



REVISTA TÉCNICA DE BIODIVERSIDADE E QUALIDADE AMBIENTAL

Edição 2018

Hospital Veterinário Público do Distrito Federal (HVEP): parceria sob a égide do Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil (MROSC)

A regeneração do Cerrado – soluções transdisciplinares para as crises hídrica e energética

Deteção de mudanças no território do Distrito Federal entre 2006 e 2016.

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar do Distrito Federal

Análise do potencial de reserva superficial de água no Distrito Federal com aplicação de geotecnologias

Aplicações de monitoramento ambiental por meio de novos sensores de alta resolução

O lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas

Eficiência e economia dos recursos naturais no combate a incêndio: o uso do sistema de espuma por ar comprimido pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Programa de Monitoramento de Áreas Queimadas nos Parques e Unidades de Conservação do IBRAM – PROMAQ.





Governador do Distrito Federal

RODRIGO ROLLEMBERG

Secretário do Meio Ambiente

FELIPE AUGUSTO FERNANDES FERREIRA

Presidente do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal - Brasília Ambiental – IBRAM

ALDO CÉSAR VIEIRA FERNANDES

Superintendente de Biodiversidade

ALESSANDRA DO VALLE ABRAHÃO SOARES

EXPEDIENTE

Coordenação, editoria, projeto gráfico e adequação: Superintendência de Biodiversidade

A Revista Técnica de Biodiversidade e Qualidade Ambiental é uma publicação anual do Instituto Brasília Ambiental – IBRAM.

Os autores são responsáveis pela revisão de seus trabalhos, bem como pelo conteúdo, formato, dados e referências bibliográficas.

Revista Técnica de Biodiversidade e Qualidade Ambiental – Edição 2018 – Brasília: IBRAM, 2018.

Anual.

Editor: Instituto Brasília Ambiental – IBRAM

1. Gestão Ambiental. Biodiversidade. Qualidade Ambiental – Periódicos. I. Escola de Governo

Revista on-line

As opiniões expressas nos artigos aqui publicados são de inteira responsabilidade de seus autores e não expressam, necessariamente, as do Instituto Brasília Ambiental – IBRAM.

A reprodução total ou parcial é permitida, desde que citada a fonte.

Sumário

4 Apresentação

5 **Hospital Veterinário Público do Distrito Federal (HVEP): parceria sob a égide do Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil (MROSC)**

Alessandra do Valle Abrahão Soares

22 **A regeneração do Cerrado – soluções transdisciplinares para as crises hídrica e energética**

Flaminio Levy Neto

36 **Deteção de mudanças no território do Distrito Federal entre 2006 e 2016.**

Marcos Roberto Farias Ferreira, Leandro da Silva Gregório

48 **O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar do Distrito Federal**

Lourdes Martins de Moraes, Gabriel Ferreira da Silva Brito, Elenice dos Santos Costa, Carlos Henrique Eça D’Almeida Rocha, Marina Lopes Ribeiro, Fernanda Vasconcelos de Almeida

56 **Análise do potencial de reservação superficial de água no Distrito Federal com aplicação de geotecnologias**

Cristiane Oliveira de Moura, Henrique Llacer Roig

69 **Aplicações de monitoramento ambiental por meio de novos sensores de alta resolução**

Leandro da Silva Gregório, Marcos Roberto Farias Ferreira

79 **O lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas**

Leiliane Saraiva Oliveira, Márcio Niemeyer Borges, Tiago Geraldo de Lima

90 **Eficiência e economia dos recursos naturais no combate a incêndio: o uso do sistema de espuma por ar comprimido pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**

George Cajaty B. Braga, Gilberto Pinto Filho, Luciano Maximiano da Rosa, Helen Ramalho de Oliveira, Vanessa Signale de Lucena Malaquias, Joaquim Pereira Lisboa Neto, Helder de Farias Salazar, Admilson Queiroz de Sousa, Ismael Moura de Souza.

98 **Programa de Monitoramento de Áreas Queimadas nos Parques e Unidades de Conservação do IBRAM – PROMAQ.**

Airton Mauro de Lára Santos, Albino Luciano Simões Antonio, Danielly Ferreira, Elenice dos Santos Costa, Gabrielle Barraira Goes, Petrônio Diego Silva de Oliveira

Apresentação

Encerrando o ano de 2018 com o sentimento de missão cumprida, é com imensa satisfação que apresentamos a Revista Técnica de Biodiversidade e Qualidade Ambiental, o primeiro periódico publicado pelo Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental – IBRAM.

A biodiversidade, representada na enorme variedade de seres vivos existentes no mundo, bem como a manutenção da qualidade ambiental são extremamente relevantes na sociedade contemporânea, ainda mais com a magnitude dos problemas ambientais causados pela ocupação humana e pelo desenvolvimento econômico não sustentável.

Alterações climáticas, destruição de ambientes naturais, exploração dos recursos naturais, uso de materiais não-biodegradáveis, entre outras ações antrópicas causam efeitos diretos na vida de cada um de nós. O desenvolvimento segue em ritmo acelerado e, muitas vezes, a preocupação com as questões ambientais não acompanha a mesma velocidade.

Nesse contexto, é necessário e urgente a busca e difusão de conhecimentos que estejam relacionados a novas formas de desenvolvimento mais sustentáveis sem afetar o meio ambiente.

Esta revista surgiu da necessidade de compartilhar experiências e divulgar projetos bem-sucedidos voltados à preservação, conservação, monitoramento, controle, avaliação e recuperação do meio ambiente, como também para disseminar práticas voltadas à gestão da biodiversidade e melhoria da qualidade ambiental.

Esperamos que todos tenham boas festas nesse final de ano e que pratiquem, cada vez mais, a mudança que queremos ver no mundo.

Boa leitura e bom proveito!

Aldo César Vieira Fernandes

Presidente

Alessandra do Valle Abrahão Soares

Superintendente de Biodiversidade

Dezembro - 2018

Hospital Veterinário Público do Distrito Federal (HVEP): parceria sob a égide do Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil (MROSC)

Alessandra do Valle Abrahão Soares

RESUMO

Nesse artigo, apresenta-se o estudo de caso do Hospital Veterinário Público do Distrito Federal (HVEP), implantado sob a égide do Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil (MROSC), instituído pela Lei Nacional nº 13.019/2014 e Decreto Distrital nº 37.843/2016. O presente estudo busca evidenciar as principais mudanças trazidas pelo novo regime, que traz inovações voltadas a modernizar e dar mais eficiência às contratualizações do terceiro setor com o Estado. Analisa-se ainda a escolha estratégica do MROSC para a implantação do atendimento veterinário gratuito no âmbito do Distrito Federal.

Palavras-chave: Parceria governamental. Gestão pública. Inovação. MROSC.

INTRODUÇÃO

O crescimento da cooperação entre burocracia pública e organizações da sociedade civil (OSC) nas políticas públicas é um movimento global. O aumento da colaboração pode decorrer de muitos motivos, que variam nos contextos internos e internacionais, como: a extensão das capacidades públicas do Estado, que oferta novas políticas e serviços para os quais a burocracia pública tem pouca experiência; a busca por maior eficiência na gestão; a alteração nas concepções que norteiam a administração pública; a incorporação de novos segmentos sociais como beneficiários de políticas; e a expansão do aparato administrativo do Estado.

Neste texto, discute-se a cooperação entre Estado e OSCs para a implantação e gestão do primeiro Hospital Veterinário Público do Distrito Federal (HVEP), a partir do contexto jurídico do Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil (MROSC).

Trata-se de um estudo de caso da aplicação do MROSC na execução da política ambiental distrital, que tem por objetivo demonstrar os contornos legais, implicações práticas

decorrentes da experiência analisada e potencialidades para desenvolver novas parcerias para a promoção da gestão ambiental no Distrito Federal.

O artigo foi organizado em três seções. Na primeira, apresenta-se o MROSC e analisa-se as razões para sua incorporação na efetivação das políticas públicas, fazendo um apanhado geral sobre os avanços e desafios do MROSC. A seção dois trata da relevância ambiental na implantação do HVEP e os primeiros resultados apurados em 2018. Finalmente, a conclusão resume os argumentos com o intuito de enriquecer o debate público sobre o tema.

MARCO REGULATÓRIO DAS ORGANIZAÇÕES DA SOCIEDADE CIVIL (MROSC)

A Lei Federal nº 13.019/14, intitulada como Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil (MROSC), estabelece um conjunto de regras gerais definidoras do regime jurídico das parcerias entre a Administração Pública e as OSCs, em regime de mútua cooperação, para a consecução de finalidades de interesse público e recíproco, mediante a execução de atividades ou de projetos previamente estabelecidos em planos de trabalho.

De modo geral, o MROSC é tido como uma ferramenta positiva no estabelecimento de relações mais transparentes entre governo e sociedade civil em assunto de crescente importância: o manejo de recursos públicos por organizações privadas que realizam ações de interesse social. Os pilares da legislação em apreço refletem, sobretudo, na garantia de ampla oportunidade para as OSCs apresentarem propostas de ação nos processos seletivos promovidos pelos entes públicos, os quais devem ser dotados de transparência e publicidade, desde o início do certame até a obtenção dos resultados da relação público-privada.

A abrangência do MROSC é nacional, ou seja, suas regras valem para as novas parcerias celebradas entre OSCs e Administração Pública em todas as esferas - federal, estadual, distrital e municipal. Ao anunciar normas gerais, o novo diploma legal enuncia como seus fundamentos a gestão pública democrática, a transparência na aplicação dos recursos públicos, o fortalecimento da sociedade civil, a participação social, os princípios da legalidade, da legitimidade, da impessoalidade, da moralidade, da publicidade, da economicidade, da eficiência e da eficácia.

A aplicação da Lei em âmbito nacional confere mais segurança jurídica aos partícipes das parcerias por ela regidas, haja vista a uniformização do tratamento jurídico para todas as esferas da Administração Pública. Entretanto, isso não impede o acolhimento de questões singulares nos municípios, estados e Distrito Federal, que detêm competência para editar normas específicas e regulamentar a legislação geral para atender necessidades regionais ou locais, desde que observadas as normas gerais.

No Distrito Federal, o Decreto nº 37.843, de 13 de dezembro de 2016, regulamenta a aplicação da Lei nacional para dispor sobre o regime jurídico das parcerias celebradas entre a Administração Pública distrital e as organizações da sociedade civil, no âmbito do DF.

A elaboração da norma distrital contou com a participação de treze secretarias e dez representantes de conselhos, fóruns e outras organizações da sociedade civil. Os debates se iniciaram em maio de 2015. Em junho, ocorreu o Seminário do Novo Marco Regulatório do Terceiro Setor: Avanços e Desafios. O objetivo era apresentar informações e colher dúvidas. Em dezembro do mesmo ano foi instituído oficialmente o grupo de trabalho, por meio do Decreto nº 37.036/2015, responsável por propor a minuta do respectivo decreto. Também foram feitas duas consultas públicas virtuais – de 9 a 19 de julho de 2015 e de 8 de agosto a 18 de outubro de 2016. A última rendeu 246 contribuições (sem contar as repetidas), com destaque para sugestões voltadas à redução da burocracia e padronização de procedimentos, que ajudaram na redação da minuta final.

O Decreto distrital também previu a edição de atos normativos setoriais editados por órgãos ou entidades da Administração Pública distrital, com disposições complementares sobre seleção, celebração, execução e prestação de contas de parcerias com OSCs, de acordo com as peculiaridades dos programas e políticas públicas setoriais.

Com a implantação do MROSC no Brasil, além do afastamento da aplicação subsidiária da Lei nº 8.666/93, o uso de convênios para celebração de parcerias entre Poder Público e OSCs foi extinto. Essa grande mudança reconheceu que o instrumento do convênio não era compatível para esse tipo de parceria, dada sua concepção restrita entre entes federados, que repercutia numa série de problemas devido a falhas na legislação e falta de fiscalização da Administração Pública.

No lugar dos convênios, o MROSC cria novos instrumentos de mediação dos relacionamentos público-privados: colaboração, fomento e cooperação. O termo de colaboração destina-se a execução de políticas públicas contínuas, portanto, concerne à execução de projetos ou atividades parametrizadas pela Administração Pública. O termo de fomento prevê financiamento estatal para o desenvolvimento de ações do terceiro setor, portanto, concerne ao incentivo ou reconhecimento de projetos desenvolvidos ou criados por OSCs. O acordo de cooperação formaliza relações de parceria entre Estado e OSCs que não envolvam a transferência de recursos financeiros ou compartilhamento de recurso patrimonial.

O MROSC compreende cinco grandes fases. A primeira prevê o planejamento prévio à celebração da parceria, na qual o gestor deverá considerar e buscar efetivar eventuais aprimoramentos na capacidade operacional do órgão, preparar o edital, ou a justificativa de sua dispensa, criar os critérios para avaliação das propostas e dispor orientações gerais sobre os procedimentos subsequentes.

A segunda fase diz respeito à seleção. Pode-se dizer que o MROSC cunhou um modelo especial de “licitação” para selecionar as OSCs aptas a firmar parceria: o chamamento público. Como mote da Lei, o chamamento público garante oportunidades de acesso a

todas as OSCs interessadas; para tanto, o governo publica um edital convocando todas as organizações a apresentarem suas propostas. A seleção envolve as seguintes etapas: a) publicação do edital de chamamento público; b) apresentação das propostas pelas OSCs; c) avaliação das propostas pela Administração Pública; e d) homologação dos resultados definitivos.

A terceira fase corresponde à celebração dos instrumentos jurídicos. A formalização da parceria envolve as seguintes etapas: a) convocação da OSC selecionada e habilitada no chamamento público; b) apresentação pela OSC de proposta de plano de trabalho, que disporá, entre outras informações, sobre o cronograma físico-financeiro e metas da parceria; c) avaliação do plano de trabalho pela Administração, que poderá propor ajustes para sua aprovação e; d) assinatura do termo de colaboração ou de fomento ou acordo de cooperação, conforme o caso, e posterior publicação de extrato no Diário Oficial.

Na quarta fase, que envolve a execução da parceria, há liberação dos recursos à OSC para execução do objeto, com o contínuo monitoramento e avaliação da parceria. O acompanhamento e fiscalização são feitos por duas comissões, de gestão e de monitoramento e fiscalização, que atuam em caráter preventivo e saneador, realizando visitas in loco, aferindo a satisfação dos usuários, e utilizando ferramentas tecnológicas, tais como redes sociais na internet, aplicativos e outros mecanismos que permitam a verificação do alcance de resultados da parceria.

A última fase encerra-se com a prestação de contas (anual e final). Consiste no procedimento de acompanhamento sistemático das parcerias, envolvendo: a) apresentação, pela OSC, do relatório de execução do objeto, podendo, conforme o caso, ser complementado pelo relatório de execução financeira; b) emissão de parecer técnico conclusivo (aprovação de contas, aprovação de contas com ressalvas ou rejeição de contas); e c) desenvolvimento de ações compensatórias ou ressarcimento ao erário, se for o caso.

Além de outras medidas importantes para o desenvolvimento institucional das OSCs e o incremento da segurança jurídica na execução das parcerias, o texto do novo marco legal traz muitos avanços, como os destaques que serão analisados a seguir.

É previsto a realização de chamamentos públicos para seleção das organizações, observados os princípios da isonomia, legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade, probidade administrativa e vinculação ao instrumento convocatório.

Nos termos dos arts. 7º a 10 do Decreto Distrital nº 37.843/2016, previamente ao chamamento público, é possível (não obrigatório, portanto) que se proceda a uma manifestação de interesse social. Com esse procedimento, as OSCs, e também movimentos sociais e cidadãos, podem apresentar ao Poder Público propostas para futuros chamamentos públicos. Contudo, cumpre ressaltar que a realização de procedimento de manifestação de interesse social não implica necessariamente na execução de chamamento público, pois este ocorre em conformidade com a oportunidade e conveniência analisadas pela Administração.

O chamamento público, ao contrário da manifestação de interesse social, é, via de regra, imprescindível para a celebração dos termos de colaboração e de parceria, salvo se houver algum pressuposto, na forma do Decreto Distrital nº 37.843/2016, para sua dispensa (hipóteses do art. 24) ou inexigibilidade (hipóteses dos arts. 25 e 27). Nessas hipóteses, o administrador público deverá publicar, na internet e Diário Oficial do Distrito Federal, suas justificativas para a ausência do chamamento público, sob pena de nulidade à parceria formalizada. Ainda, as justificativas apresentadas poderão ser objeto de impugnações, as quais, se aceitas, levarão à revogação do ato de dispensa ou de reconhecimento de inexigibilidade, com o início subsequente de um chamamento público (art. 26, § 1º a § 3º).

A obrigatoriedade do chamamento público condiciona a Administração a dar ampla publicidade do seu interesse em firmar parcerias com as OSCs, bem como visa organizar os procedimentos administrativos para a escolha da melhor proposta. Por ser um instrumento de seleção, o chamamento público também serve para aumentar a quantidade de interessados e, conseqüentemente, do número de propostas hábeis a atender ao objeto da parceria. A ampla participação das entidades propicia diversidade das propostas, favorecendo a construção de parcerias melhores.

Nesta ênfase de escolher a melhor proposta, destaca-se a mudança no que diz respeito à ótica de avaliação e prestação de contas da parceria. Antes da Lei, a ênfase do gestor público concentrava-se nos aspectos meramente procedimentais de fiscalização dos contratos, pontuando excessivamente as formalidades e a relação das despesas e receitas realizadas. Agora, há uma importante sinalização de que o controle deve caminhar para a lógica de resultados, a despeito de manter o controle de meios. O direcionamento passou a ser a avaliação de desempenho como baliza para a apreciação e julgamento das contas, mediante o acompanhamento sistemático das parcerias para demonstração e verificação do cumprimento de metas e resultados.

Como regra geral para a prestação de contas, o MROSC prevê o relatório de execução do objeto, a ser apresentado pela OSC, contendo: descrição das ações desenvolvidas para o cumprimento do objeto, acompanhadas dos respectivos documentos de comprovação (lista de presença, fotos, depoimentos, vídeos e outros suportes); apresentação da contrapartida em bens ou serviços, quando houver; e documentos sobre o grau de satisfação dos usuários.

Somente nos casos em que a OSC não tiver comprovado o alcance das metas, ou diante de indícios da existência de irregularidades, a Administração Pública solicita a apresentação do relatório de execução financeira, que deve demonstrar os pagamentos e a conciliação bancária.

No que se refere à remuneração da equipe e de custos indiretos, a redação do artigo 40, inciso I, do Decreto Distrital nº 37.843/2016, reconhece a autorização para pagamento, com recursos vinculados à parceria, de despesas trabalhistas, incluindo verbas rescisórias, conforme previsto no plano de trabalho. Esta é uma das principais conquistas alcançadas

com a nova Lei, que supera o entendimento equivocado de que os recursos repassados por entes públicos não poderiam ser aplicados no pagamento de pessoal da organização.

Neste aspecto a Lei atendeu à reivindicação histórica das OSCs e dos trabalhadores do segmento, contribuindo para superar a situação de precarização das relações de trabalho nas OSCs que se propõem a atuar em conjunto com o Estado. Cabe pontuar que a Lei nº 13.019/2014 não trata da questão da remuneração de dirigentes no âmbito das parcerias, ficando o tema vinculado às regras de cada instrumento contratual celebrado.

Com o fito de gerar transparência e permitir o exercício do controle social, conferindo mais publicidade e clareza à aplicação de recursos públicos em parcerias com OSCs, o MROSC estabelece que todas as etapas da parceria, desde a seleção até a prestação de contas, deverão ser registradas em uma plataforma eletrônica. Atualmente, o governo distrital ainda não criou um sistema próprio, assim as informações das parcerias têm sido publicadas somente nos sítios eletrônicos do órgão correspondente, além das publicações realizadas no Diário Oficial do Distrito Federal.

O Decreto Distrital nº 37.843/2016 também se preocupou em mitigar alguns riscos, como a seleção equivocada de OSCs despreparadas ou oportunistas. No art. 18, incisos II e XI, o Decreto exige, na fase de habilitação, que as OSCs apresentem a comprovação mínima de dois anos de existência, além de declarações de experiência prévia que comprovem sua capacidade técnica no desenvolvimento de atividades ou projetos relacionados ao objeto da parceria ou de natureza semelhante.

Para favorecer a participação de organizações menores e ações complementares de entidades do terceiro setor, o MROSC previu um mecanismo inovador: a atuação em rede por duas ou mais OSCs. Tal instrumento permite a execução de pequenos projetos por mais de uma OSC em uma única parceria agregadora, beneficiando a realização de objetos complexos que, por sua própria natureza, exigem a cooperação de diferentes atores. Noutro giro, a atuação em rede permite aumentar a abrangência territorial da política pública com a participação de OSCs locais, o que reconhece a capilaridade e a presença das OSCs na vida comunitária de nosso país.

Outro aspecto inovador do MROSC refere-se à contrapartida financeira, que deixou de ser exigida como requisito para a celebração da parceria. A vedação dessa exigência favorece a participação de organizações com menor disponibilidade financeira e amplia o rol de OSCs interessadas em apresentar propostas para a Administração Pública. Nesse sentido, a Lei entendeu a capacidade e acervo técnico das instituições como contrapartida natural que elas oferecem ao Estado nas relações de parceria.

Finalizando esta breve apresentação do MROSC, percebe-se que o marco legal pretende alterar substancialmente as parcerias entre Estado e OSCs, privilegiando uma relação baseada na expertise técnica e na simplificação.

