, equipamento hidráulico, terraplanagem, acesso permeável, cerca, extração mineral, área lazer impermeável, supressão vegetal, acesso impermeável, edificação com moradia, rampa permeável, praia, área lazer permeável, criação de animal, lago artificial, muro-de-arrimo, alambrado, corredor de dessedentação, piscina, piscicultura, fossa, incêndio e muro.

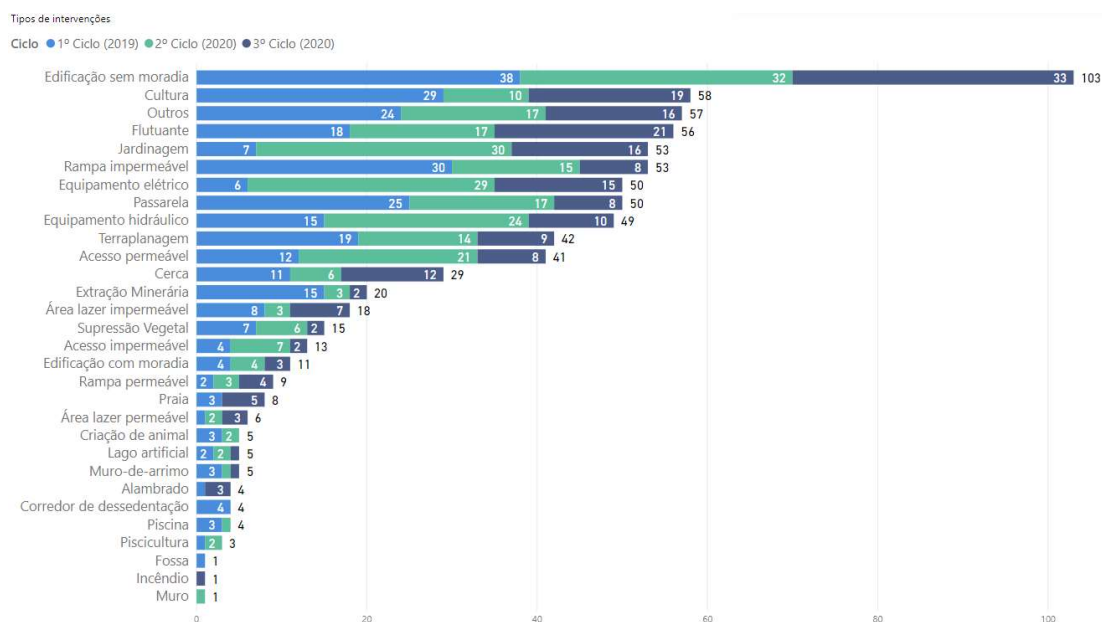


FIGURA 6 – Tipos de intervenções detectadas

Além disso, foi realizado o agrupamento dos tipos de intervenções em graus de impacto ambiental (baixo, médio e alto), cujo critério adotado segue os preceitos trazidos no Código Florestal Brasileiro nº 12.651/2012 para baixo impacto ambiental somados a experiência dos técnicos envolvidos em relação a classificação de médio e alto impacto, bem como inexistência de classificação de baixo impacto para algumas situações identificadas. Na Figura 7 é possível observar que pouco mais de 26% são classificadas como alto impacto, 35% como médio e 39% como baixo.

Em relação as novas intervenções de alto impacto, essas também vem tendo redução consistente a cada monitoramento, como se observa na Figura 7.



FIGURA 7 – Classificação quanto ao impacto ambiental das intervenções detectadas

Todas essas informações obtidas por meio do MIS, indicam que o conjunto de ações e ferramentas utilizadas visando o aperfeiçoamento da gestão sócio patrimonial junto aos usuários e comunidade, estão surtindo efeitos positivos em relação a redução de novas intervenções.

7.0 - CONCLUSÕES

A gestão sócio patrimonial necessita de informações a respeito dos usos e ocupações presentes em sua área de atuação como insumo fundamental. A implantação de um programa de monitoramento de bordas de reservatórios hidrelétricos visando a detecção de novas intervenções por meio da comparação de imagens de satélite é de suma importância e relevância para a sustentabilidade desses empreendimentos, com ganhos tanto na agilidade do processo quanto na diminuição de seus custos.

O Monitoramento por Imagens de Satélite (MIS) implantado pela CTG Brasil a partir de 2019 é atualmente um dos maiores programas de monitoramento por imagens de satélite, com foco em usos e ocupações de bordas de reservatórios de geração de energia hidrelétrica existentes no Brasil.

O MIS considerou a experiência e a tecnologia obtida por meio do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL, desenvolvido em conjunto com a UNESP Presidente Prudente e a FEPAF Botucatu, bem com as demais tecnologias existentes; e estruturou suas bases considerando todas as características das UHEs sob concessão da CTG Brasil e custos envolvidos.

Os resultados obtidos pelo MIS nesses três anos de execução (2019-2021) indicam que o conjunto de ações e ferramentas utilizadas visando o aperfeiçoamento da gestão sócio patrimonial junto aos usuários e comunidade, estão surtindo efeitos positivos em relação a redução de novas intervenções.