Ao promover a seleção, monitoramento e avaliação das parcerias com o estrito objetivo de selecionar a “melhor” proposta, leia-se proposta mais adequada ao atendimento do objeto da parceria, a Administração reconhece suas próprias limitações na execução das

políticas públicas, delegando às OSCs sua operacionalização, de forma que as políticas sejam entregues à sociedade com mais eficiência e efetividade.

Dentre os inúmeros motivos, o Estado tem buscando financiar OSCs para implementação de políticas com vistas a: i) internalizar o conhecimento especializado (expertise) das organizações e qualificar as políticas; ii) fortalecer a rede de atuação das OSCs e aproveitar sua capilaridade territorial; iii) expandir o alcance regional/populacional das políticas; iv) ampliar a legitimidade da política pública; v) suprir a falta de servidores públicos para implantação de políticas; e vi) atuar em consonância com as demandas e expectativas dos beneficiários (proximidade). Portanto, a atuação conjunta com o terceiro setor permite qualificar e ampliar o raio das ações estatais, bem como aproximar as políticas dos atores sociais.

Outra questão relevante refere-se às características próprias das OSCs, como vocação existencial associada aos temas que embasam os programas governamentais; maior liberdade na gestão dos recursos; e estruturas funcionais enxutas e ágeis. Em comparação com a estrutura burocrática do Estado, essas qualidades podem ser apontadas como facilitadores na implantação de políticas públicas, pois demonstram maior capacidade das OSCs em se adaptar às necessidades e contingências apresentadas nos casos concretos.

Além disso, as organizações captam de forma mais próxima e segura as demandas dos beneficiários, desenvolvem métodos e formas originais para alcançar os objetivos definidos nas ações governamentais e, com isto, alimentam a inovação nas políticas públicas.

Estas são algumas das razões que explicam porque as organizações civis têm se tornado atores cada vez mais relevantes nas políticas estatais, em particular nos níveis subnacionais de governo, em uma conjuntura de forte expansão do leque de direitos e públicos beneficiários de políticas governamentais.

HOSPITAL VETERINÁRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL (HVEP)

O Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental – IBRAM é a autarquia responsável pela execução da política ambiental distrital, que tem como finalidade executar e fazer executar as políticas ambientais e de recursos hídricos, além de controlar e fiscalizar, com poder de polícia, o manejo dos recursos ambientais e hídricos do Distrito Federal, bem como toda e qualquer atividade ou empreendimento que cause ou possa causar poluição ou degradação do meio ambiente e dos recursos hídricos.

Nos termos do artigo 3º, da Lei nº 3.984, de 28 de maio de 2007, compete ao IBRAM:

Art. 3º Compete ao Instituto Brasília Ambiental:

- I – propor normas e padrões de qualidade ambiental e dos recursos hídricos;
- II – definir normas e padrões relativos ao uso e manejo de recursos ambientais;

- III – propor e desenvolver ações de promoção, proteção, conservação, preservação, recuperação, restauração, reparação e vigilância dos recursos ambientais e hídricos do Distrito Federal;
- IV – propor a definição e executar o controle do zoneamento ambiental e do zoneamento ecológico e econômico;
- V – proceder à avaliação de impactos ambientais;
- VI – promover o licenciamento de atividades, empreendimentos, produtos e processos considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como daqueles capazes de causar degradação ambiental, em todo o território do Distrito Federal;
- VII – propor a criação e promover a gestão das unidades de conservação, parques e outras áreas protegidas;
- VIII – implantar e operacionalizar sistemas de informações e de monitoramentos ambientais e de recursos hídricos;
- IX – fiscalizar e aplicar penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou à correção da degradação ambiental;
- X – planejar e desenvolver programas de educação ambiental;
- XI – promover a proteção e o manejo integrado de ecossistemas, de espécies, do patrimônio natural e genético de representatividade ecológica do Distrito Federal;
- XII – disciplinar, cadastrar, licenciar, autorizar, monitorar e fiscalizar atividades, processos e empreendimentos, bem como o uso e o acesso aos recursos ambientais e hídricos do Distrito Federal;
- XIII – regulamentar, analisar, registrar e controlar a produção, armazenamento, transporte, comercialização e utilização de substâncias químicas em atividades agrossilvopastoris, industriais, comerciais e de prestação de serviços, conforme legislação em vigor;
- XIV – desenvolver ações de assistência e apoio às instituições públicas e à sociedade, em questões de acidentes e emergências ambientais e de recuperação e melhoria da qualidade ambiental;
- XV – promover o uso sustentável dos recursos naturais renováveis e o apoio à adoção de tecnologias limpas e ao extrativismo;
- XVI – aplicar, no âmbito de sua competência, os dispositivos e acordos nacionais e internacionais relativos à gestão ambiental e dos recursos hídricos;
- XVII – monitorar, prevenir e controlar desmatamentos, queimadas e incêndios florestais;
- XVIII – julgar, em primeira instância, os recursos interpostos aos autos de infração oriundos do exercício do poder de polícia administrativa do Instituto;
- XIX – fazer recolher, junto à conta da autarquia, preços públicos de licenciamento ambiental e dos recursos hídricos, multas, taxas de fiscalização ambiental e de recursos

hídricos e recursos oriundos de compensações ambientais, entre outros, nos termos da legislação vigente;

XX – promover e executar atividades afins e correlatas necessárias à plena consecução de sua finalidade.

À luz do disposto acima, ou seja, com base nas suas competências legais, o IBRAM tem atuado em várias frentes. Uma delas, inclusive, se refere à prestação gratuita de serviços médicos-veterinários.

A medida se justifica porque existe uma grande dificuldade por parte de uma parcela significativa da sociedade de arcar com os cuidados médicos veterinários de seus animais, muitas vezes por falta de recursos financeiros. Assim, muitos acabam em situação de abandono, maltratados, suscetíveis a participar das cadeias de transmissão de zoonoses, se envolver em acidentes de trânsito e mordeduras, além de colocar em risco animais silvestres e seus habitats, sobretudo, nas unidades de conservação da natureza.

A prestação de atendimento veterinário também exerce papel fundamental no conhecimento dos ciclos das doenças, seus reservatórios e suas formas de transmissão. Noutro giro, esse serviço público possibilita o atendimento às denúncias de animais domésticos maltratados, demanda frequentemente observada no Distrito Federal, com casos em que a assistência médica e destinação destes animais fica comprometida por falta de estrutura do Estado. Ademais, um espaço veterinário público passa a ser um ponto focal importante na educação, prevenção e tratamento, contribuindo assim para a promoção da guarda responsável de animais.

Animais domésticos são tutelados pelo Estado, e sua proteção é assegurada pela Constituição Federal (art. 225): ‘VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade’. A Lei nº 9.605/1998, que trata dos crimes ambientais, dispõe que é crime praticar ato de abuso, maus-tratos, ferir ou mutilar animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos (art. 32). No Distrito Federal, a Lei nº 4.060/2007 considera maus-tratos deixar de prestar assistência veterinária a animal doente, ferido, extenuado ou mutilado (art. 3º, V). Logo, a disponibilidade de serviços veterinários públicos se faz essencial.

Dentro desse contexto, desde 2014, o IBRAM trabalha no sentido de viabilizar as instalações do primeiro Hospital Veterinário Público do Distrito Federal (HVEP), tendo, para tanto, destinado recursos de compensação florestal e ambiental com a finalidade de reformar um galpão de 540m², localizado no Parque Lago do Cortado, em Taguatinga.

Entretanto, operacionalizar um hospital veterinário envolve a disponibilidade de profissionais, equipamentos, móveis, consumíveis e demais itens necessários que não estão disponíveis, nem no IBRAM, nem nos demais órgãos do Governo do Distrito Federal. Por conta dessa restrição, com foco na eficiência, eficácia e efetividade, o IBRAM decidiu transferir a implantação do HVEP à organização que tenha expertise técnica na instalação desse tipo de empreendimento e no andamento de suas atividades cotidianas.

Nesse sentido, o Instituto buscou conhecer as experiências de outras unidades da federação, bem como avaliou os arcabouços legais vigentes para subsidiar sua estratégia de terceirização, aqui compreendida em sentido *latu sensu* como a delegação de atividades a terceiro alheio ao Poder Público.

Após a apreciação dos modelos de gestão atualmente existentes, inclusive com *benchmarks* envolvendo outros objetos de políticas públicas, o IBRAM entendeu que o melhor sistema para o HVEP seria a formação de parceria com uma entidade sem fins lucrativos, mediante a aplicação do marco legal das organizações da sociedade civil (MROSC), nos moldes da Lei Nacional nº 13.019/2014 e do Decreto Distrital n.º 37.843/2016.

Como se registrou na seção anterior deste artigo, o MROSC possui regramento diferente do disposto na Lei nº 8.666/1993, que rege as licitações e os contratos administrativos, no qual o foco é o mero pagamento pelos serviços prestados.

O MROSC é, na verdade, um novo regime jurídico que disciplina as parcerias entre a Administração Pública e as organizações da sociedade civil (OSCs), estimulando a gestão pública democrática e a valorização dessas instituições enquanto parceiras na garantia e efetivação de direitos.

As parcerias firmadas entre Estado e OSCs qualificam as políticas públicas, aproximando-as das pessoas e das realidades locais e possibilitando a solução de problemas sociais específicos de forma criativa e inovadora.

Nessa perspectiva, escolheu-se, estrategicamente, aplicar o MROSC para a implantação do HVEP exatamente para melhorar o desempenho operacional e a eficiência do uso dos recursos públicos, com a agregação da experiência prática que as OSCs possuem no atendimento veterinário, visto que o IBRAM não dispunha dessa expertise.

Portanto, o modelo escolhido fundamenta-se na construção de uma colaboração cujo terceiro agrega seu trabalho e *know-how* motivado unicamente pelo objeto da parceria, tendo em vista que não há fins lucrativos, como ocorrem nos contratos administrativos.

O IBRAM publicou o Edital de Chamamento Público nº 1/2018, em 31 de janeiro, promovendo legítimo processo seletivo para contratar OSC que atendesse às finalidades de interesse público e recíproco da parceria. Na ocasião, duas organizações interessadas apresentaram suas propostas, sendo consagrada vencedora a Associação dos Clínicos Veterinários de Pequenos Animais de São Paulo – ANCLIVEPA-SP.

A ANCLIVEPA-SP é a segunda maior entidade da classe veterinária do país, só perdendo em número de associados para o Conselho Regional de Medicina Veterinária de São Paulo, que tem cunho associativo obrigatório. Fundada em 29 de setembro de 1975, já teve doze gestões democraticamente eleitas e sete presidentes diferentes, todos os doutores em medicina veterinária. A entidade também capacita médicos veterinários, oferecendo cursos intensivos, de especialização e aprimoramento em diversas áreas, como cardiologia, ortopedia, oftalmologia, cirurgia, clínica médica, oncologia e outras, tendo certificado mais de mil alunos com reconhecimento do MEC. Atualmente, a

entidade também gerencia outras quatro operações de hospitais veterinários públicos no Estado de São Paulo, cujos números de serviços prestados chegaram a cerca de dois milhões nos últimos seis anos.

O Termo de Colaboração nº 1/2018, assinado em 29 de março, entre IBRAM e ANCLIVEPA-SP, prevê o repasse de R\$ 12.000.000,00 (doze milhões de reais), no período de 60 meses, para a prestação de serviços veterinários em cães e gatos. O objeto da parceria do HVEP envolve a recepção e triagem dos animais, atendimento clínico (incluindo emergenciais), atendimento cirúrgico, realização de exames laboratoriais e de imagem, administração de medicamentos, acompanhamento dos tratamentos, e gestão dos prontuários.

O HVEP foi inaugurado em 5 de abril de 2018, com elevada procura dos cidadãos por seus serviços. Logo no primeiro mês, fora relatado que a quantidade de tutores e animais atendidos em apenas três dias equivaleu ao esperado para o trimestre. Para ajustar os atendimentos à capacidade do HVEP, inclusive financeira, foi ampliado o limite de 50 senhas/dia para novos atendimentos, além do retorno dos animais em tratamento. Em decorrência da grande demanda, com consequente aumento de metas, foram feitas duas suplementações orçamentárias, formalizadas por termos aditivos em julho e setembro de 2018.

No decorrer das duas primeiras etapas do plano de trabalho, de abril a setembro de 2018, foram realizadas atividades periódicas de monitoramento, que incluíram reuniões entre as partes (presenciais e *online*), cinco visitas técnicas da comissão gestora ao HVEP, além de acompanhamento das atividades *in loco*, rotineiramente, por duas estagiárias de medicina veterinária do IBRAM, que verificavam a qualidade dos atendimentos e auxiliavam na realização de pesquisa de satisfação com os tutores dos animais.

Durante as visitas, a comissão gestora observou o funcionamento do hospital e conversou com cidadãos, que, sem exceção, elogiaram a iniciativa, os serviços prestados e o cuidado da equipe com os pacientes. Observou-se que, mesmo com circulação intensa de pessoas e animais, o ambiente encontrava-se limpo e organizado. Ao longo do período, algumas melhorias foram inseridas pela ANCLIVEPA-SP, tais como a instalação de tenda externa para proporcionar maior conforto à espera dos atendimentos e a ampliação de bebedouros e filtros de água para os visitantes.

As aferições em relação ao cumprimento das metas previstas nas etapas 1 e 2 - sobre a administração de medicamentos, cirurgias, consultas, exames de imagem e serviços laboratoriais - foram extraídos do sistema Vetus. O programa Vetus é uma ferramenta de prontuários eletrônicos, que permite a gestão em tempo real, no qual são lançados todos os dados do proprietário, animal, procedimentos realizados e resultados de exames. O objetivo do sistema é ordenar todas as informações de gestão digitalmente e com acesso remoto pela internet.

Durante o período de 5/4/2018 a 30/9/2018, o HVEP recebeu 7.689 tutores, atendeu 8.395 animais (cães e gatos) e realizou 35.638 procedimentos veterinários. A tabela a seguir demonstra o quantitativo de procedimentos realizados no período.

Meta x Realizado, referente às etapas 1 e 2 do Plano de trabalho

Indicador	Metas do Plano de trabalho	Registros do Sistema Vetus	% em relação à meta
Administração de medicamentos	9600	13135	136,8%
Cirurgia	600	538	89,7%
Consulta	3480	6323	181,7%
Exames de imagem	2500	2344	93,8%
Serviços laboratoriais	3600	5464	151,8%
Ações de educação em saúde	32	32	100,0%
Satisfação do usuário	60%	83%	138,3%

De acordo com os resultados acima, é possível identificar que os indicadores inicialmente pactuados nas etapas 1 e 2 do plano de trabalho foram considerados satisfatórios, a exceção das metas de cirurgias e exames de imagem que tiveram um desempenho abaixo da expectativa. Considerando o primeiro relatório anual de execução do objeto, que inclui as etapas 3 e 4 ainda não concluídas, a ANCLIVEPA-SP poderá realizar os procedimentos faltantes (62 cirurgias e 156 exames de imagem) até o dia 31/3/2019.

A satisfação do usuário atendido no HVEP é medida por meio de pesquisa, com quatro perguntas, realizada por meio de ligações telefônicas ou entrega de questionários nas dependências do hospital. Foram entrevistadas 567 pessoas: 354 entrevistas feitas entre 5 a 24/7/2018, referente aos atendimentos prestados na 1ª etapa do plano de trabalho; e 213 participantes entre o período de 1/8 a 28/9/2018, referente à 2ª etapa. Do total de pessoas consultadas nos dois ciclos de avaliação, 412 foram entrevistadas por telefone e 155 presencialmente no HVEP. O universo amostral da pesquisa, escolhido aleatoriamente, correspondeu, respectivamente, a 6% e 11% do total de tutores atendidos nas duas primeiras etapas do plano de trabalho.

A primeira pergunta da pesquisa foi com relação ao atendimento prestado no HVEP. Do total de participantes, 93% deram nota ótima/boa para o atendimento, 4% deram nota regular e 3% deram nota ruim. A segunda questão referiu-se à estrutura física do HVEP. Do total de participantes, 80% deram nota ótima/boa no quesito estrutura física, 16% deram nota regular, 3% deram nota ruim e 1% não respondeu à pergunta. O terceiro quesito indagava sobre as informações prestadas pela equipe do HVEP em relação aos cuidados e bem-estar dos animais. Do total de participantes, 64% deram nota ótimo/bom para as orientações sobre bem-estar dos animais, 3% deram nota regular, 2% deram nota ruim e 31% não responderam ao questionamento. A última pergunta procurou identificar se o usuário do HVEP indicaria o estabelecimento para um amigo ou familiar. Do total

de participantes, 93% recomendariam o HVEP e 6% não (3% deram nota regular e 3% deram nota ruim).

No primeiro semestre de funcionamento do HVEP, foram registradas situações que necessitavam de pronta resolução da entidade parceira, tais como: implantação imediata do programa de educação em saúde, nos moldes estabelecidos no plano de trabalho; aquisição de container para disposição do lixo comum; e apresentação da documentação e requerimentos de solicitação de registro junto ao CRMV-DF. Também foi apurado que os gestores da OSC tinham pouco conhecimento acerca do MROSC, tendo sido recomendado que estes fossem capacitados na temática e nos ritos administrativos exigidos na legislação vigente. De forma geral, as solicitações foram atendidas, não se identificando nenhuma irregularidade no período.

No quesito transparência ativa, foi observado o cumprimento do artigo 79 do Decreto nº 3.784/2016, que prevê a divulgação da parceria na internet pela OSC e pela Administração pública. O IBRAM divulgou o link "<http://www.IBRAM.df.gov.br/hospital-veterinario-publico-hvep/>" e a OSC o link <http://anclivepa-sp.com.br/2015/hospital-veterinario-publico-unidade-distrito-federal/>, onde é possível consultar o Termo de Colaboração, o Plano de Trabalho, o valor total da parceria e o valor da remuneração da equipe.

Diante de todo o exposto, desde os cuidados observados para a realização do chamamento público até o monitoramento próximo e contínuo dos resultados pela comissão gestora, verifica-se que o caso apresentado nesse estudo demonstra que a escolha do marco legal das organizações da sociedade civil (MROSC) para a implantação e operacionalização do Hospital Veterinário Público (HVEP) foi bem-sucedida e trouxe benefícios ao IBRAM e à população atendida na política pública.

CONCLUSÃO

O presente estudo teve por objetivo realizar uma análise geral do novo regime de parcerias entre a Administração Pública e as organizações da sociedade civil, instituído pela Lei Nacional nº. 13.019/2014 e Decreto Distrital nº 37.843/2016. A legislação traz muitas novidades que nortearão a celebração das parcerias estatais com o terceiro setor, trazendo novos instrumentos jurídicos, novas terminologias e novos procedimentos.

Inicialmente, apresentou-se o Marco Regulatório da Sociedade Civil (MROSC), fruto de intensos debates entre profissionais do setor, entre agentes governamentais, representantes de OSCs e especialistas. A principal novidade da legislação é a criação de novos instrumentos jurídicos para a celebração de parcerias (termos de fomento, de colaboração e acordo de cooperação), em substituição aos convênios, que ficam restritos aos entes federados.

Dentre os principais méritos da aplicação do MROSC na gestão pública estão: maior ênfase no planejamento; elevação dos níveis de transparência e participação; ampliação

do acesso; limitações à indevida utilização da cooperação com OSCs; maior autonomia das OSCs nas várias etapas do projeto; possibilidade de execução em rede do projeto, autorização para custeio de despesas institucionais; e simplificação e melhoria dos instrumentos de controle. Particularmente à gestão ambiental do Distrito Federal, destaca-se ainda a falta de quadros e infraestrutura estatal para desenvolver e executar projetos voltados à promoção da biodiversidade, melhoria da qualidade ambiental ou gestão de áreas ambientalmente protegidas.

O planejamento prévio, conforme já suscitado, constitui um pressuposto básico para o adequado desenvolvimento da cooperação entre a Administração Pública e OSCs. Isto porque ele permite compreender a efetiva relevância do projeto, situar o contexto em que ele será realizado e precisar os objetivos que se buscam alcançar, entre outros benefícios.

Por outro lado, uma parceria celebrada sem esse cuidado torna-se um empreendimento temerário, de difícil monitoramento e avaliação, favorecendo desvios e irregularidades. Nesse sentido, a ênfase no planejamento é tida como uma boa iniciativa no âmbito da nova regulação do terceiro setor e deve ser enfatizada, sobretudo nos projetos aplicados à gestão ambiental, tomando-se a natureza complexa que tais projetos assumem, pois, meio ambiente é sistema aberto, interdisciplinar, inter-relacionado e sistêmico.

Outro aspecto meritório do MROSC é a diretriz para que todas as etapas da cooperação sejam públicas e transparentes, a exemplo do chamamento público, da relação das parcerias celebradas e dos respectivos planos de trabalho, da prestação de contas e todos os atos que dela decorram. Nesse sentido, a norma caminha afinada com a Lei de Acesso à Informação que coloca à Administração Pública o dever de promover a transparência ativa de informações de interesse coletivo ou geral, e dá sequência aos esforços do Governo Federal para tornar mais acessíveis os dados relacionados aos vínculos de cooperação mantidos com OSC, a exemplo da criação do Portal dos Convênios (www.convenios.gov.br).

Ademais, no sentido de ampliar a participação social, cabe observar que a Lei cria um inédito procedimento de iniciativa popular para que OSCs, movimentos sociais e cidadãos possam sugerir à Administração Pública projetos a serem desenvolvidos ao abrigo do MROSC. Portanto, medidas como essas, inovadoras, tendem a lançar cada vez mais luzes sobre os vínculos de cooperação firmados entre Administração Pública e OSCs, contribuindo para aperfeiçoá-los e melhor controlá-los.

A novidade do chamamento público representa um fator importante para a ampliação do acesso às parcerias estatais. O perfil diferenciado deste instrumento, em comparação à Lei Geral de Licitações, motiva o acesso amplo e democrático da sociedade civil ao Estado, e capta organizações sem fins lucrativos para ajudar na implantação das políticas públicas, diferentemente das empresas, que veem nos contratos, basicamente, um meio de aferir lucro. Portanto, tal inovação é bem-vinda, pois trata as OSCs com o devido apreço, buscando pelos objetivos de justiça social, proteção ambiental, bem-estar social, redução de desigualdades, etc. Diante desta diferença, nada mais compatível do que um

regime próprio de seleção que reconheça tais distinções e mitigue distorções no processo seletivo.

Quanto ao estabelecimento de critérios e indicadores padronizados a serem seguidos, a necessidade brotou da própria sociedade civil organizada, que lutou para que fossem estabelecidas normas mais seguras para evitar mal-entendidos nas prestações de contas ou na avaliação de resultados, em razão da frequente nebulosidade de editais de licitação e de contratos de convênio.

Antes do MROSC, a histórica facilitação na celebração de parcerias, favoreceu o emprego de convênios ou termos de parceria para atender necessidades, legítimas ou não, da própria Administração Pública. Na prática, atividades que se assemelham a autênticos serviços de consultoria ou terceirização de mão de obra, por exemplo, puderam passar a ser desenvolvidas sob a égide de instrumentos de cooperação, esquivando-se das determinações da Lei Geral de Licitações e Contratos Administrativos.

Desta forma, avança a Lei em determinar, enquanto procedimento regular, o acesso mediante chamamento público, com critérios de seleção explícitos e compreensíveis, a fim de garantir a isonomia e ampla participação, obtida através de transparência e divulgação.

Outro grande avanço do MROSC foi conferir a possibilidade de envolver outras organizações na execução do ajuste, num autêntico arranjo colaborativo. Isso permite, por exemplo, contar com a experiência e conhecimento de outra organização em um aspecto específico do projeto ou aproveitar a sua maior proximidade com determinado público, sem prejuízo das responsabilidades contratuais e legais da organização principal. Tal integração fortalece, ainda, as conexões no interior da sociedade civil, contribuindo para o seu crescimento e qualificação.

Outra importante discussão, que foi levada a efeito com a vigência do novo regime, diz respeito às despesas de caráter institucional (remuneração de dirigentes e pessoal próprio, assessoria jurídica, contabilidade etc.), que são fundamentais para a execução e boa gestão de qualquer empreendimento, e frequentemente não eram admitidas nesse tipo de ajuste. A partir da nova lei, tais despesas são admitidas. A suposta lógica por trás da antiga vedação é de que a OSC deveria possuir, quando da celebração e ao longo de toda a cooperação, condições para custear com recursos próprios (ou de outras fontes) aquelas despesas. Nesse sentido, o convênio ou termo de parceria não se prestaria, portanto, a contribuir para o fortalecimento institucional da OSC.

Entretanto, se as organizações já detivessem, previamente, capacidade operacional plena para atuar, esse estímulo estatal não faria nem sequer sentido. Obviamente, a OSC interessada em estabelecer parceria com a Administração Pública deve ter um mínimo de capacidade para levar adiante o projeto almejado, mas daí a exigir que conte com toda infraestrutura previamente instalada há uma enorme distância.

Por fim, avalia-se como benéfica a preocupação da Lei em simplificar e aperfeiçoar os instrumentos de controle dos vínculos de cooperação entre a Administração Pública e

OSCs. A prestação de contas tornou-se mais simples, podendo ser reduzida à avaliação das metas sem a conferência da execução financeira, que fica obrigatória somente quando o desempenho mínimo não é atingido ou há indícios de irregularidades. Desta forma, o espírito da Lei demonstra que o foco deve ser no controle de resultados das parcerias.

Noutro giro, uma das principais críticas ao MROSC é a de manutenção de um viés burocrático na celebração das parcerias. Alguns aspectos do MROSC não rompem com a lógica burocrático-formal observada nos convênios e contratos. Além disso, a Administração Pública pode adotar uma postura excessivamente rígida na gestão do projeto. Muitas vezes, o gestor público determina não apenas “o que”, mas também “como”, determinada atividade ou objeto deve ser executado, condicionando qualquer mudança a sua prévia chancela. Além disso, não é raro que se tente transpor a OSCs o regime jurídico próprio da Administração, determinando a obediência a normas que lhes são estranhas.

Nesse contexto, quanto mais autonomia a Administração conferir à OSC na definição dos meios para a execução do projeto, mais poderá responsabilizá-la pelos resultados obtidos. Por outro lado, a interferência excessiva torna a Administração corresponsável pelo sucesso ou fracasso da iniciativa. Portanto, o controle por resultados é tido como uma importante iniciativa no contexto da nova regulação das parcerias.

Outra censura diz respeito ao volume de exceções ao chamamento público, previstos nos casos de dispensa e inexistência da Lei. Esses afrouxamentos da legislação, apesar de conferirem maior autonomia às OSCs, podem contribuir para a prevalência do interesse corporativo e dificultar o combate à corrupção. Os casos excepcionados representam grande parcela das parcerias, o que pode significar que tais celebrações estariam fora do controle e planejamento prévios. Por isso, a Administração Pública deve avaliar bem o caso concreto para que o afastamento do chamamento público seja devidamente justificado e que, mesmo nestes casos, seja dada ampla publicidade e transparência à colaboração.

Em suma, apesar de sofrer algumas críticas, o MROSC é uma boa iniciativa, sobretudo quando se avalia o cenário das OSCs no Brasil. Não se pode afirmar que a Lei solucionará todos os problemas enfrentados pelo terceiro setor. Entretanto, a partir da aplicação nova legislação, poderão ser supridas lacunas e aperfeiçoados os comandos que porventura estejam em desacordo com a realidade da Administração Pública e das organizações da sociedade civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FIGUEIREDO LOPES, L, SOUZA, S., SANT’ANA, D., ET AL. **Fomento e Colaboração: uma nova proposta de parceria entre Estado e Organizações da Sociedade Civil**. Secretaria-Geral de da Presidência da República. Disponível em:

http://www.secretariadegoverno.gov.br/.arquivos/artigo_fomento-e-colaboracao Acesso em 24/11/2018

LOPEZ, F., FIGUEIREDO LOPES, L., SOUTO, B., & SANT'ANA, D. A interação entre organizações da sociedade civil e governo federal: Colaboração nas políticas públicas e aperfeiçoamentos regulatórios possíveis. Brasil em desenvolvimento – Estado, planejamento e políticas públicas. v. 2. Brasília: Ipea, 2014 Disponível em: <http://www.secretariadegoverno.gov.br/iniciativas/mrosc/artigos/brasil-em-desenvolvimento-2014-ipea.pdf> Acesso em 24/11/2018

LOPEZ, F., & ABREU, R. **A participação das ONGs nas políticas públicas: o ponto de vista de gestores federais.** Texto para discussão. Brasília: Ipea, 2014. Disponível em: http://www.participa.br/articles/public/0008/5677/ponto_de_vista_dos_gestores_federai_s.pdf Acesso em 24/11/2018

MESQUITA, T. **Chamamento público da Lei 13.019/14 e a desburocratização das parcerias públicas com organizações da sociedade civil.** Disponível em: <http://direitodiario.com.br/desburocratizacao-das-parcerias-publicas-com-chamamentopublico-da-lei-13-01914-e-as-organizacoes-da-sociedade-civil/> Acesso em 24/11/2018

A regeneração do Cerrado – soluções transdisciplinares para as crises hídrica e energética

Flaminio Levy Neto

RESUMO

Neste trabalho são apresentadas informações referentes à formação das chuvas e sua distribuição nas regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul, bem como aos efeitos negativos que as derrubadas da Floresta Amazônica e do Cerrado estão produzindo, não somente na precipitação pluviométrica (diminuição de 8,3% entre 1977 e 2010), mas também na vazão dos rios do Cerrado. Como consequência, estão sendo penalizadas a oferta de água potável e a geração de energia limpa nas usinas hidrelétricas existentes (UHEs). Neste contexto, são apresentadas cinco medidas para reverter esta perigosa tendência, que envolvem: (i) a restauração de áreas degradadas que perderam sua cobertura vegetal nativa, usando técnicas agroflorestais; (ii) a incorporação de barreiras de vento em monoculturas, na forma de faixas de vegetação nativa (nas quais a presença de pássaros contribui para a redução de agrotóxicos), (iii) a instalação de turbinas hidrocinéticas (THCs) em rios de pequeno porte (THCs não necessitam de barragens), bem como a utilização de painéis fotovoltaicos flutuantes nos reservatórios das UHEs existentes; (iv) um maior aproveitamento das águas das chuvas na região; e (v) a conversão de crescentes parcelas da população ao vegetarianismo.

INTRODUÇÃO

Até meados do século 20 a região morfoclimática denominada Cerrado ainda apresentava, relativamente às regiões mais próximas da costa do Brasil, baixa densidade demográfica, bem como reduzidos índices de desenvolvimento industrial e urbano. Entretanto, com a criação de Brasília e a expansão das fronteiras agropecuárias direcionadas para a Região Centro Oeste, este cenário passou a transformar-se de forma sempre acelerada. Ato contínuo, já no início da década de 70, houve uma reversão envolvendo os percentuais populacionais rural e urbano, e o número de habitantes das cidades brasileiras passou a superar aquele dos que residem no campo. Esta tendência, de forma cada vez mais acentuada, persiste até os dias de hoje. O propósito deste trabalho é analisar as consequências desta tendência e propor soluções para minimizar seus efeitos negativos na biodiversidade bem como na qualidade ambiental.

O Cerrado, que abastece a grande maioria das principais bacias hidrográficas do Brasil, e, adicionalmente, o Aquífero Guarani, passou a ter a sua vegetação nativa derrubada durante todo o período das transformações citadas anteriormente. As árvores originais do Cerrado possuem raízes acentuadamente profundas, que facilitam a penetração das chuvas no subsolo. Isso reduz tanto as enchentes, bem como os períodos de seca extrema. Neste contexto, como cerca de 50% do bioma natural destruído, principalmente em sua região Meridional, e passou a ser substituído por pastos, extensas monoculturas e por áreas urbanizadas, nas quais as chuvas escorrem ao invés de penetrarem no solo, os processos erosivos se intensificaram, uma parcela menor das chuvas passou a abastecer as nascentes, e as chuvas diminuíram progressivamente no Cerrado. Esta redução nos índices pluviométricos, em média de 8,3% (equivalente a 125 mm de precipitação), foi o que revelou uma pesquisa realizada por Campos (2018), qual foram realizadas diferentes análises de tendência de séries temporais de precipitação anual e mensal, de 125 estações pluviométricas do Cerrado, no período entre 1977 e 2010. As florestas absorvem e acumulam os excessos de precipitação e, por um processo conhecido com evapotranspiração, restituem a umidade retida no solo adjacente às suas raízes profundas à atmosfera, nos períodos de estiagem. Esta estabilização climática, que ameniza tanto os períodos de seca, quanto os de excesso de chuva, só é possível com a presença de florestas.

Atualmente, o Cerrado e suas faixas de transição, abrigam não só as metrópoles Brasília e Goiânia, mas também outras capitais regionais importantes como Campo Grande, Cuiabá e Palmas. E, apesar de ainda ser considerado o Berço das Águas do Brasil, algumas regiões vêm sendo afetadas por crises hídricas, e de geração hidrelétrica. O DF, por exemplo, teve de passar por um longo período de racionamento de água, principalmente ao longo de 2017. Isto motivou um estudo científico recente, no âmbito do PGEFL (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal) da UnB, o qual constatou que, nos últimos trinta e quatro (34) anos, tanto os índices pluviométricos (queda de 8,3% entre 1977 e 2010), bem como a vazão dos rios do Cerrado, vêm diminuindo continuamente. Esta pesquisa reúne indícios que apontam como causas destes problemas o desmatamento e a reutilização do solo em atividades de agronegócio, as quais tem o potencial de alterar a precipitação regional por meio de alterações nos processos biofísicos da vegetação, incluindo mudanças no albedo, rugosidade aerodinâmica e evapotranspiração. Estas reduções de disponibilidade hídrica impactam, negativamente, não só as populações do Cerrado e faixas de transição, mas também o abastecimento de importantes bacias hidrográficas (cerca de 90% das nascentes do Rio São Francisco localizam-se no Cerrado), bem como a geração de energia em usinas hidroelétricas (UHEs) de regiões internas e adjacentes ao Cerrado. As UHEs da bacia do São Francisco vêm tendo a geração de eletricidade significativamente reduzida há mais de uma década.

INFLUÊNCIA DA FLORESTA AMAZÔNICA E DO CERRADO NAS CHUVAS DO CONE SUL

Uma significativa parcela das chuvas, em grande parte do Brasil, tem origem na umidade da Amazônia, que os ventos carregam para regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul. São os chamados “rios voadores”. Mas, infelizmente, o intenso desmatamento da Amazônia vem prejudicando este complexo sistema continental de distribuição de água, que é vulnerável às irracionais ações humanas (Moran, 2010; Conti, 2011). Qualquer outro sistema que fornecesse água (na forma de chuva) para regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul, em níveis equivalentes ao abastecimento que a Amazônia prove anualmente, custaria alguns trilhões de dólares. Só este fato já justificaria a preservação da Amazônia. E é muito mais barato e eficaz conservar as florestas do que reflorestar. Adicionalmente, de acordo com Legan (2017), áreas florestadas têm de 5 a 6 vezes mais chuvas que as não florestadas. Para se confirmar isso, basta verificar os índices pluviométricos anuais que vêm ocorrendo, nas últimas décadas, na região do semiárido nordestino e compara-los com as chuvas que ocorrem em regiões da Amazônia que ainda estão preservadas com florestas originais. No caso do Nordeste, apesar dos alertas do Padre Cícero, há mais de cem anos atrás, há fortes indícios que o desmatamento dos últimos séculos está provocando a atual desertificação.

No Brasil, país abençoado com recursos hídricos, desde que foi implantado há cerca de 50 anos o modelo de “desenvolvimento” da Amazônia, baseado na derrubada de florestas e sua substituição por pastos e monoculturas, estamos delapidando um patrimônio ambiental preciosíssimo. As consequências serão gravíssimas. Não só para a floresta, que corre risco de ser destruída, mas também para as regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul, nas quais as chuvas diminuirão catastróficamente, se a devastação da floresta não terminar. O próprio agronegócio, que consome cerca de 70% da água distribuída no Brasil, será significativamente prejudicado. Entre 1970 e 2010, 20% da floresta Amazônica já foi destruída (Moran, 2010). Esta área desmatada equivale aos territórios da Espanha e França somados. O povo brasileiro, incluindo os governantes, precisam aprender a reverenciar a água e trata-la bem melhor, como o bem essencial que é. Para a água não faltar, é necessário preservar as florestas. Pastos são berçários de desertos. Atualmente, no Brasil, se dá mais valor à produção de carne bovina, que comprovadamente causa câncer e doenças cardíacas (OMS, 2018), em detrimento das florestas que ajudam a conservar a água que ainda temos para beber. Sem água não vivemos mais que poucos dias. Sem carne, conforme comprovam os vegetarianos, podemos viver bem mais saudáveis e ter maior expectativa de vida, em relação à média atual das pessoas em geral (Slywitch, 2010).

Na América do Sul, ocupada em grande parte pelo Brasil, existe uma configuração natural muito favorável para que a Amazônia em geral receba muita chuva. No Brasil em particular, de acordo com Conti (2011), a média anual de chuva ainda é superior a 1000 mm (mais de mil litros por metro quadrado, m²), em cerca de 90% do território. Esta configuração, que levou milhões de anos para se consolidar, mantém um sistema

hidrológico que favorece a produção de eletricidade em rios. Mas que vem sendo afetada por atividades humanas iniciadas há cerca de 50 anos, e que vem provocando secas recorrentes em muitas regiões do Brasil, bem como o desabastecimento de importantes bacias hidrográficas, tais como as do São Francisco e do Araguaia. Os itens sinalizados como: A; Ap; B; C; e D, na Figura 1, são essenciais para se compreender, simplificada, de onde vem grande parte das chuvas no Brasil e qual é a origem dos “rios voadores”.

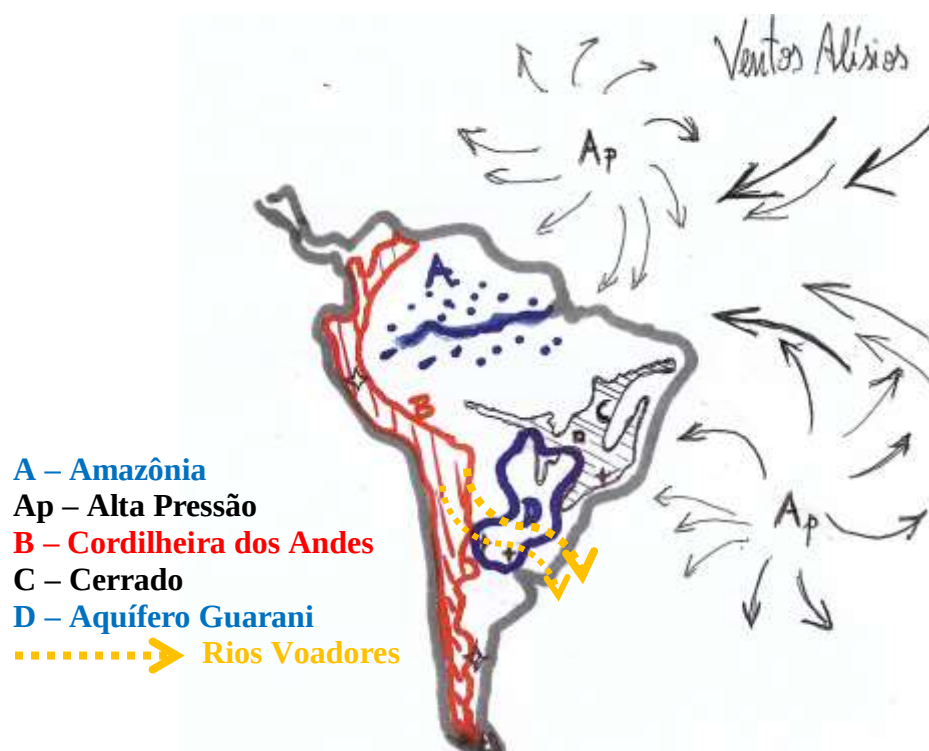


Figura 1 – Itens essenciais para a ocorrência de grande parte das chuvas no Brasil.

Na configuração mostrada na Figura 1 são essenciais os seguintes elementos principais:

- (i) a floresta Amazônica (A), que realimenta para a atmosfera as chuvas que recebe através de um processo chamado evapotranspiração. Nele, as folhas transpiram a umidade que vem das raízes das árvores. A floresta se mantém exuberante em função de complexos mecanismos de reciclagem, de água e nutrientes. Porém, o solo Amazônico não é nem rico nem profundo e cerca de 20% da floresta nativa já foi destruída, em menos de 40 anos, sendo a pecuária responsável por mais de 80% do desmatamento. É uma taxa de destruição muito elevada. E, se a destruição alcançar cerca de 40%, o ritmo de efeitos perversos pode entrar numa fase catastrófica (irreversível) e conduzir a floresta, e uma vasta diversidade, em parte ainda desconhecida, a ser rapidamente extinta (Moran, 2010);
- (ii) as zonas de alta pressão (Ap) no oceano Atlântico, associadas aos ventos alísios, são colunas de ar divergente e frio, portanto mais denso, que ao descender giram no sentido horário no hemisfério Norte e anti-horário no Sul. Os ventos alísios de baixa altitude, que

sopram dos trópicos para o equador nos sentidos indicados na Figura 1, colaboram para levar a umidade do oceano para o interior da floresta Amazônica. Diga-se de passagem, que estes ventos são os melhores do mundo para geração de energia eólica. Tanto em intensidade como em regularidade;

(iii) a cordilheira do Andes (B) é uma cadeia de montanhas, com picos que ultrapassam 6 Km de altura em alguns pontos, formando uma barreira extensa e disposta de tal forma que ajuda a manter muita umidade sobre a Amazônia (representada por pontos escuros sobre a bacia do rio Amazonas). E, quando as condições atmosféricas favorecem, a direciona para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. São os chamados “rios voadores”. A Amazônia é a região onde mais chove no Brasil, com precipitação anual da faixa de 1400 a mais de 3000 litros/m². Para esta umidade se sustentar e difundir por toda a Amazônia, a presença contínua da floresta, com suas folhas que transpiram umidade, é fundamental Wohllebem (2017);

(iv) o Cerrado (C), onde está localizado o Distrito Federal (DF, no Planalto Central do Brasil), é uma região em média mais alta que as outras que lhe são adjacentes. No Cerrado há um bioma riquíssimo e bastante peculiar. Na sua vegetação nativa, que evoluiu ao longo de milhões de anos, há árvores tortas, com raízes muito profundas e casca grossa. Por estar em uma região de verão chuvoso e inverno absolutamente seco, o Cerrado especializou-se em armazenar as águas da chuva no subsolo, com o auxílio das raízes profundas. Assim, foi criado um sistema muito resiliente no qual a vegetação nativa sobrevive à seca anual (via de regra de maio a setembro) usando suas raízes para trazer a água armazenada no subsolo. Como a altitude média do Planalto Central é próxima de 1000 metros, o excedente de água abastece mais de 90% das nascentes da Bacia do São Francisco, o aquífero Guarani, o Rio Araguaia, e cerca de 50% da vazão que mantém a UHE de Itaipu funcionando. Porém, quem faz este trabalho fundamental para a sobrevivência de dezenas de milhões de brasileiros é a vegetação nativa (Miccolis, 2016). Ao se derrubar o Cerrado para plantar soja e criar gado, este sistema vai perdendo a eficiência e tudo em volta vai secando. Por que os Rios São Francisco e Araguaia estão secando? Por que grande parte do estado de SP teve a maior seca de sua história em 2014? Pergunte às raízes do Cerrado que foram arrancadas. Cerca de 50% da vegetação original já foi destruída em menos de 50 anos. Pelos benefícios que traz ao país, em combinação com as chuvas que recebe da Amazônia, é muito perigoso não frear a sua destruição; e

(v) finalmente, os aquíferos Guarani (D) e Amazonas, que são reservas de água limpa que se renovam com as chuvas que são conduzidas para o subsolo pelas raízes das árvores, e provavelmente sem similar no planeta. Mas, com a destruição conjunta da floresta Amazônica e do Cerrado, podem deixar de ser reabastecidos dentro de alguns anos.