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) TOYAMA, I.T. A experiência da gestão socio patrimonial da Duke Energy em reservatórios no rio Paranapanema. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, Volume especial, n. 36, p.256- 297, 2014.
- (2) AMARAL, V.; TOYAMA, I.T. “Espaço Legal” – A regularização de cada um é benefício de todos! In: VIII Seminário Brasileiro de Meio Ambiente e Responsabilidade Social no Setor Elétrico, 2018, Salvador. Anais. Salvador: CIGRE, 2018.
- (3) CTG BRASIL. Relatório anual de sustentabilidade 2020. CTG Brasil, São Paulo: 2020. Disponível em: <https://www.ctgbr.com.br/relatorioanual2020/pdf/CTG_RAS2020.pdf>. Acesso em: 16 set. 2021.
- (4) LU, D.; MAUSEL P.; BRONDZIO E.; MORAN, E. Change detection techniques. International Journal of Remote Sensing, 25: 12, 2365-2401, 2004.
- (5) SINGH, A. Digital change detection techniques using remotely sensed data. International Journal of Remote Sensing, 10, 989–1003. 1989

- (6) ARASTOO, B.; GHAZARYAN, S. Land cover Changes Detection in Semnan province by Remote Sensing Techniques. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4: 7, 1637-1644. 2013.
- (7) COPPIN, P. R.; BAUER, M. E., Digital change detection in forest ecosystems with remote sensing imagery. *Remote Sensing Reviews*, 13, 207–234.1996.
- (8) DEER, P. J. Digital change detection techniques: civilian and military applications. *International Symposium on Spectral Sensing Research*, 1995. Report (Greenbelt, MD: Goddard Space Flight Center), <http://ftpwww.gsfc.nasa.gov/ISSSR 95/digitalc.htm>
- (9) JENSEN, J. R.; COWEN, D.; NARUMALANI, S.; HALLS; J. Principles of change detection using digital remote sensor data. In: *Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing*, edited by J. L. Star, J. E. Estes, and K. C. McGwire (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 37–54. 1997.
- (10) MOUAT, D. A., MAHIN, G. C., and LANCASTER, J. Remote sensing techniques in the analysis of change detection. *Geocarto International*, 2, 39–50. 1993.
- (11) SERPICO, S. B.; BRUZZONE, L. Change detection. In: *Information Processing for Remote Sensing*, Edited by C. H. Chen (Singapore: World Scientific Publishing), pp. 319–336. 1999.
- (12) CALDEIRA, C. R. T. Detecção de mudanças no entorno de reservatórios a partir de série temporal de imagens orbitais. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) - FCT/Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

DADOS BIOGRÁFICOS



Engenheiro Cartógrafo e Mestre em Ciências Cartográficas pela UNESP, com MBA em Gerenciamento de Projetos pela ESALQ/USP. Possui experiência em gerenciamento de projetos, coordenação e supervisão de equipes, gestão sócio-patrimonial e de uso e ocupação do solo de reservatórios de usinas hidrelétricas, regularização fundiária, gerenciamento de recursos hídricos e topografia. Atualmente é Analista de Patrimônio na CTG Brasil.

(2) IVAN TAKESHI TOYAMA

Engenheiro Agrônomo pela ESALQ/USP com MBA em Gestão Empresarial pela FGV e especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos e Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas pela UNESP. Atualmente é Gerente Fundiário da CTG Brasil.

(3) RODRIGO BERNARDO

Geógrafo com ênfase em Análise Ambiental e Geoprocessamento pela UNESP, campus de Rio Claro/SP. Atualmente é Analista de Patrimônio na CTG Brasil.

(4) POLLYANNA ALMEIDA URSINI

Agrônoma pela FACTU - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Unaí (MG), MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV (SC) e especialista em Georreferenciamento de Imóveis Rurais pela FEAMIG (MG). Atualmente é Coordenadora de Patrimônio Imobiliário na CTG Brasil.

(5) NAOMI AKASAKA

Licenciada em Geografia pela Universidade Federal Fluminense com MBA em Gestão de Projetos pela FGV. Atualmente é Analista de Processos na CTG Brasil.

(6) FABIO PANCERA

Geógrafo graduado pela UNIOESTE, Pós-graduado em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável e MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV. Atualmente é Analista de Patrimônio na CTG Brasil.

(7) MARLON CASSIANO ZANCHETT

Tecnólogo Ambiental pela UNINTER e estudante de Bacharelado em Geografia pela UNINTER. Atualmente é Técnico de Patrimônio Pleno na CTG Brasil.

(8) RODRIGO MAZZETTI FERREIRA

Geógrafo graduado pela UNESP, com Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos e Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas e MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV. Mestrando em Geografia pela Faculdade de Ciência e Tecnologia - FCT/UNESP de Presidente Prudente/SP. Atualmente é Analista de Patrimônio na CTG Brasil.

(9) LEANDRO GONÇALVES DIAS

Graduado em Tecnologia de Gestão Ambiental pela UNICESUMAR e formação técnica em agropecuária. Atualmente é Técnico de Patrimônio na CTG Brasil.

(10) GUILHERME JARDIM CARVALHO

Engenheiro Agrônomo graduado pela FEIS/UNESP, com MBA em Gestão de Projetos pela USP/ESALQ. Atualmente é Analista de Patrimônio na CTG Brasil.

(11) RODRIGO FERMINO DOS SANTOS

Engenheiro Cartógrafo, Pós-graduação em Administração de Empresas – FGV. Especialista em regularização fundiária e geoprocessamento. Atualmente é Especialista de Patrimônio na CTG Brasil.