Além dos elementos (i) a (v) detalhados acima, há ainda outros fatores que conectam a presença das florestas com a ocorrência de chuvas. Cerca de 97% da água do planeta é salgada e está nos oceanos. Parte desta água, já sem sal, é levada para os continentes pelas nuvens que se formam sobre os mares, são empurradas para os continentes pelos ventos e fornecem um suprimento de água, contínuo, para as regiões mais distantes da costa (Wohlleben, 2017). Entretanto, na ausência de florestas, este mecanismo só funciona até

algumas centenas de quilômetros (Km) do mar. Neste caso, ao nos afastarmos da costa, o clima vai ficando progressivamente mais seco, porque a precipitação deixa de ocorrer antes de se chegar ao interior do continente, mais profundo. E, de acordo com Wohllebem (2017), a cerca de pouco mais de 300 Km da costa o clima fica tão seco, se não há florestas, que surgem os primeiros desertos. Isto explica a desertificação em curso no Nordeste.

Mas, onde há florestas contínuas, como na Amazônia original (que fica a Oeste do oceano Atlântico e recebe a umidade trazida pelos ventos alísios), parte da chuva é armazenada e em seguida evapora-se. Essa evaporação que as árvores liberam no ar, por meio da transpiração das folhas (na faixa de dezenas de metros cúbicos por quilômetro quadrado de floresta), forma novas nuvens, que se deslocam ainda mais para o interior do continente, e voltam a se precipitar mais adiante na terra. Estes ciclos se repetem, por milhares de Km longe da costa, desde que todo o caminho seja coberto por florestas. Assim, se houver desmatamento, este sistema já não funciona mais tão bem. Vai perdendo a eficiência ao longo dos anos. No Brasil, as consequências já começaram a surgir: o nível de umidade da Floresta Amazônica está cada vez mais baixo (Wohllebem (2017)). Cerca de três quartos (3/4 ou 75%) das florestas do mundo já foram derrubadas, e a interrupção deste mecanismo de transporte de chuvas já se verificou em outros continentes. E, apesar do Brasil receber recursos bilionários do exterior para parar de derrubar a Floresta Amazônica, o governo brasileiro vem correndo um sério risco de ter outro apagão elétrico por não criar um mecanismo efetivo para acabar com o desmatamento. Os reservatórios da grande maioria das nossas usinas hidroelétricas (UHEs) e pequenas centrais hidroelétricas (PCHs) estão secando. O plano B para elas são as poluidoras, e bem mais caras, usinas termelétricas (UTES). As UTES são mais caras que a energia eólica

Outro dado que indica a forte interconexão entre as florestas e as chuvas é o fato de que o aroma das árvores, apesar de sutil, também colabora na formação das chuvas. Levado pelos ventos, esses corpúsculos microscópicos ajudam a nuclear as primeiras gotículas dentro das nuvens. Mas, na contramão disso, uma área equivalente ao Uruguai já virou pasto na Amazônia. É um erro querer atender à demanda mundial por carne à custa de derrubar florestas, as quais contribuem para manter as chuvas em praticamente todo o Brasil. Além de utilizar grandes áreas de terra para produzir alimento para os animais de corte, tanto os soltos como os confinados. Ao exportar carne, indiretamente, também se exporta água. Por outro lado, a estiagem em todo o Nordeste brasileiro já tem mais de 5 anos, e os reservatórios da maioria das nossas UHEs e PCHs vem se mantendo cronicamente baixos desde o apagão elétrico no governo FHC, em 2002. São 15 anos de chuvas abaixo das médias históricas anteriores ao ano 2000.

Em dias quentes e secos, ficar exposto ao sol próximo do meio dia é uma experiência muito desagradável. Já sob a sombra de uma árvore é bem agradável. Imagine então o que sofre uma imensa região quando grande parte de sua vegetação nativa é derrubada. Se da Amazônia vem os “rios voadores”, o Cerrado, com altitude média próxima de mil metros, é a caixa d’água das regiões Sudeste e sul do Brasil. O bioma Cerrado, correspondente a cerca de 25% do território do Brasil, é considerado um dos mais

ameaçados do mundo devido à rápida expansão do cultivo mecanizado de extensas culturas anuais em monocultura, como soja, milho e algodão, a abertura descontrolada de novas áreas de pastagem, bem como plantios florestais não perenes para produção de celulose e carvão vegetal. Em decorrência dessas atividades, muitas vezes praticadas de forma predatória, o desmatamento no Cerrado atingiu cerca de 30 mil quilômetros quadrados por ano, ou seja, 1,5% de sua vegetação é derrubada todos os anos. Atualmente (2016) restam apenas 50% da vegetação natural deste bioma, que levou milhões de anos para se consolidar (Miccolis, 2016). Neste contexto, é crucial reflorestar o Cerrado, pois as nascentes das principais bacias hidrográficas do Brasil têm origem nele. A derrubada indiscriminada do Cerrado também diminui a população das abelhas e acaba com a biodiversidade em geral.

ALTERNATIVAS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA LIMPA NO BRASIL

O Brasil foi abençoado em recursos hídricos, bem como tem uma longa tradição no projeto, construção e utilização de UHEs e PCHs para gerar eletricidade (Tolmasquim, 2003; de Sá, 2009). Há muitas publicações e relatórios técnicos na literatura sobre este assunto (ver: www.eletrobras.gov.br/EM_biblioteca e www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf). Na elaboração de projetos envolvendo UHEs e PCHs são necessários conhecimentos de hidráulica, mecânica, engenharias civil e elétrica, bem como de geologia, topografia, hidrologia, hidrografia e meio ambiente. Foge ao escopo deste artigo tratar de um assunto tão vasto e complexo. E, para a implementação das mesmas é necessário o envolvimento de empresas especializadas e um grande investimento financeiro. Adicionalmente, em função dos alagamentos associados às UHEs e PCHs, muitos não as consideram como opções sustentáveis. Assim, neste trabalho será abordado apenas o tema Turbinas Hidrocinéticas (THCs), que é uma opção bem mais barata para se gerar eletricidade a partir de correntes fluviais e marítimas. A ênfase será sobre THCs fluviais, que são mais adequadas para atender pequenas comunidades rurais e vilas situadas em áreas remotas próximas de rios.

As THCs fluviais (Els, et al., 2003), conforme ilustrado na Figura 2 (Levy-Neto e Ferreira, 2016), geram eletricidade a partir da energia cinética de rios e correntezas com velocidade superior a 1 m/s (um metro por segundo), sem a necessidade de ser construir barragens e reservatórios. Ou seja, a sua implantação não envolve alagamentos nem a alteração no curso de rios. Elas trabalham submersas na correnteza de um rio e, em relação à superfície do curso da água, seu eixo principal pode ser dos tipos: horizontal (Fig. 2), vertical (Hamann Energy, 2017) ou inclinado. Sua fabricação é relativamente simples e de baixo custo, fato que vai ao encontro às necessidades de geração descentralizada de eletricidade em comunidades ribeirinhas isoladas.

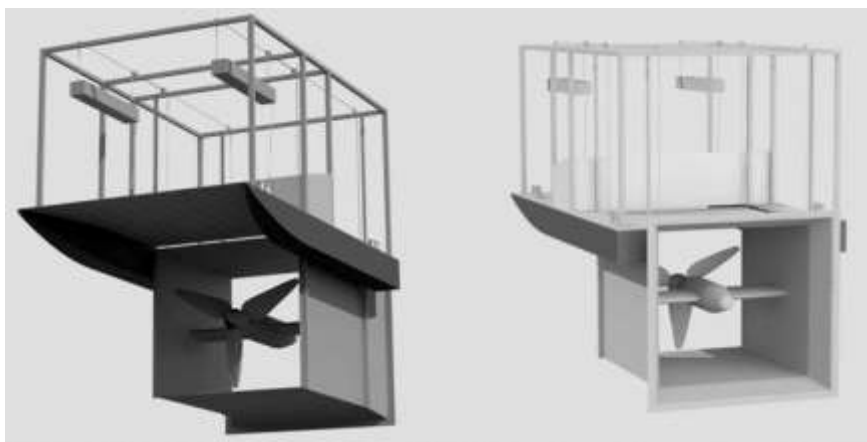


Figura 2 – Turbina Hidrocinética (THC) de eixo Horizontal (Levy-Neto e Ferreira, 2016)

Outra forma de gerar eletricidade limpa no Brasil, sem criar praticamente nenhum impacto ambiental, é cobrir uma parcela dos reservatórios das UHEs e PCHs existentes com painéis fotovoltaicos (FV) flutuantes, conforme mostrado na Figura 3.



Figura 3 – Esquema de distribuição de painéis FV no reservatório de uma UHE

A UHE de Itaipu, por exemplo, com área alagada de 1350 Km², potência instalada de 14 GW, produziu em média **93,6** TWh/ano entre 2010 e 2016. Se cerca de **40%** desta área fosse coberta com painéis FV, com potência nominal por m² de 140 W/m², seriam gerados os mesmos **93,6** TWh/ano. Já descontadas as horas em que não há luz solar (nos cálculos foi considerado que os 140 W/m² se mantém, em média, por um período de 5 horas por dia), e já consideradas, dentre outras, as perdas de energia para conversão da corrente contínua (CC) dos painéis FV em corrente alternada (CA). E, como essa energia é equivalente à que Itaipu produz, em períodos de seca é possível diminuir a vazão das turbinas, para economizar água, e compensar a diminuição da energia hidroelétrica com a geração FV. Ou até adaptar Itaipu para funcionar como uma UHE reversível, usando a

geração FV para bombear de volta ao reservatório, a água que desce para acionar as turbinas.

PROPOSTAS DE SOLUÇÃO PARA AS CRISES AMBIENTAL, HÍDRICA E ENERGÉTICA DO DF

De acordo com Primavesi (1992): “no Cerrado, as pastagens rigorosamente limpas não oferecem sustento para o gado durante a seca”. O ideal é conservar a vegetação nativa do Cerrado o máximo possível. Mas, se for inevitável, ao se derrubar as matas do Cerrado isso deve ser feito: “deixando de 30 em 30m uma faixa de 10 a 15 m de cerrado em pé, que não somente serve de quebra-vento, mas igualmente oferece suplemento e sombra para o gado. Com sombra o gado ganha 30% mais peso que em pasto limpo (Primavesi, 1992). Analogamente, como os quebra-ventos servem de abrigo para pássaros, os quais naturalmente controlam as pragas das lavouras e pomares, o mesmo vale nas culturas para produzir-se alimentos. Adicionalmente, além de frearem os ventos, as faixas de floresta nativa são fontes de flores para a criação de abelhas (Primavesi, 1992). Usando-se técnicas agroflorestais é possível conciliar a recuperação acelerada de áreas rurais degradadas, p.ex. pastos e extensões de terras com monoculturas de soja abandonados, transformando-as em locais para a produção de alimentos, mesclada com diferentes espécies vegetais, que promovem a recomposição de uma biodiversidade saudável e freiam os ventos, conforme ilustrado na Figura 4.



Figura 4 – Exemplo de uma agrofloresta com diferentes culturas e barreira de vento

Entre 2000 e 2016 o Brasil derrubou uma área equivalente a quatro estados do Rio de Janeiro de biomas naturais. Os biomas originais como a Amazônia, Caatinga, Cerrado, e

Mata Atlântica são benéficos ao meio ambiente e nos protegem tanto das enchentes bem como das secas. Mas, quando são substituídos por pastos e monoculturas, outros problemas são criados. Cerca de 20% das nossas terras férteis foram transformadas em pasto degradado e no Brasil, atualmente, há mais bovinos que humanos. O Brasil é um grande exportador de carne, mas à custa de derrubar imensas florestas e degradar grande parte de seu território. Com isso, muitos rios importantes estão secando. Por exemplo, o Araguaia e o São Francisco. A ciência já demonstrou que o consumo de carne está diretamente associado ao câncer colorretal e aos ataques cardíacos (OMS, 2018). Muito do que é produzido nas monoculturas de soja é para alimentar gado. É muita área mobilizada para produzir algo que prejudica a saúde humana. E há mais dois aspectos importantes nesta questão:

1 - Se em duas áreas de terra, de mesma dimensão e condições climáticas equivalentes, forem cultivados: (i) alimentos vegetais, direto para consumo humano (arroz, feijão, milho, frutas, verduras, etc.); e (ii) um pasto para criar animais, que depois serão abatidos para produzir carne, no caso (i) alimenta-se no mínimo seis vezes mais pessoas Christofidis (2006). Isso porque, em cada etapa da cadeia alimentar (por exemplo: luz do sol →capim→carne), o rendimento energético varia entre 10% e 17%, ou seja, há uma perda de 83% a 90%. Neste caso, em regiões nas quais a maior parte da população é vegetariana, a área ocupada por florestas pode aumentar consideravelmente.

2 - Pastos são precursores (ou berçários) de desertos, pois as raízes do capim são muito rasas, e não ajudam as chuvas penetrarem na terra e irem para o subsolo, onde estão os lençóis freáticos e aquíferos. A água das chuvas escorre e ainda carrega os nutrientes da terra, até chegar nos rios, e depois no mar, roubando a fertilidade dos solos. Só as árvores, que tem raízes profundas, facilitam a ida da água das chuvas para os aquíferos. E isso, em particular, é muito acentuado no Cerrado e na floresta amazônica. A seca nas regiões Sul e Sudeste, no vale do rio São Francisco, e na Bacia do Araguaia, tem muito a ver com o desmatamento do Cerrado. E no Cerrado, onde os períodos de seca, nos invernos, coincidem com os de ventos mais intensos, 70% da água de irrigação é evaporada quando não há quebra ventos (Primavesi 1992).

No caso (i), do aspecto 1 acima, as etapas são: Luz do Sol → Fotossíntese → Alimento Final. No caso (ii) tem uma etapa a mais (luz do sol →capim→carne), que consome grande parcela de energia, compacta a terra, e cria condições para a desertificação de regiões onde antes existiam florestas. Adicionalmente, de acordo com Christofidis (2006), gasta-se 7000 litros (l) de água para se produzir 1 Kg de carne bovina, e 4000 l para 1 Kg de carne suína. Ao passo que na produção de 1 Kg de trigo e milho gasta-se 1000 l. Sete vezes menos água que no caso da carne bovina. E, para produção de 1Kg de arroz ou soja, gasta-se 2000 l. Assim, tanto no aspecto energético, bem como no uso de solo e consumo de água, é bem mais ecológico alimentar-se de vegetais do que de carne. Portanto, quando nos tornamos vegetarianos, ou reduzimos o consumo de carne, um ciclo virtuoso é criado. Usa-se menos terra de cultivo, consome-se bem menos água, e pode-se reflorestar os biomas naturais (Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica), e, com isso, passa-se a ter, simultaneamente, menos problemas de enchentes e secas. As florestas

absorvem e armazenam as chuvas torrenciais, e transpiram umidade durante as estiagens. Ou seja, regulam o clima. Em um país como o Brasil, que produz 70% de sua energia elétrica em usinas hidroelétricas (UHEs), a preservação das florestas deveria ser uma questão de segurança nacional.

No Brasil há uma área equivalente ao estado de São Paulo de pastos abandonados. E, conforme uma pesquisa coordenada por Miccolis, e apresentada no formato de Guia Técnico de Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais (SAFs, Miccolis, 2016), é possível recuperar áreas degradadas com opções de SAFs voltados para diferentes contextos e condições ambientais. De forma bastante sintética são elas: Sistemas Silvipastoris e Agrossilvipastoris, ambos recomendados ao semiárido cearense, sendo que o segundo valoriza a interação entre os componentes animal, agrícola e florestal; Sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF), preconizados pela EMBRAPA; Quintais Agroflorestais, para pequenas propriedades rurais; e Agroflorestas Biodiversas Sucessionais ou regenerativas, desenvolvidas por Ernest Gotsch, com experiências promissoras na Caatinga, no Cerrado, na Mata Atlântica e na Amazônia.

Um outro procedimento que economiza água e contribui para reduzir enchentes é a captação da chuva que desce pelas calhas dos telhados, conforme mostra-se na Figura 5. A água de chuva, após uma filtragem simples com peneira, pode ser usada para: irrigação (70% do consumo de água no Brasil é usado em irrigação); descarga de vasos sanitários; lavar roupas, pisos e veículos, dentre outros usos não potáveis. No Japão, e em muitos outros países, economiza-se cerca de 30% de água, através do uso de água de chuva e de água cinza já servida (i.e. reciclada).

Com exceção do sertão do Nordeste, na maioria das regiões do Brasil ainda chove mais que 1000 (mil) litros de água por metro quadrado (m^2) por ano. Na região que engloba Sul de Minas, Leste de São Paulo e Rio de Janeiro a chuva acumulada anualmente varia de 1500 a 2000 litros/ m^2 (Tomaz, 2003). Assim, de um telhado de 100 m^2 (10 m por 10 m) pode-se obter mais 100 mil litros anualmente. O suficiente para suprir toda a água de uma família de 4 a 5 pessoas, durante um ano. Adicionalmente, as chuvas torrenciais podem causar inundações e outros transtornos locais se não forem contidas. Assim, simultaneamente, se reduz os problemas das secas e das enchentes.

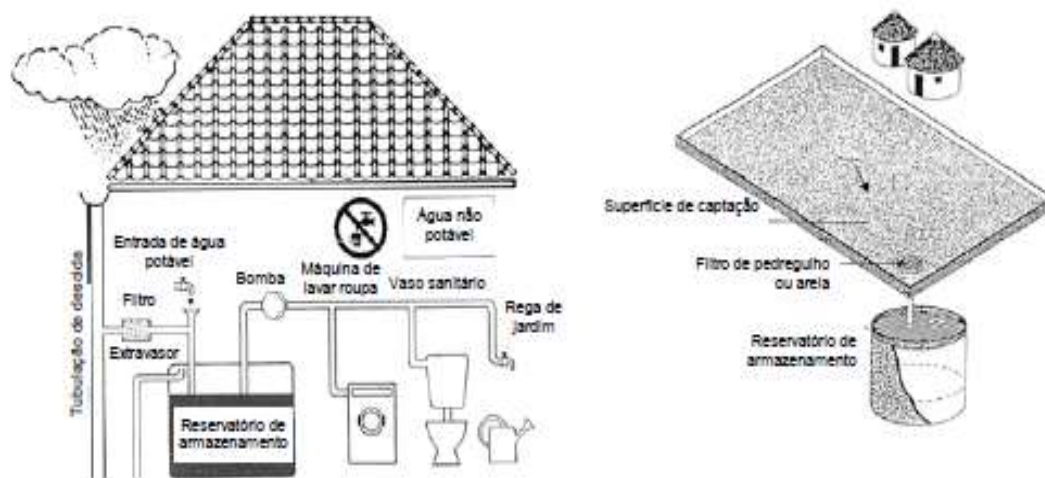


Figura 5 – Armazenamento de água de chuva e abastecimento de uma piscina

CONCLUSÃO

Este trabalho se propôs a apresentar os mecanismos subjacentes à ocorrência das chuvas no Cerrado, e outras regiões brasileiras mais ao sul, bem como apontar fatores que vêm contribuindo para a redução das precipitações nestas áreas. A partir das informações obtidas por Campos (2018), sobre o decréscimo contínuo da precipitação pluviométrica média no Cerrado nos últimos 40 anos (diminuição de 8,3% medida entre 1977 e 2010, e a recente crise hídrica no DF); e do fato de que cerca de 20% da floresta Amazônia nativa já foi destruída, também nos últimos 40 anos, há uma indicação de que a destruição da Amazônia e o desmatamento do Cerrado vêm contribuindo negativamente para as chuvas do Cerrado. A correlação temporal entre a derrubada das florestas nestas regiões, e a redução nas precipitações no Cerrado reforça esta conclusão.

Neste contexto, para que a degradação ambiental (“Caatingação” do Cerrado) não prossiga, prejudicando a biodiversidade, a disponibilidade de água, a produção de alimentos, e a geração de eletricidade nas UHE já existentes, é necessário que as medidas propostas neste estudo e sintetizadas a seguir, dentre outras que possam complementá-las, sejam postas em prática. Tais medidas são urgentes, dado que, conforme vem sendo divulgado em notícias recentes, e o desmatamento na Amazônia cresceu 14% entre julho de 2017 e agosto de 2018.

Para a preservação ambiental são essenciais as medidas: (i) implantação de SAFs nos pastos abandonados para restaurar essas áreas degradadas (equivalente a um estado de SP), dado que o principal agente de estabilização climática natural são as florestas; (ii) introdução de barreiras de vento nas monoculturas (no Cerrado, os ventos mais fortes coincidem com os períodos de estiagem, no inverno); e (iii) redução no consumo de carne vermelha, hábito que aumenta a chance de câncer nos intestinos, para que a demanda por criação de novos pastos (berçários de desertos) seja desestimulada. E, para preservar a

disponibilidade de água e geração de energia elétrica nas UHEs existentes: (iv) captar e armazenar mais água de chuva (também para minimizar a ocorrência das enchentes nos meios urbanos e rurais; e (v) utilização de painéis FV flutuantes nos reservatórios da UHEs e maior uso de THCs nas correntezas dos rios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos, J. de O., Variabilidade da Precipitação no Cerrado e sua Correlação com a Mudança no Uso da Terra. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2018.
- Christofidis, D., Um Olhar Sustentável sobre a Água. Em Água como matriz ecopedagógica, de Catalão V.L. e Rodrigues, M.S. (organizadoras). Edição do Departamento de Ecologia da UnB, Brasília, 2006.
- Conti, J.B., Clima e Meio Ambiente. Atual Editora, São Paulo, 2011.
- de Sá, C.M., Micro, Mini e PCHs. Editora da PUC Goiás, Goiânia, 2009
- Els, R.H.van; Campos, C.de O.; Henriques, A.M. D.; Balduino, L.F., Hydrokinetic turbine for isolated villages. PCH Notícias e SHP News. 2003.
- Hamann Energy - Turbinas Hidrocinéticas S/A, Informações Técnicas, compartilhadas pelo Eng. Wagner Lapa Pinheiro. Florianópolis, SC, 2017;
- Legan, L., Soluções Sustentáveis – Uso da Água na Permacultura. Calango Editora, Pirenópolis - GO, 2007
- Levy-Neto, F.; e Ferreira, G.V., Simulation of the Mechanical Behavior of a Composite Hydrokinetic Turbine Blade. BCCM3, Brazilian Conference on Composite Materials, Gramado RS, 2016
- Miccollis, A., Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais. ICRAF, Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal. Brasília, 2016
- Moran, E.F., Meio Ambiente & Florestas. Editora SENAC, São Paulo, 2010.
- OMS, acesso 03/04/2018 em <https://nacoesunidas.org/onu-consumo-humano-de-carne-processada-e-carne-vermelha-aumentam-risco-de-cancer/>
- Primavesi, A., Agricultura Sustentável – Manual do Produtor Rural. Editora Nobel, São Paulo, 1992.
- Slywitch, E., Alimentação sem Carne. Editora Alaúde. São Paulo, 2010.
- Tomaz, P., Água de Chuva. Navegar Editora, São Paulo, 2003.
- Tolmasquim, M.T., Fontes Renováveis de Energia no Brasil. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2003;

- Wohlleben, P., A vida secreta das Árvores, GMT Editores, Rio de Janeiro, 2017.

Detecção de mudanças no território do Distrito Federal entre 2006 e 2016.

Marcos Roberto Farias Ferreira, Leandro da Silva Gregório

RESUMO

A detecção de mudanças agrega valor aos estudos de uso e ocupação do solo, uma vez que indica a evolução dos usos e da ocupação ao longo do tempo. Este trabalho tem como objetivos: identificar, quantificar e espacializar as mudanças no uso e ocupação do território do Distrito Federal, tendo como referências temporais os anos de 2006 e 2016. Para isso duas imagens do sistema *Landsat* foram utilizadas, uma do satélite *Landsat 5*, sensor TM, e uma do satélite *Landsat 8*, sensor OLI. Foram obtidas duas classificações de uso e ocupação do solo a partir da segmentação das imagens, coleta de amostras e uso do classificador Bhattacharya com uso do software SPRING. Após edição a qualidade das classificações foi aferida com o cálculo do índice Kappa, tendo obtido respectivamente 0,87 e 0,93. A detecção de mudanças foi obtida com uso do plugin Molusce para Qgis. Observou-se uma redução de 147,6 km² nas feições de Cerrado e um aumento de 172 km² na área urbana.

Palavras-chave: detecção de mudanças; bhattacharya; índice kappa; Distrito Federal.

INTRODUÇÃO

O uso e ocupação do solo no território do Distrito Federal tem se dado pela transformação territorial de áreas rurais em áreas urbanas e de usos agrícolas em usos urbanos, em um processo acelerado de urbanização. Esse é o Período Contemporâneo, marcado pela periferização com segregação socioespacial, de acordo com Paviani (2007, p. 11-12).

Nesse contexto, a detecção de mudanças agrega valor aos estudos de uso e ocupação do solo, uma vez que indica a evolução dos usos e da ocupação do território ao longo do tempo a partir da comparação de produtos de sensoriamento de uma mesma área e de datas diferentes.

Este trabalho tem como objetivos: identificar, quantificar e espacializar as mudanças no uso e ocupação do território do Distrito Federal, tendo como referências temporais os anos de 2006 e 2016. Para isso foram geoprocessadas duas imagens do sistema Landsat

com uso integrado dos SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) SPRING, ArcGis e QGis.

IMPORTÂNCIA DA INTEGRAÇÃO S.R. E SIG PARA ESTUDOS EMBASADOS EM GEOPROCESSAMENTO

SIG e Sensoriamento Remoto estão cada vez mais amalgamados (BLASCHKE, GLÄSSER E LANG, 2007, p. 12). Ehlers (2007, p. 19) afirma que tem aumentado nos últimos anos a quantidade de sistemas de sensoriamento remoto capazes de gerar dados para integração com SIGs. Os Sistemas de Informação Geográfica e a detecção remota desempenham uma função importante no fornecimento de informações valiosas em estudos espaço temporais (IBRAHIM e LUDIN, 2015).

Para Demers (2009, p.19-20), um SIG é composto de um conjunto orquestrado de partes, as quais permitem o processamento de múltiplas tarefas inter-relacionadas. Essas partes incluem *hardware* e *software*, organizações e seus espaços de atuação, profissionais que utilizam o sistema com variados níveis e capacidades, dados e informações operados pelo sistema, clientes que obtém e utilizam produtos derivados do SIG, fornecedores de *hardware* e *software*, e outros sistemas (financeiro, institucional e legal) com os quais o SIG interage (DEMERS, 2009, p.19, 20).

Segundo Menezes (2012, p. 1), o termo sensoriamento se refere a uma tecnologia de aquisição automática de dados voltada para o levantamento e monitoramento de recursos terrestres em escala global. Novo (2008, p. 4) define sensoriamento remoto como a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas diversas manifestações.

Essa integração entre SIG e sensoriamento remoto tem se mostrado essencial para a geração de dados atuais, bem como para a atualização de dados já existentes, em função de necessidades de planejamento e gerenciamento, os quais demandam informações espaciais constantemente atualizadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizadas duas imagens dos sistema Landsat, uma do sensor TM (Landsat 5) referente ao ano 2006 e a outra do sensor OLI (Landsat 8) referente ao ano 2016, ambas do mês de julho por se tratar do período seco e apresentar baixa cobertura de nuvens. A classificação de deu pela aplicação do classificador Bhattacharya presente

no software SPRING. Enquanto que a detecção de mudanças foi proporcionada pelo uso do plugin Molusce para QGIS. Conforme fluxograma:

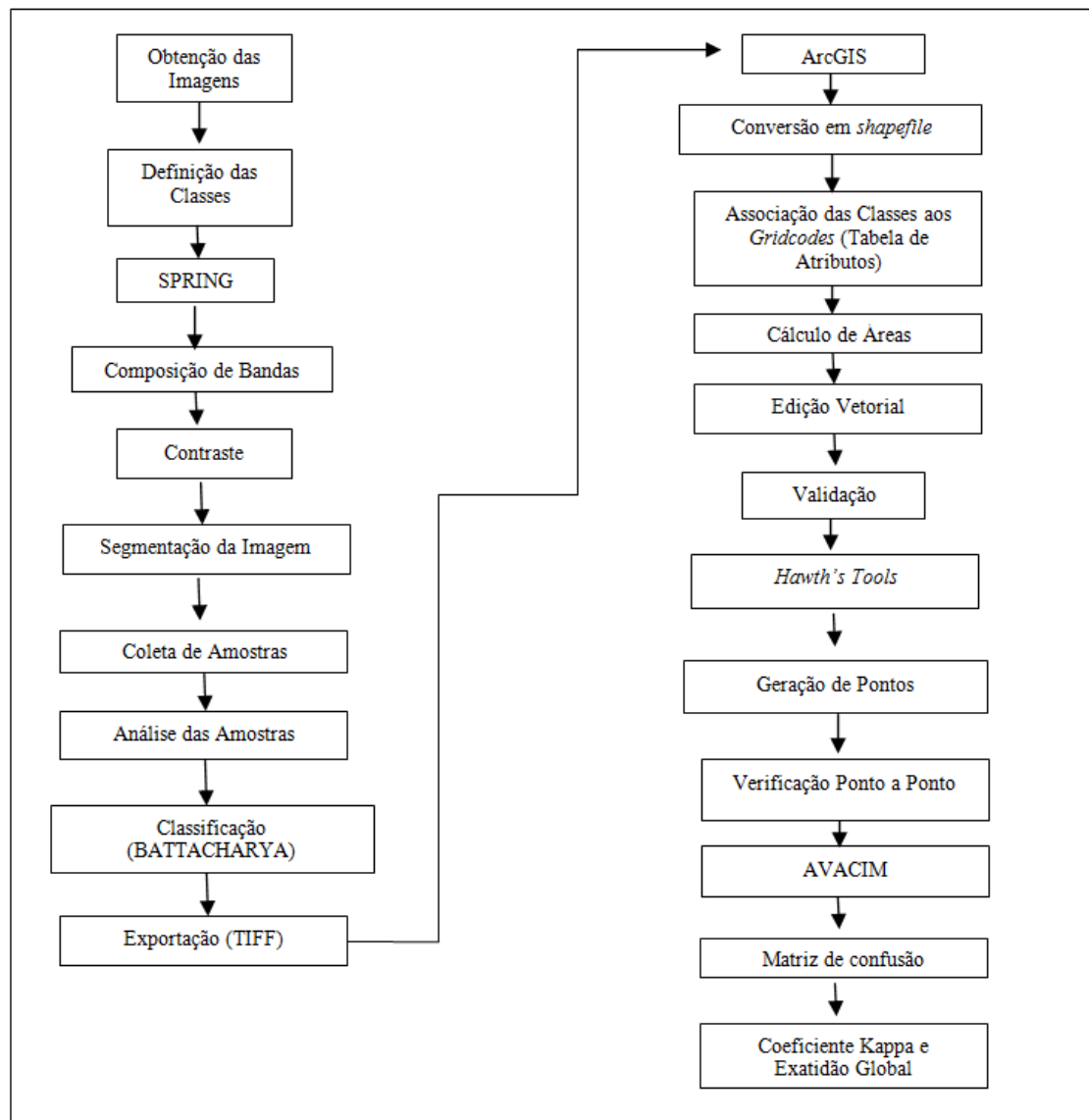


Figura 1: Fluxograma de Procedimentos Metodológicos de Classificação.

A imagem do sensor TM, referente ao ano 2006, foi registrada a partir da imagem do sensor OLI, referente ao ano 2016, uma vez que essa última é ortorretificada.

As classes de uso e ocupação do solo foram delimitadas em: Agricultura; Água (Massa D'Água); Campestre (Formação Campestre); Savânico (Formação Savânica); Florestal (Formação Florestal); Gramínea (Gramíneas e Pastagens); Mineração; Queimadas (Áreas Queimadas); Reflo (Reflorestamento); SoloExp (Solo Exposto), Urbana (Manchas Urbanas Edificadas com Predominância de Construções e Edificações Isoladas).

O classificador Bhattacharya é fundamentado na informação espectral de cada pixel para encontrar regiões homogêneas nas imagens com uso de segmentação. A composição de bandas utilizada foi a 5(R) 3(G) 2(B) para a imagem do sensor TM e 5(R) 6(G) 4(B) para a imagem do sensor OLI, com contraste em cada um dos canais (vermelho, verde e azul). Todas as etapas de classificação foram realizadas no software SPRING.

A edição consistiu das seguintes etapas: conversão do arquivo no formato TIFF para o formato *shapefile*, edição por vetorização em tela, e a cada edição realizada as feições eram clipadas para evitar sobreposições e/ou vazios.

Para a aferição da qualidade da classificação foram gerados por meio do *plugin Hawth's Tools* para Arcgis os pontos para verificação, na proporção de 1 ponto para cada 1 Km² por classe, em um total de 5785 pontos para cada ano. Esse critério foi estabelecido para que houvesse uma proporcionalidade de cada classe em relação a área total do território do Distrito Federal.

Congalton (1991, p. 35) salienta que diante da complexidade da classificação digital, é mais que necessário que a confiabilidade dos dados resultantes seja avaliada. A avaliação da acurácia ou validação da precisão é um componente chave de qualquer dado espacial utilizado (Congalton, 2001, p. 321).

Os pontos foram conferidos individualmente com as imagens *Landsat* e foi elaborada a matriz de confusão das amostras. Os cálculos de qualidade foram efetuados no aplicativo AVACIM – Avaliador de Classificação de Imagens (Prina, 2014), conforme fórmulas indicadas abaixo:

$$\begin{aligned} \text{Erro de Inclusão} &= \frac{1 - (\text{Diagonal Principal})}{\Sigma \text{ total (referência)}} \\ \text{Erro de Omissão} &= \frac{1 - (\text{Diagonal Principal})}{\Sigma \text{ total (classificação)}} \\ \text{Exatidão Global} &= \frac{\Sigma \text{ Diagonal Principal}}{\Sigma \text{ de todos os dados}} \\ Q &= \frac{\Sigma \text{ da coluna classificação}(i) * \Sigma \text{ da linha de referência}(i)}{\Sigma \text{ de todos os dados}} \\ K &= \frac{D - Q}{T - Q} \end{aligned}$$

Figura 2: Fórmulas dos índices de qualidade. Fonte: Prina (2014).

Onde, de acordo com Prina (2014, p. 3), "K" é o coeficiente Kappa, "Q" é a concordância entre a classificação e os dados de referência, "D" é o total de correto que foi obtido com a classificação e "T" é o total de dados da amostra.



Figura 3: Fluxo de procedimentos realizados no AVACIM. Fonte: Prina (2014).

Segundo Landis e Koch (1977, p. 165), trabalhos temáticos podem ser classificados quanto à qualidade, com base no índice Kappa, de acordo com a Tabela 2:

Índice Kappa (k)	Nível de Concordância
$k < 0$	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,21 \leq k \leq 0,4$	Razoável
$0,41 \leq k \leq 0,6$	Bom
$0,61 \leq k \leq 0,8$	Muito bom
$0,81 \leq k \leq 1,0$	Excelente

Tabela 2 – Qualidade Baseada no Índice Kappa. Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977).

A metodologia de detecção de mudanças seguiu o seguinte fluxograma:

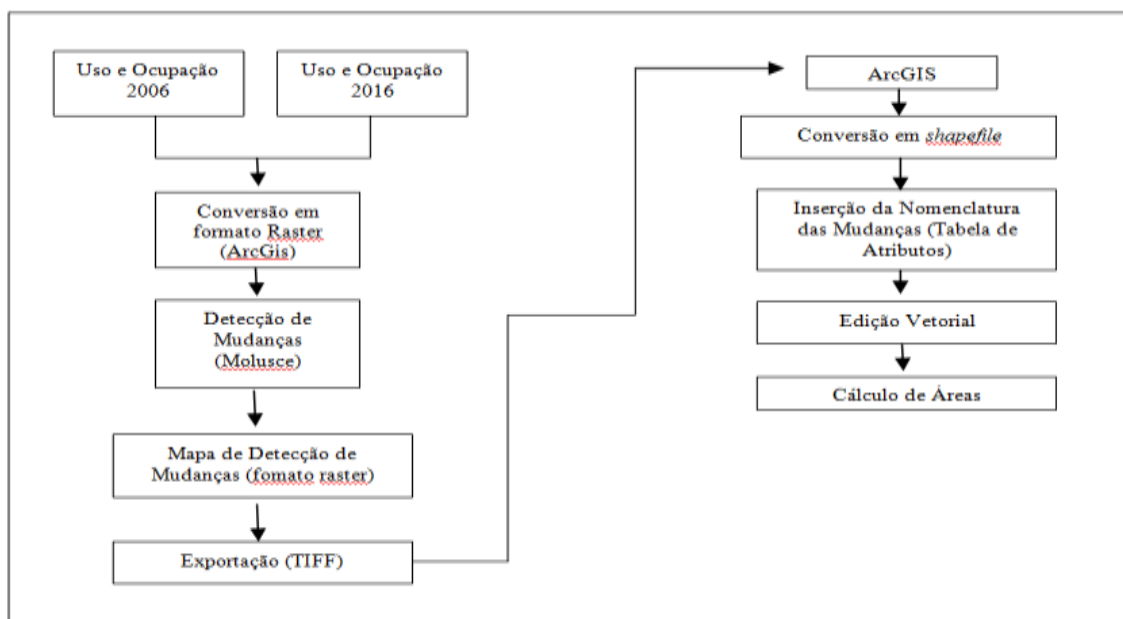


Figura 4: Fluxograma de Procedimentos Metodológicos de Detecção de Mudanças.

Para a detecção das mudanças nesses dois arquivos, utilizou-se o plugin Molusce para QGis, o qual identifica as mudanças ocorridas no território a partir de dois arquivos temáticos de uso e ocupação do solo. Para isso é necessário que os arquivos estejam em formato raster, e que sejam associados números às classes, conforme Tabela 3:

Classe	Número	Classe	Número
Agricultura	1	Queimadas	7
Água	2	Reflorestamento	8
Campestre	3	Savânico	9
Florestal	4	Solo Exposto	10
Gramínea	5	Urbana	11
Mineração	6		

Tabela 3 – Números Atribuídos às Classes

A partir do processamento dessa ferramenta foi gerado o mapa de detecção de mudanças em formato raster. Esse resultado foi exportado no formato TIFF para edição no ArcGis. Para isto, o método utilizado para correção nesse software consistiu das seguintes etapas: conversão do arquivo no formato TIFF para o formato *shapefile*, inserção da nomenclatura das mudanças na tabela de atributos mediante a criação de um campo específico, edição por vetorização em tela e alteração na tabela de atributos, e a cada edição realizada as feições eram clipadas para evitar sobreposições e/ou vazios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação de uso ocupação do solo referente ao ano 2006 está apresentada a seguir na Figura 5:

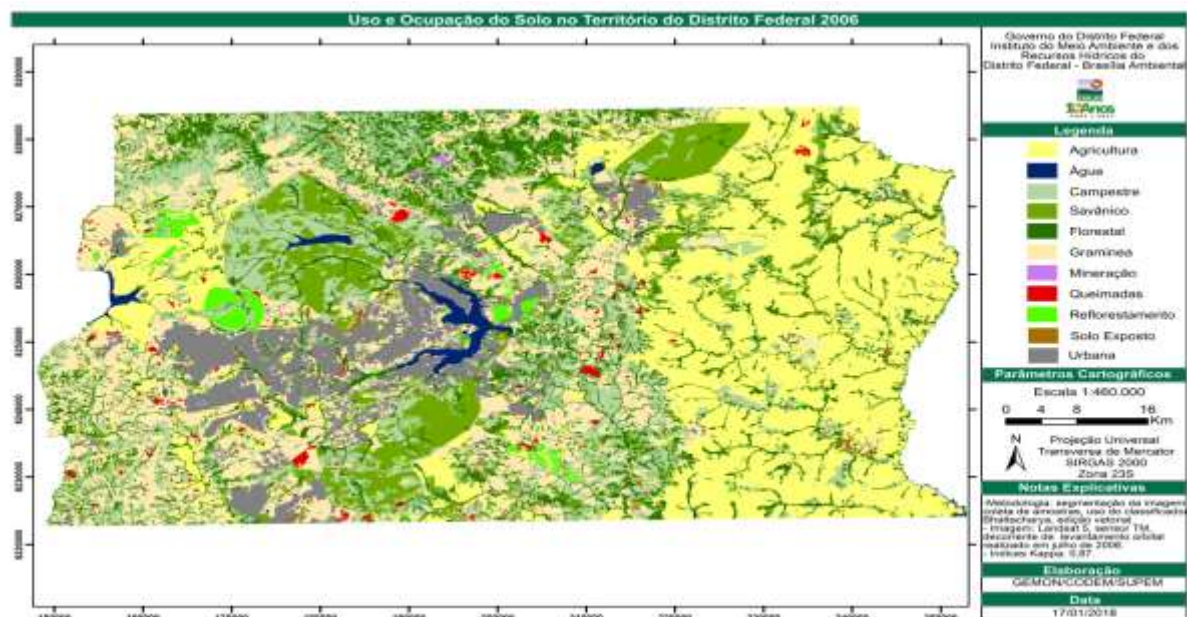


Figura 5 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo 2006.

Para o ano 2016 foi obtido o seguinte resultado:

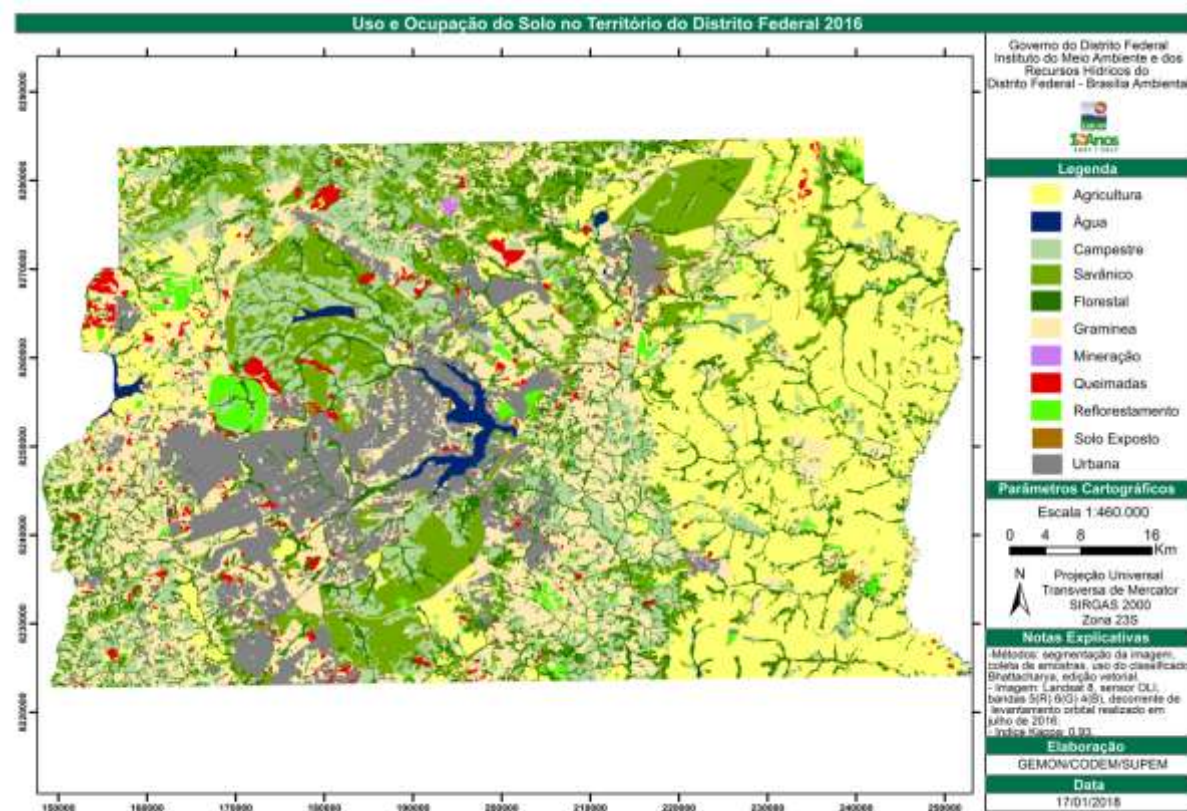


Figura 6 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo 2016.

As áreas das classes estão inseridas na Tabela 5:

Classe	Área (Km ²)-2006	Área (Km ²)-2016
Agricultura	1597	1439
Água	61,75	58,24
Campestre	964,8	681,7
Florestal	742,9	628,5
Gramínea	1141	1212
Mineração	2,76	3,33
Queimadas	42,47	97,97
Reflorestamento	68,07	98,42
Savânico	622,6	872,5
Solo Exposto	41,65	20,91
Urbana	505,1	677,1

Tabela 5 – Áreas das Classes.

O cálculo coeficiente Kappa apontou como resultados 0,93 para a classificação do ano 2006 e 0,87 para a classificação do ano 2016, enquanto que a exatidão global foi de 0,94 e 0,89 respectivamente.

O resultado obtido com uso do Molusce está apresentado a seguir:

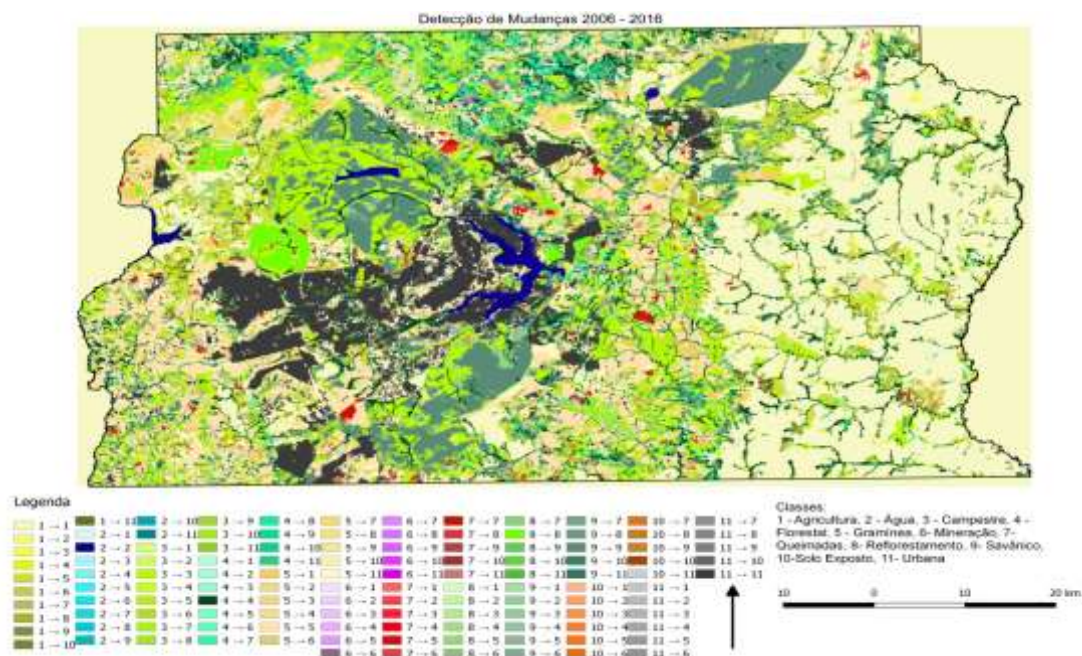


Figura 7 – Mapa de Detecção de Mudanças Gerado no Molusce.

A edição do resultado permitiu a identificação das feições que se mantiveram nos arquivos de uso e ocupação, as quais foram agregadas em uma única classe denominada Não Mudança. O resultado final pós edição está indicado na Figura 8:

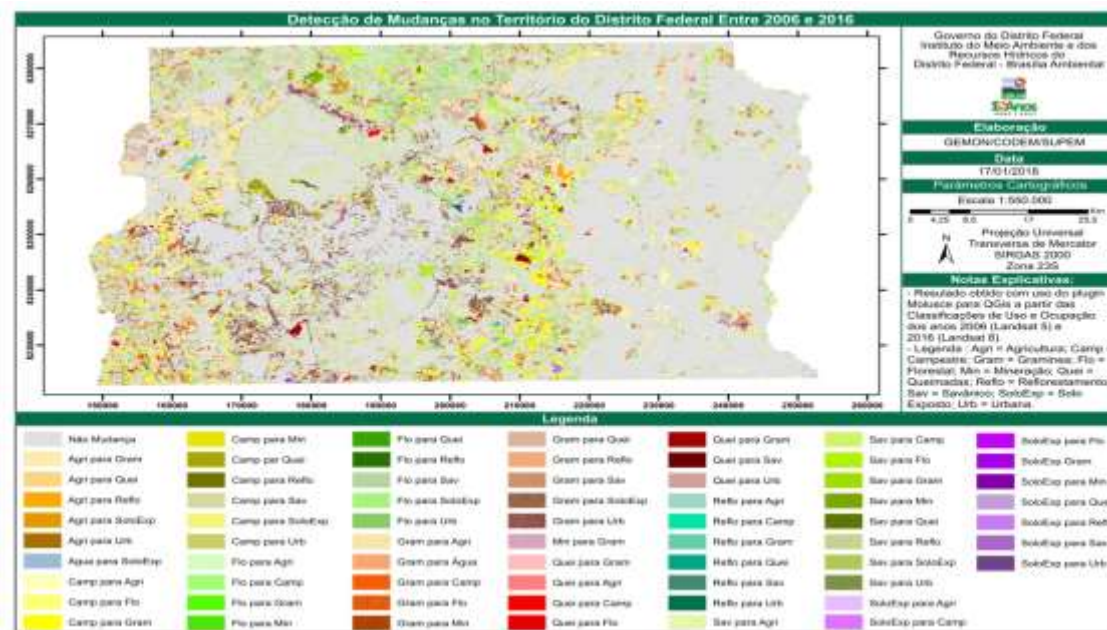


Figura 8 – Mapa de Uso e Detecção de Mudanças Pós Edição.

As áreas das mudanças identificadas estão inseridas na Tabela 6:

Mudança	Área (Km²)	Mudança	Área (Km²)
Savânico para Mineração	0,0072	Solo Exposto para Urbana	6,4926
Solo Exposto para Mineração	0,0648	Savânico para Queimadas	7,1577
Queimadas para Gramínea	0,108	Savânico para Urbana	8,6085
Florestal para Mineração	0,2421	Savânico para Agricultura	9,7371
Reflorestamento para Campestre	0,3915	Agricultura para Queimadas	10,53
Gramínea para Mineração	0,486	Reflorestamento para Gramínea	10,97
Campestre para Mineração	0,4914	Solo Exposto para Gramínea	15,53
Solo Exposto para Queimadas	0,5202	Gramínea para Reflorestamento	16,76
Gramínea para Água	0,5319	Campestre para Urbana	18,67
Mineração para Gramínea	0,66	Queimadas para Gramínea	19,92
Solo Exposto para Florestal	0,9171	Agricultura para Reflorestamento	20,82
Reflorestamento para Queimadas	0,9225	Florestal para Urbana	20,92
Solo Exposto para Reflo	0,9378	Agricultura para Urbana	22,92
Savânico para Solo Exposto	0,9513	Campestre para Queimadas	25,96
Reflorestamento para Savânico	1,0467	Florestal para Agricultura	29,79
Reflorestamento para Agricultura	1,0521	Savânico para Gramínea	35,96
Queimadas para Florestal	1,1799	Campestre para Agricultura	37,75
Florestal para Solo Exposto	1,368	Gramínea para Florestal	38,51
Savânico para Reflorestamento	1,4715	Gramínea para Queimadas	42,22
Agricultura para Solo Exposto	2,4642	Campestre para Florestal	44,76
Florestal para Reflorestamento	2,4723	Florestal para Campestre	54,66
Solo Exposto para Savânico	2,7234	Florestal para Gramínea	62,15
Queimadas para Savânico	2,7612	Gramínea para Savânico	71,56
Reflorestamento para Urbana	3,1113	Gramínea para Agricultura	72,14

Queimadas para Agricultura	3,285	Savânico para Campestre	73,13
Campestre para Solo Exposto	3,3138	Savânico para Florestal	79,5
Solo Exposto para Campestre	3,5883	Gramínea para Campestre	80,87
Solo Exposto para Agricultura	4,0194	Florestal para Savânico	137,2
Queimadas para Urbana	4,0257	Gramínea para Urbana	137,4
Água para Solo Exposto	4,3911	Agricultura para Gramínea	170,7
Gramínea para Solo Exposto	4,7601	Campestre para Gramínea	183
Florestal para Queimadas	5,2137	Campestre para Savânico	212,4
Campestre para Reflorestamento	6,1335	Não Mudança	3939,0
Queimadas para Campestre	6,1533	TOTAL	5789,46 22

Tabela 6: Áreas das mudanças identificadas.

Em uma área de 3939,00 km² não ocorreram mudanças no uso e ocupação do solo e observou-se uma redução de 147,6 km² nas feições de Cerrado (Campestre, Savânico e Florestal). Houve redução de 283,1 km² referente à feição Campestre. A feição Florestal reduziu 114,4 km². Já a feição Savânico aumentou em 249,9 km².

A redução das feições Campestre e Florestal são compatíveis com avanços da antropização no Distrito Federal, com conversão de áreas naturais em áreas urbanas, áreas agricultáveis, queimadas e mineração indicados na Figura 8 e na Tabela 6 acima.

O aumento da feição Savânico é explicável pela mudança de áreas mapeadas como Florestal em 2006 para Savânico em 2016, em virtude de uma menor densidade de árvores nessas áreas no ano de 2016. Dessa forma, o padrão dessas áreas foi identificado como de feição Savânica.

Também houve alteração de Campestre para Savânico, implicando em aumento da feição Savânico. Nesse caso o padrão dessas áreas foi identificado como de feição Savânica em virtude de um aumento de indivíduos de espécies arbustivas.

Foi identificada uma redução de 158 km² na feição agricultura, explicada pela conversão em gramíneas, áreas urbanas e queimadas. Há um aumento de 172 km² na área urbana. E a feição água reduziu em 3,51 km², uma indicação da crise hídrica iniciada no ano de 2016.

Ressalta-se que no presente trabalho foi efetuada a classificação pixel a pixel por meio do classificador Bhattacharya, a partir da segmentação da imagem e coleta de amostras, com uso do software SPRING, seguido de edição vetorial no software ArcGIS, o que permitiu o refinamento da classificação. As quais tiveram a qualidade aferida pelo cálculo do coeficiente Kappa, tendo como resultados 0,93 para a classificação do ano 2006 e 0,87 para a classificação do ano 2016, ambas enquadradas como excelente quanto ao nível de concordância conforme Tabela 1 acima.

CONCLUSÃO

A classificação realizada no software SPRING, em função da variedade de comportamentos espectrais dos alvos na área de estudo e das características dos algoritmos de classificação, mesmo com a segmentação da imagem apresentou erros de omissão e comissão. A omissão gera uma classe subestimada, enquanto que no erro de comissão a feição espectral é classificada como uma classe temática que não corresponde à realidade na superfície terrestre, sendo superestimada.

Salienta-se que as imagens do sistema landsat são úteis para o mapeamento do uso e cobertura do solo para fins de mapeamentos temáticos na escala de 1:150.000.

O processo de Edição no software ArcGis visou o aprimoramento da Classificação e da Detecção de Mudanças. Essa etapa permitiu efetuar correções de divergências entre a classificação e a imagem, reduzindo assim os erros de omissão e comissão.

O AVACIM se mostrou útil e de fácil utilização para o cálculo de índices de qualidade da classificação digital, auxiliando assim o processo de validação.

O plugin Molusce se mostrou de fácil utilização, e o processamento da detecção de mudanças foi eficiente, sem ocorrências de travamentos. Para que esse plugin seja utilizado corretamente é essencial o cuidado com a vinculação dos números às classes já que é por meio deles que se dá a identificação das mudanças, dessa forma cada classe deve ser identificada com o mesmo número nos dois arquivos de uso e ocupação utilizados para a detecção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLASCHKE, T., GLÄSSER, C., LANG, S. Processamento de Imagens num Ambiente Integrado SIG. In: Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: Novos Sistemas Sensores: Métodos Inovadores. Blaschke, T., Kux, H. (org.). Ed. 2, São Paulo. Oficina de Textos. 2007, pp. 11-18.

CONGALTON, R.G. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. Remote Sensing of Environment, 37, 1991, pp. 35-46. Disponível em:

< https://www.researchgate.net/profile/Russell_Congalton/publication/222467662_A_review_of_assessing_the_accuracy_of_classifications_of_remotely_sensed_data/links/53f630600cf2888a74932102.pdf>.

CONGALTON, R.G. Accuracy assessment and validation of remotely sensed and other spatial information. International Journal of Wildland Fire, 10, 2001, pp. 321-328. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Russell_Congalton/publication/220040678_Accuracy_assessment_and_validation_of_remotely_sensed_and_other_spat

ial_information._Int_J_Wildland_Fire_10321-

8/links/53f630610cf22be01c40e90d.pdf>. Acesso em nov. 2016.

DEMERS, M. N. Fundamentals of geographic information systems. Hoboken, Wiley, 2009.

EHLERS, M. Sensoriamento Remoto para Usuários de SIG – Sistemas Sensores e Métodos: Entre as Exigências dos Usuários e a Realidade. In: Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: Novos Sistemas Sensores: Métodos Inovadores. Blaschke, T., Kux, H. (org.). Ed. 2, São Paulo. Oficina de Textos. 2007, pp. 19-38.

IBRAHIM, W.Y.W, LUDIN, A.N.M. Spatiotemporal Land Use Change Analysis Using Open-source GIS and Web Based Application. INTERNATIONAL JOURNAL OF BUILT ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY, 2(2), 2015, pp. 101-107. Disponível em: <<http://ijbes.utm.my/index.php/ijbes/article/view/64>>.

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

MENEZES, P. R.. Princípios de Sensoriamento Remoto. In: Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Menezes, P. R., Almeida, T. (org.). Brasília. UnB, CNPQ. 2012, pp. 1-33.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. São Paulo. Editora Blucher. 2008.

PAVIANI, A. Geografia Urbana do Distrito Federal: Evolução e Tendências. In: Espaço & Geografia, vol. 10, n. 1, 2007, pp. 1-22. Disponível em: <repositorio.unb.br/handle/10482/9572>. Acesso em: 21 jul. 2016.

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R.; BENEDETTI, A. C. P. AVACIM – Avaliador de Classificação de Imagens. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia (CBC), 2014, Gramado. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia (CBC), Gramado: SBC, 2014. On-line. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/4/201/CT04-6_1401799055.pdf>.

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar do Distrito Federal

Lourdes Martins de Moraes, Gabriel Ferreira da Silva Brito,
Elenice dos Santos Costa, Carlos Henrique Eça D’Almeida Rocha,
Marina Lopes Ribeiro, Fernanda Vasconcelos de Almeida

RESUMO

O monitoramento da qualidade do ar é um instrumento estratégico para nortear ações no âmbito de políticas públicas de proteção ao meio ambiente e de saúde coletiva, além de subsidiar o licenciamento ambiental. Existem várias referências recentes, inclusive de publicações da Organização Mundial da Saúde (OMS) que relacionam gastos com saúde pública, mortes prematuras e desenvolvimento de doenças graves com poluição atmosférica. Desde 2005, existe no Distrito Federal (DF) o Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar com resultados divulgados no site do Instituto Brasília Ambiental (IBRAM-DF, 2017). Dessa forma, objetiva-se avaliar a qualidade do monitoramento atmosférico realizado no território do Distrito Federal, e apresentar a nova legislação nacional relativa ao tema, a Resolução Conama nº 491 de 19 de novembro 2018.

INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade do ar é um poderoso instrumento de gestão, que permite avaliar a condições de saturação da atmosfera local em relação a determinado poluente, fazendo previsões de tendência, apontando para a necessidade de tomada de ações no âmbito de políticas públicas de proteção ao meio ambiente e à qualidade de vida das populações além de nortear o licenciamento ambiental e o planejamento urbano.

Nos últimos anos, a Organização Mundial da Saúde (OMS) tem divulgado pesquisas e estimativas de gastos e mortes relacionadas à poluição atmosférica com finalidade de estimular a tomada de ações por parte dos governos. Um modelo de simulação atmosférica estimou em 2016 que 92% da população mundial vive em locais com a qualidade do ar pior que o estabelecido pela OMS.

Desde 2005 existe no Distrito Federal o Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar coordenado e executado pelo Instituto Brasília Ambiental (IBRAM). Os resultados desse monitoramento são divulgados em seu sítio eletrônico (www.IBRAM.df.gov.br) e representam alvo de discussão a seguir.

O MONITORAMENTO DA QUALIDADE ATMOSFÉRICA NO DF

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar no Distrito Federal acumula dados desde de 2005, com alterações significativas na rede de monitoramento nesse período. Resultando em uma pequena série histórica porque há o monitoramento apenas de três poluentes: material particulado total (PTS), material particulado inalável (MP₁₀) e fumaça preta.

Além de não monitorar todos os poluentes necessários para o atendimento da legislação, a metodologia empregada com o uso de amostradores de grandes volumes (AGV) e amostradores de pequenos volumes (APV) é muito defasada. Essas metodologias, ainda que consideradas como de referência pela agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (USEPA), não permite um monitoramento em tempo real, sem conseguir distinguir horários de maior emissão de poluentes, nem monitoramento em todos os dias da semana.

Quanto à quantidade de pontos de monitoramento, o Distrito Federal possui em funcionamento atualmente apenas seis locais (figura 1):

Rodoviária do Plano Piloto – ponto central da cidade de Brasília;

- No núcleo rural Engenho Velho – Fercal/DF (Fercal), às margens da Rodovia DF150 e próximo ao posto da PMDF;l;
- Fercal-Lobeiral - na cidade da Fercal;
- Zoológico - lado do estacionamento do Jardim Zoológico de Brasília, às margens da rodovia EPGU;
- Samambaia - no *campus* da Instituto Federal de Educação de Brasília em Samambaia;
- Taguatinga Centro - no canteiro central da DF-001, altura da Discodil.

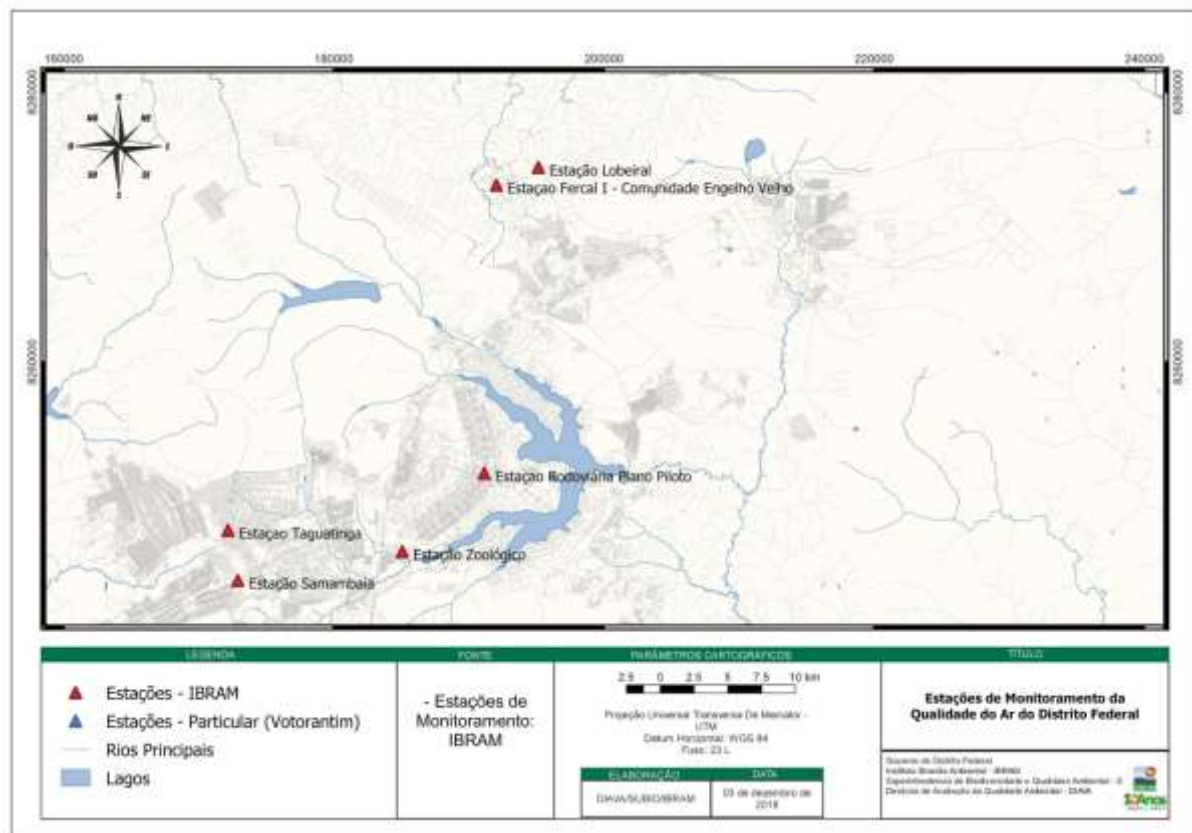


Figura 1. Pontos de monitoramento da qualidade do ar no Distrito Federal pelo Instituto Brasília Ambiental (IBRAM).

Esses pontos de monitoramento foram incluídos com foco em proximidade com fontes emissoras e aglomerados populacionais. Existem poucas indústrias com potencial de poluição atmosférica no território do Distrito Federal, sendo a poluição veicular a maior responsável pelas emissões de poluentes com frota estimada pelo IBGE de 1.699.682 veículos em 2016 (IBGE, [s.d]). No final de 2016, a Secretaria de Meio Ambiente do Distrito Federal (SEMA) e a Secretaria de Agricultura do Distrito Federal (SEAGRI-DF) divulgaram o primeiro Inventário de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Distrito Federal. Esse inventário concluiu que 49,05% das emissões de gases de efeito estufa no território do Distrito Federal são oriundas do setor de Transporte que é composto por 70% de veículos leves (SEAGRI-DF 2014).

Restando portanto, nessa pequena rede de monitoramento a tentativa de monitorar poluentes veiculares e as emissões do pólo minerador estabelecido na região administrativa da Fercal. Contudo, como não há uma modelagem completa das fontes fixas e móveis de poluentes atmosféricos para o território, não há uma garantia de que esses poucos pontos de monitoramento são suficientes para que os resultados sejam representativos. E com análise de dados da série histórica, percebe-se que essa

configuração da rede foi alterada ao longo do tempo por motivos diversos e pontos de monitoramento foram retirados: todos com resultados com níveis de concentração diversos, logo é um indicativo flagrante de que os resultados de apenas seis pontos de monitoramento não são suficientes para um conhecimento da qualidade do ar de todo o Distrito Federal.

Quanto aos níveis de poluentes, são poucas as variáveis monitoradas. Além disso, os poluentes material particulado total e fumaça não são mais o foco de monitoramento pela OMS, por suas frações mais finas MP_{10} e $MP_{2,5}$ estarem no rol de monitoramento e apresentarem muitos estudos relacionando suas concentrações com mortes e internações. É possível uma avaliação apenas os níveis de concentração do material particulado inalável (MP_{10}), contudo, o monitoramento desse poluente foi iniciado em 2017 em apenas dois pontos de monitoramento e ainda não há uma série histórica. Quando ao MP_{10} , percebe-se que há ultrapassagens registradas na Estação de Monitoramento Fercal do nível OMS de $50 \mu g/m^3$ de média diária nos meses de maio até agosto, com o registro até o momento dos piores níveis em agosto/2017 com valores superiores a $100 \mu g/m^3$. Esses resultados permitem verificar que a qualidade do ar na região da Comunidade de Engenho Velho na Fercal não atendem aos níveis considerados bons à saúde elencados pela OMS. O IBRAM classificou a qualidade do ar nesse local até o momento como regular, alertando que se trata de uma qualidade do ar que é nociva a grupos sensíveis como crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e crônicas. A região da Fercal é impactada grandemente por atividades mineradoras, por abrigar duas indústrias cimenteiras.

No que tange à poluição atmosférica no território do Distrito Federal, foi divulgado por parceira da Secretaria de Agricultura (SEAGRI-DF) e a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) o Primeiro Inventário de Emissão por Fontes e Remoção por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa que conclui que o setor de transporte é o maior emissor de poluentes atmosféricos do Distrito Federal, com a categorização conforme a Figura 2 (SEAGRI-DF 2014). Esse estudo foi o pioneiro, contudo atribuiu pouca importância às queimadas atmosféricas e não considerou as emissões do aterro sanitário controlado de Samambaia inaugurado após o estudo.

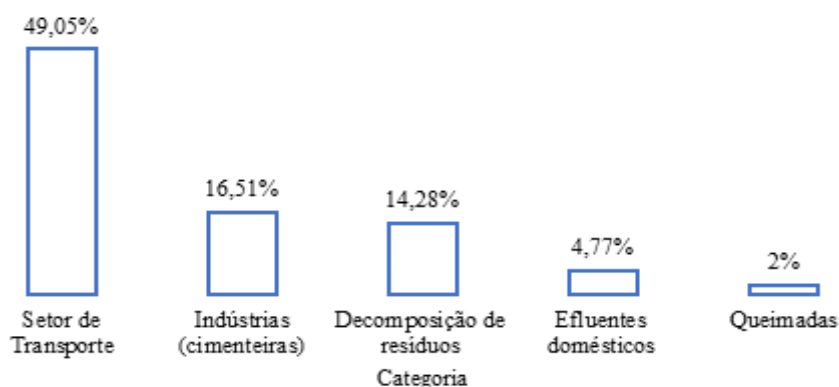


Figura 2. Emissão anual média de gases poluentes por categoria para o Distrito Federal entre os anos de 2005 a 2012 (Adaptado de SEAGRI-DF 2014).

O resultado desse inventário é esperado no que diz respeito à contribuição do setor de transporte, visto que a frota de veículos dessa unidade da federação é crescente e os investimentos públicos em incentivo ao uso de transportes públicos não é efetivo. Contudo, observa-se uma pequena contribuição estimada para as queimadas ambientais embora o Relatório de Área Queimada nos Parques e Unidades de Conservação do Distrito Federal no Ano de 2015 estimou que 13,49% de toda a área de unidades de conservação e parques – o que correspondente a 18.172,73 hectares – foram alvos de queimadas naquele ano (IBRAM-DF, 2016). É sabido que as queimadas ocorrem em áreas diversas, não apenas nas monitoradas pelo referido relatório, onde se percebe que se trata de um número que pode estar consideravelmente subestimado.

Os estados com os melhores programas de monitoramento da qualidade do ar estabelecidos no Brasil são São Paulo e Rio de Janeiro, que possuem, respectivamente, 86 e 80 estações de monitoramento da qualidade do ar em seus territórios. A cidade de São Paulo possui 25 estações, enquanto a cidade do Rio de Janeiro possui 22 estações de monitoramento da qualidade do ar em seu território. Corroborando com a análise de que o número de pontos de monitoramento da qualidade do ar no Distrito Federal é insuficiente, ainda soma-se a esses fato de que as estações dos outros estados em sua maioria automáticas e monitoram todos os poluentes previstos na legislação.

A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 491/2018

Nota-se que, mesmo com alguns anos de monitoramento sendo efetivamente realizados em alguns pontos, o monitoramento da qualidade de ar no DF apresenta-se incipiente e enfrenta constantemente desafios relacionados à infraestrutura, equipamentos adequados e até mesmo escassez de pessoal. Parte desses desafios podem agora encontrar menos barreiras com a modernização da legislação que regula o monitoramento no Brasil. Nesse sentido, a Resolução CONAMA nº 491/2018 consiste numa recente revisão da Resolução CONAMA nº 03/1990 que dispõe sobre os padrões de qualidade do ar, cujas alterações serão apresentadas a seguir.

A nova resolução manteve a maior parte dos poluentes de monitoramento obrigatório: ozônio (O_3), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), material particulado inalável MP10 e dióxido de nitrogênio (NO_2). Com a inovação em acompanhar o restante das legislações mundiais com a inclusão do material particulado MP2,5, que é considerado material particulado fino, muito nocivo à saúde humana. Além disso, tornou o monitoramento de material particulado total (PTS) e de fumaça como parâmetros auxiliares que serem monitorados a critério do órgão competente. Ainda, o chumbo tornou-se de monitoramento obrigatório em áreas com fontes emissoras, também a depender da solicitação do órgão ambiental.

Os padrões de qualidade do ar, que são as concentrações máximas de cada poluente na atmosfera, foram estabelecidos em quatro etapas com Padrões Intermediários PI-1, PI-2, PI-3 e um Padrão Final (PF) que corresponde ao padrão adotado atualmente pela

Organização Mundial da Saúde (OMS). Não foram definidos datas e prazos para migração dentre os padrões de qualidade do ar, sendo imposto aos Estados a elaboração de um Plano de Controle de Emissões Atmosféricas, de um Plano para Episódios Críticos de Poluição do Ar e de Relatório de Avaliação da Qualidade do Ar anualmente. Esses serão ferramentas estaduais de planejamento, avaliação e gestão dos resultados dos programas de monitoramento, servindo ainda como subsídio para a tomada de decisão de migração de padrão.

Os Estados ficaram com maiores responsabilidades que as previstas na resolução anterior, visto que definirão o padrão de qualidade do ar adotado localmente, elaborarão os documentos de planejamento, controle e avaliação, além de exercerem o monitoramento da qualidade do ar. Restando o Ministério do Meio Ambiente a obrigação expressa de acompanhamento de tudo produzido pelos estados, com prazos para consolidação das informações e apresentação de informações ao Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

A ausência de prazos para a migração dos padrões e a não publicação imediata do guia técnico com a descrição criteriosa da metodologia de monitoramento, localização dos amostradores e da representatividade temporal dos dados, podem ser considerados pontos negativos. Por outro lado, a inclusão do MP_{2,5} no rol de poluentes de monitoramento obrigatório, a adoção de um Padrão Final (PF) alinhado como a OMS, a definição de conteúdos mínimos para os documentos e do Índice da Qualidade do Ar (IQA_r) de forma a uniformizar a prestação de informações à sociedade, constituem os pontos positivos.

TRABALHOS ACADÊMICO-CIENTÍFICOS PUBLICADOS

No Distrito Federal, além do trabalho de monitoramento realizado pelo IBRAM e pelo inventário publicado pela SEAGRI, observa-se que existe interesse científico acerca da qualidade atmosférica e da composição do material particulado do DF. Porém, existem poucos estudos sobre realizados até o momento (Miguel e Allen, 1995; Yamasoe et al., 2000; Réquia e de Abreu, 2011; Réquia, 2015; Moraes, 2016 e Ferreira, 2016).

Os trabalhos realizados por Miguel e Allen (1995) e Yamasoe et al. (2000) investigaram a composição das partículas produzidas durante a queima de biomassa do cerrado. Amostras de MP nos dois estudos foram obtidas na Reserva Ecológica do IBGE (RECOR), localizado na parte sul do DF a 26 km do centro de Brasília. Nos dois estudos o intuito era apenas diferenciar as partículas provenientes da queima de biomassa do cerrado.

Réquia e Abreu (2011) realizaram coletas de PTS e correlacionaram as concentrações obtidas com dados de internações para avaliar os efeitos do MP na saúde da população do DF. O estudo encontrou certa relação entre a concentração de PTS e problemas respiratórios, embora as correlações mencionadas não tenham sido significativas para todos os casos. Os autores levantaram a hipótese de que a principal fonte de MP no DF

seria veicular e comercial. Réquia (2015) estudou a exposição da população à poluição atmosférica no DF em uma modelagem desenvolvida a partir de dados obtidos em bancos de dados públicos. O autor sugere que a fonte principal de poluição atmosférica no DF são os automóveis, sugerindo áreas prioritárias para novas estações de monitoramento que contemplem regiões com maior trânsito e população, como por exemplo Gama e Ceilândia. O autor ainda menciona que o solo pode ter relativa importância como fonte devido aos ventos.

Morais (2016) investigou a concentração de mercúrio no PTS coletado em quatro pontos de amostragens no DF. Além dos três pontos atuais do IBRAM, o outro ponto investigado foi do Setor Comercial Sul, desativado recentemente pelo instituto. A autora encontrou o metal apenas nos pontos da Rodoviária do Plano Piloto e da Fercal, onde concentrações mais elevadas de mercúrio foram encontradas, embora abaixo da concentração limite recomendada pela OMS. O mercúrio atmosférico está relacionado com a atividade cimenteira, presente na região da Fercal (Morais, 2016), além disso a autora sugeriu que as partículas provenientes das cimenteiras da Fercal podem influenciar a composição do material particulado nas demais regiões do DF.

Por fim, Ferreira (2016), analisou o material particulado fino e grosso de quatro pontos no DF (Planaltina, Taguatinga, Fercal e Plano Piloto) com o objetivo de usar a composição química desse MP como forma de indicar as principais fontes desse contaminante na atmosfera do DF. A elevada concentração de íons Cálcio nas amostras coletadas pelo autor, revelou uma correlação com a composição do MP com as indústrias cimenteiras. O autor afirma ainda que as principais fontes de partículas no DF são as indústrias cimenteiras (35%), seguidas pelos automóveis (27%) e do MP fino fontes secundárias (37%), e queimadas (24%).

CONCLUSÃO

Mesmo com um programa governamental voltado ao monitoramento das variáveis relacionadas à qualidade do ar desde 2005, o Distrito Federal acumula poucos dados ambientais. Dessa forma, o Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar do Distrito Federal não tem entregado o resultado esperado a sociedade por não monitorar o mínimo de poluentes, nem oferece dados numerosos por não ter monitoramento contínuo e por existirem poucos pontos de monitoramento. Sugere-se que os caminhos mais facilmente a serem perseguidos pelos gestores é a modernização dos atuais pontos de monitoramento e a expansão dos pontos de monitoramento preferencialmente pautados em uma modelagem de dispersão de poluentes de todas as possíveis fontes do território, que está de acordo com modificações no monitoramento sugeridas pela nova Resolução do CONAMA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(IBRAM-DF), I.B.A., 2017a. Monitoramento da Qualidade do Ar no Distrito Federal, Brasília. Available at: <http://www.IBRAM.df.gov.br/images/Relatório da Qualidade do Ar - 2017.pdf>.

(IBRAM-DF), I.B.A., 2016b. Relatório de área queimada nos parques e unidades de conservação do distrito federal no ano de 2015, Brasília. Available at: <http://www.IBRAM.df.gov.br/images/Relatórios de áreas queimadas.pdf>.

CONAMA, 1990. CONAMA nº 3/1990 - Qualidade do Ar, Available at: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>.

CONAMA, 2018. CONAMA nº 491/2018 - Qualidade do Ar, Available at: http://portal.imprensa nacional.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603

SEAGRI-DF, 2014. RELATÓRIO TÉCNICO INVENTÁRIO DE EMISSÕES POR FONTES E REMOÇÕES POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) DO DISTRITO FEDERAL Secretaria de Estado de Agricultura e, Brasília. Available at: <http://www.agenciabrasilia.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2016/06/inventario-de-emissoes-por-fontes-e-remocoes-por-sumidouros-de-gases-de-efeito-estufa-do-df.pdf>.

Miguel, A.H., Allen, A.G., 1995. Biomass Burning in the Amazon: Characterization of the Ionic Component of Aerosols generated from Flaming and Smouldering Rainforest and Savannah. Environ. Sci. Technol. 29, 486–493.

Morais, L.M. de, 2016. Determinação de mercúrio total no material particulado atmosférico do Distrito Federal , Brasil. Universidade de Brasília.

Ferreira, V. H. C., 2016. Identificação das fontes de material particulado atmosférico fino e grosso no Distrito Federal empregando marcadores iônicos solúveis em água. Universidade de Brasília.

Réquia, W.J., 2015. Modelagem espacial da exposição humana às fontes de poluição do ar no Distrito Federal: o uso e ocupação do solo como variável preditora. Universidade de Brasília.

Requia, W.J., de Abreu, L.M., 2011. Poluição atmosférica e a saúde de crianças e idosos no Distrito Federal no período de 2007 a 2009: utilização do método de correlação com time delay. Hygeia 7, 94–107.

Yamasoe, M. a., Artaxo, P., Miguel, A.H., Allen, A.G., 2000. Chemical composition of aerosol particles from direct emissions of vegetation fires in the Amazon Basin: Water-soluble species and trace elements. Atmos. Environ. 34, 1641–1653.

Análise do potencial de reservação superficial de água no Distrito Federal com aplicação de geotecnologias

Cristiane Oliveira de Moura, Henrique Llacer Roig

RESUMO

O estudo tem como objetivo avaliar as áreas no Distrito Federal em que é viável a reservação para o uso de águas superficiais para complementar o abastecimento público no Distrito Federal, tendo em vista os riscos de escassez como recentemente observado no período de seca prolongado do ano de 2017, em áreas abastecidas pelo sistema integrado de abastecimento (sistema Descoberto / Santa Maria – Torto /Planaltina - Sobradinho) e em áreas situadas fora do alcance do sistema integrado. A ideia central deste estudo compreende a apresentação de uma proposta metodológica para a caracterização do potencial de reservação superficial de água com uso das ferramentas e técnicas em geoprocessamento para ampliar a segurança do abastecimento público de água no Distrito Federal. Tendo em vista os avanços e técnicas encontrados nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e a possibilidade de utilizá-los como sistema de apoio a tomada de decisão. Utilizando critérios especializados, para geração de mapas para o potencial à reservação no Distrito Federal, que podem servir como indicadores em ações de planejamento e gestão, assim como a identificação de zonas consideradas de baixo potencial para a localização de novas unidades de reservação. A metodologia apresentada para a quantificação do índice de favorecimento a identificação de potenciais locais de barramento e reservatório para Distrito Federal é uma combinação de variáveis espaciais relacionadas a parâmetros geológicos, geomorfológicos e hidrológicos.

INTRODUÇÃO

A rede de drenagem superficial existente no Distrito Federal é composta por córregos, ribeirões e rios das cabeceiras de três das principais bacias brasileiras, São Francisco, Paraná e Tocantins, portanto, com vazões médias restritas em função das áreas de contribuição serem pequenas. Contudo, mesmo diante deste quadro de relativa escassez hídrica, o estudo da CAESB (2003) considera a possibilidade de que para o Distrito Federal novas captações a fio d'água em conjunto com a construção de pequenos e médios reservatórios no território podem dobrar a capacidade de abastecimento atual de cerca de 10 m³/s.

Com o advento e a expansão de usos antrópicos para ocupação do solo, o aumento da demanda pela água no Distrito Federal tem apresentado grande incremento. Os estudos no Plano Diretor de Águas e Esgotos do DF (CAESB, 2003) já demonstravam demanda superior à disponibilidade dos mananciais a partir de 2005. De modo geral, o aumento populacional e as características de drenagem superficial do Distrito Federal resultam em que a região tenha uma das menores disponibilidades hídricas *per capita* do país (ANA, 2017). Neste contexto, a utilização de técnicas que possibilitem a modernização das atuais práticas de localização dos reservatórios e barragens é vital para a manutenção do sistema de abastecimento de água superficial.

Recentes critérios e metodologias aplicados ao estudo de potencial de reservação, em escala de bacia hidrográfica, no estágio de prospecção, levam em consideração conceitos básicos de fatores topográfico, hidrológicos associados a fatores ambientais, sociais e econômicos (Melo, 2013; Almeida et al, 2015). Em razão do número de variáveis envolvidas - tais como altimetria, vazão, geologia, entre outras -, os sistemas de informações geográficas, com suas funções de reunir, integrar, armazenar recuperar, transformar e cartografar dados sobre o mundo real, são considerados uma ferramenta útil na modelagem e otimização de diversos elementos que compõem barragens e reservatório, atuando principalmente, na tomada de decisão na fase de planejamento.

Para o desenvolvimento deste estudo de caracterização do potencial de reservação superficial de água no Distrito Federal, na fase prospectiva, foram considerados apenas os componentes ambientais de influencia diretas na capacidade de reservação. Estes fatores foram: geologia, geomorfologia e hidrologia. Portanto, neste momento serão desconsiderados fatores como necessidade de infraestrutura e restrições ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a escolha dos critérios a serem considerados na análise foi elaborado um modelo conceitual a fim de simular a implementação com as principais operações efetuadas em sistema de informações geográficas (Figura 1). Neste estudo foram considerados somente os aspectos ambientais possíveis de serem transpostos espacialmente para índices segundo o potencial ao reservatório ou à construção de barramento, em especial, a partir de dados categóricos e ponderação das variáveis para hierarquização com foco em representar algumas questões básicas: Existe perda de volume? Estabilidade do barramento? Água para encher o reservatório? Condições do terreno para armazenar água e posicionamento da barragem?

Para tanto, a análise de Avaliação Multicritério que compreende um conjunto de métodos que permitem o tratamento simultâneo dos aspectos ambientais, entre outros, em um processo de tomada de decisão (Braga & Gobetti, 1997) teve desenvolvimento baseado no conhecimento de especialistas e/ou em análises quantitativas dos parâmetros ambientais selecionados (padrões pré-estabelecidos pela literatura ou por medições).

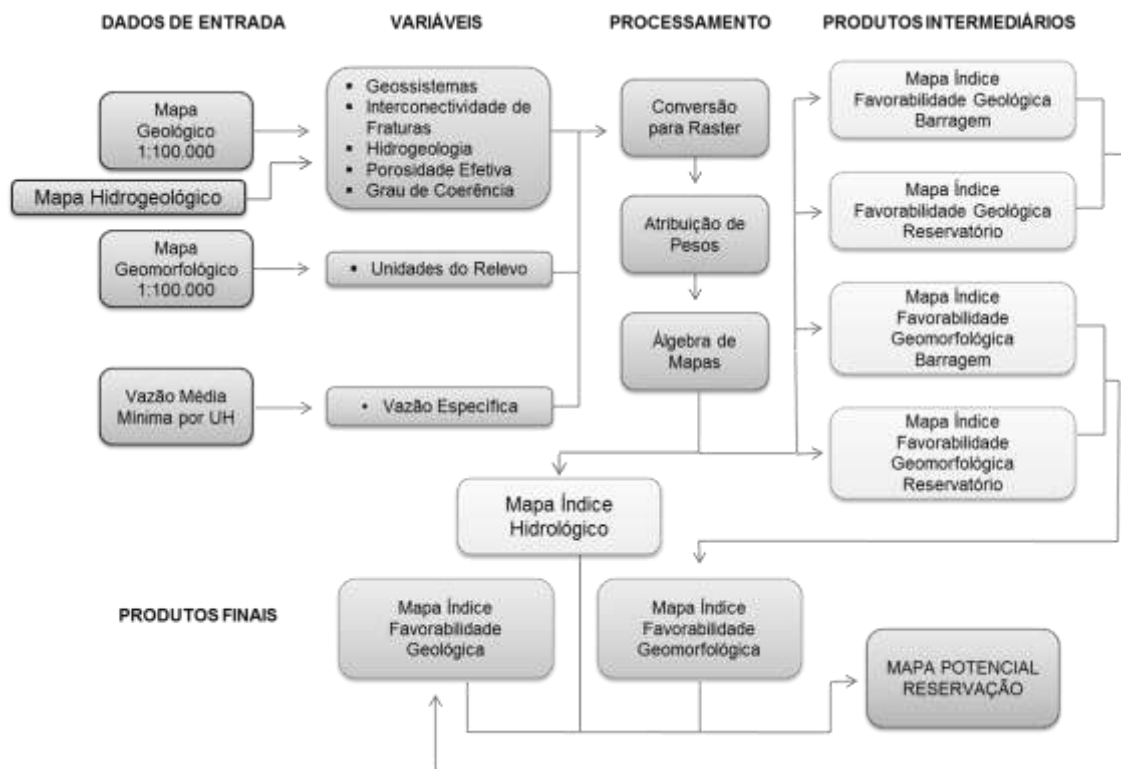


Figura 1 - Fluxograma Metodológico Conceitual.

Os dados relacionados a área de estudo foram consolidados em quase sua totalidade em instituições como Agência Nacional de Águas – ANA, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - ADASA, Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal – TERRACAP e Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA. Os procedimentos iniciais envolveram critérios de disponibilidade e qualidade dos dados, em escalas adequadas para a determinação dos universos totais de variáveis e indicadores adotados para a análise.

A escolha das variáveis foi orientada por pesquisas em prospecção de potenciais ao barramento, em especial os trabalhos de Almeida et al. (2015), que descreve uma proposta de metodologia aplicada para a quantificação do índice de favorecimento à identificação de potenciais locais de barramento no Semiárido Brasileiro; Melo (2013), que utilizou de variáveis em sistema de informações geográficas para a avaliação de potencial hidroelétrico; Costa (2012) que apresenta a descrição dos principais aspectos geológicos ligados às bacias hidrográficas e hidráulicas; CAESB (2003) com informações do Plano Diretor de Água e Esgotos do Distrito Federal, constantes no volume sobre Concepção de Alternativas para Abastecimento de Água para identificação dos parâmetros aplicados para pré-seleção de mananciais produtores, além de consultas a especialistas e registros existentes.

As distintas bases de dados para o Distrito Federal foram compatibilizadas no ambiente de sistema de informações geográficas do aplicativo ArcGIS (ESRI) para os diferentes

planos de informações e aplicações automatizadas ou semi-automatizadas das ferramentas e técnicas, objetivando as análises para a quantificação dos critérios para o potencial a reservação. Nesta etapa também foi definido que as variáveis geológicas e geomorfológicas que afetam a área de construção de uma barragem e a área do reservatório são diferentes, e devem apresentar pesos distintos entre suas classes para a elaboração dos índices de potencial à reservação.

A análise multicritério denominada AHP foi o modelo adotado para integração das informações na metodologia para análise de suporte à decisão. O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) trata-se de um recurso/técnica para auxiliar na tomada de decisões complexas. Baseado na conversão de preferências em valores numéricos para serem processados e comparados sobre a extensão do problema. Em função da quantidade de variáveis empregadas na formulação de indicadores, o AHP tem importante contribuição na escolha e justificativa, possibilitando a reflexão sobre os possíveis efeitos das variáveis envolvidas em quadros prospectivos. Uma vez construído, o AHP pode ser utilizado para analisar, comparar e priorizar alternativas. Os pesos representam a prioridade dada a cada elemento ou critério, que podem ser organizados em hierarquias, foi adotada a escala apresentada por Saaty (2005).

A análise de qualidade e consistência dos dados, com observações manuais e análise topológica foi realizada para permitir uma melhoria das operações algébricas entre os dados de entrada. Após a análise das informações disponíveis e correção dos dados foram definidos os indicadores geoambientais que foram elaborados a partir dos mapas de geologia (Freitas-Silva & Campos, 1998), hidrogeologia (Campos & Freitas-Silva, 1998), geomorfologia (Novaes Pinto, 1994; Martins & Batista, 1998) e unidades hidrográficas (ADASA, 2012). Alguns campos foram adicionados a estas bases espaciais e entraram como atributos do arquivo shapefile. Com isso, as bases espaciais de referência foram reclassificadas de acordo com as variáveis selecionadas para composição do mapa de potencial a reservação, da seguinte maneira:

- Índice Geossistemas: Elaborado a partir do agrupamento das unidades geológicas em conjunto com características geotécnicas semelhantes.
- Índice Interconectividade de Fraturas: Representação da distribuição espacial por unidade geológica dos valores de interconectividade de fraturas apresentados em Campos (2010).
- Índice de Hidrogeologia: Elaborado a partir do agrupamento das unidades hidrogeológicas (Campos & Freitas-Silva, 1998) com características hidráulicas semelhantes.
- Índice Porosidade Efetiva: Representação da distribuição espacial por unidade geológica dos valores de porosidade efetiva apresentados em Campos (2010).
- Índice Grau de Resistência: Utilizou-se a proposta modificada de Vaz (1996), com objetivo de representar a resistência do material geológico à compressão uniaxial.
- Índice Compartimentação Geomorfológica: Elaborado a partir do agrupamento de unidades geomorfológicas (Novaes Pinto, 1994; Martins & Batista, 1998) em função do potencial para barramento e reservatório.

- Índice Vazões Específicas: Representação das vazões específicas por unidade hidrológica a partir dos dados de Vazão Mínima Média fornecidos pela ADASA (2012).

Foram identificadas três variáveis técnicas a serem analisadas para a fase prospectiva do planejamento para escolha de locais passíveis a reserva superficial de água: geologia, geomorfologia e hidrologia. Os critérios e parâmetros representam os fatores da engenharia em aspectos físicos naturais que influenciam no posicionamento do eixo de barramento e armazenamento de água em reservatório.

Para a formulação do Índice de Potencial Geológico para Reserva a combinação dos parâmetros compreende o Geossistema, Interconectividade entre Fraturas, Grau de Coerência, Porosidade Efetiva, em conjunto com o parâmetro hidrogeológico representado pelos domínios fraturado e fissuro-cárstico. Enquanto os índices Geomorfológico e Hidrológico são representados pelas unidades do relevo e vazão específica obtida a partir da vazão média mínima (Q_{mmm}), respectivamente.

A partir da elaboração dos três índices, que serão detalhados nos itens a seguir, o indicador para potencial de reserva superficial de água pode ser calculado, de acordo com as equações abaixo. As pontuações para estes parâmetros que compõem os índices foram organizados em hierarquias conforme Saaty, (2005).

- ✓ Indicador Potencial Barramento= $IGe + 2 * IGm + 3 * IHi$
- ✓ Indicador Potencial Reservatório= $IGe + 2 * IGm + 2 * IHi$
- ✓ Indicador Potencial Reserva= Índice Potencial Barramento + Índice Potencial Reservatório

Onde, IGe = Índice Geológico; IGm = Índice Geomorfológico; IHi = Índice Hidrológico

Índice Geológico

O Índice Geológico teve elaboração para representar os principais parâmetros geotécnicos relacionados às contribuições para escolha de locais passíveis a reserva superficial de água em uma determinada bacia hidrográfica. Para os fatores geológicos foram individualizados: Geossistemas; Interconectividade das Fraturas, Porosidade Efetiva e Grau de Coerência; em conjunto com as características hidrogeológicas dos domínios fraturado e fissuro-cárstico para composição do Índice de Potencial Geológico a Reserva.

Os critérios utilizados para estabelecer as classes de Geossistemas visam agrupar conjuntos geológicos de comportamento geotécnicos semelhantes, para a construção de barramentos e capacidade de reserva superficial. Tendo este agrupamento como guia o mapa geológico atualizado do Distrito Federal na escala 1:100.000.

Segundo Campo & Freitas-Silva (1998) no Distrito Federal, onde a geologia é caracterizada por rochas metamórficas, recobertas por espessos solos, podem ser diferenciados três grandes grupos de aquíferos, que correspondem à classificação maior dos reservatórios subterrâneos de água: Domínio Aquífero Intergranular (Freático ou

Poroso), Domínio Aquífero Fraturado e Domínio Aquífero Físsuro-Cárstico. No caso do Distrito Federal, onde há grande variação de tipos litológicos dentro das várias unidades litoestratigráficas, a caracterização mais precisa dos vários sistemas aquíferos requer a subdivisão em subsistemas, evidenciando a real diversificação dos domínios, sistema e subsistemas aquíferos. Neste estudo, para representar a variável Hidrogeologia foram considerados somente os sistemas que compõem os domínios Fraturado e Físsuro-Cárstico, o domínio cárstico está restrito a presença de lentes de calcário, dolomito e mármore descritas no mapa geológico (Freitas-Silva & Campos, 1998).

Os valores de Porosidade Efetiva (η_e) correspondem aos observados para os aquíferos do Domínio Intergranular (freático), essencialmente representados pelos solos e pelo manto de alteração das rochas (Tabela 1). No Distrito Federal, os sistemas do Domínio Intergranular são compostos por meios geológicos não consolidados, com espessuras saturadas variando de poucos centímetros até 80 metros, com predominância (>60%) de espessuras variando entre 15 e 25 metros, grande extensão e continuidade lateral, heterogêneos e anisotrópicos, ou seja, apresentam variações laterais das propriedades hidráulicas (Campos & Freitas-Silva, 1998). Contudo, os sistemas denominados P₁, P₂, P₃, e P₄ são caracterizados principalmente em função dos parâmetros de espessura saturada e condutividade hidráulica (Tabela 1). Desta forma, a ponderação das classes de porosidade efetiva apresentada visa refletir sobre a importância quanto aos aspectos geotécnicos e também hidráulicos, no sentido de englobar riscos de erosão e/ou fuga natural de água ao índice geológico.

DOMÍNIO	SISTEMA	SUBSISTEMA	Condutividade Hidráulica	η_e %	Solo Predominante
Freático	Sistema P ₁	Deverão ser definidos com o detalhamento da cartografia hidrogeológica.	Alta	10	Latossolos Arenosos e Neossolos Quartzarênicos.
	Sistema P ₂		Moderada	12	Latossolo Argilosos.
	Sistema P ₃		Baixa	5	Plintossolos e Argissolos.
	Sistema P ₄		Muito Baixa	3	Cambissolo e Neossolo Litólico.

Tabela 1 – Porosidade efetiva para os sistemas aquíferos do domínio freático (Campos & Freitas-Silva, 1998).

O parâmetro Interconectividade entre Fraturas trata-se de um elemento crítico fundamental para o desenvolvimento de projetos de barramento e capacidade à reservação. Em especial, na situação de condicionamento da rede de drenagem superficial ao fraturamento do maciço rochoso, que constitui um fácil caminho de percolação das águas subterrâneas, favorecendo a possibilidade de fuga da água do reservatório por infiltrações ao longo de seus limites marginais e eventuais infiltrações sob a própria barragem.

No Distrito Federal, em função da grande presença de quartzitos, há uma ampla distribuição das descontinuidades por todo o maciço rochoso, já que o comportamento rúptil deste tipo favorece a manutenção da abertura do fraturamento, além de grande

interconectividades das fraturas (Campos, 2010). Contudo, cabe ainda mencionar que os maiores valores de Interconectividade de Fraturas observados para a região do Distrito Federal são considerados de moderado fraturamento, de acordo com a classificação do maciço rochoso estabelecido pela ABGE (1983). A densidade desses fraturamentos é igualmente fundamental a influência do grau de abertura das fraturas, contudo estes dados não foram considerados nesse estudo.

O parâmetro Grau de Coerência objetiva a representação da resistência da rocha a compressão uniaxial. Segundo Campo & Freitas-Silva (1998) no Distrito Federal, a geologia é caracterizada por rochas metamórficas. Portanto, de acordo com a classificação proposta por Vaz (1996), na região de estudo ocorre predomínio de rochas com resultados ao ensaio de compressão uniaxial que variam entre 50 -260 MPa, consideradas rochas duras e médias, favorecendo aspectos de estabilidade e estanqueidade ótimos, em especial para o barramento.

Índice Geomorfológico

As características geológico-geotécnicas complementadas pelas informações geomorfológicas aprofundam o estudo dos arranjos do aproveitamento de água superficial. Mapas geomorfológicos podem indicar declividades elevadas a distâncias próximas aos cursos d'água, indicando favorabilidade ao posicionamento dos eixos de barramento (Melo, 2013). Para elaboração do Índice Geomorfológico ao barramento e reservatório foram consideradas as unidades de compartimentação do relevo apresentadas por Novaes Pinto (1994) e Martins & Batista (1998) em conjunto com estudos recentes de compartimentação do relevo utilizando o modelo digital de elevação do Distrito Federal em escala 1:10.000 (GDF, 2014).

Índice Hidrológico

A vazão específica é a relação entre a vazão e a área da bacia hidrográfica. Serve como um indicador direto que permite comparar o nível da produção de água entre bacias hidrográficas. Os valores de vazão específica correspondem ao parâmetro quantitativo para o índice hidrológico, permitindo comparar e hierarquizar regiões com maior potencial hídrico ou riscos hidrológicos. Os índices calculados foram definidos a partir de valores de referência obtidos das séries de vazão e chuvas estimadas para cada unidade hidrológica de análise. Deste modo, estabeleceu-se a classificação hierárquica das unidades hidrológicas no Distrito Federal, possibilitando associar um determinado número oriundo de um escalonamento realizado no conjunto desses valores, que corresponde ao índice hidrológico.

Álgebra de Geo-Campos

Trata-se de uma extensão da álgebra tradicional, em que existe um conjunto de operadores, sendo que as variáveis utilizadas são campos geográficos (Câmara, 2002). Tomlin (1990) foi o primeiro autor a definir mapas como elementos que associam um valor quantitativo (escalar, ordinal, cardinal ou intervalar) ou qualitativo (nominal) para cada local de uma área de estudo; sendo essa técnica, a precursora para o que definimos hoje como álgebra de geo-campos.

Portanto, os mapas de índices deste estudo foram convertidos para o formato raster com pixels de 5 metros, para posterior incremento dos pesos e realização da álgebra de geo-campos. E de acordo com os critérios estabelecidos quanto maior os valores do pixel maior o potencial a reservação. A aplicação desta técnica teve como resultado a construção dos mapas de Potencial Geológico ao Barramento e Reservatório; Potencial Geomorfológico ao Barramento e Reservatório e por fim, o Mapa Potencial à Reservação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas apresentados pelas figuras 2 e 3 mostram a distribuição espacial das variáveis e do potencial para reservação no Distrito Federal. De acordo com estes mapas é possível observar, em particular as contribuições indesejáveis para aspectos geológicos que segundo Costa (2012) englobam: Processos Erosivos e Assoreamento; Instabilidade de Encostas; Fugas Naturais e Sismicidade Induzida. Destacado as unidades de rochas carbonáticas, índice de interconectividade de fraturas com valores acima de 3.5 fraturas/metro e sistemas aquíferos cársticos. De modo geral, os parâmetros de grau de coerência e porosidade efetiva não sinalizam zonas locais de riscos a reservação.

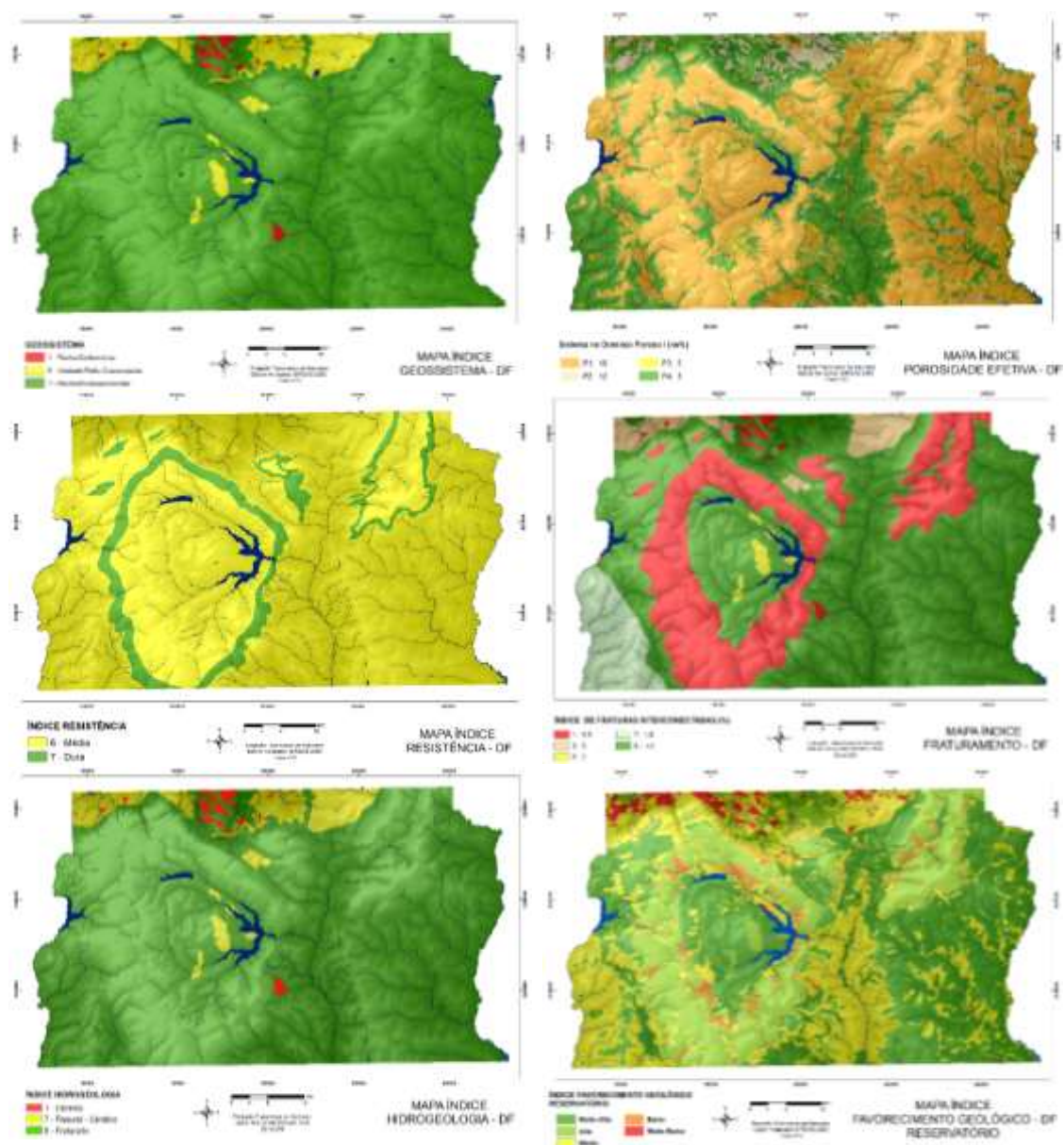
Apresentam ainda os mapas de potencial geológico para reservatórios e barragens, onde se observa que a região norte do Distrito Federal apresenta maiores concentrações de áreas com restrições a reservação e áreas de menor expressão ocorrem preferencialmente nas regiões com simultaneidade de altos valores para interconectividade de fraturas e porosidade efetiva. De modo geral, os resultados para o mapa de potencial geológico para reservação sinalizam que áreas de médio a elevado potencial para reservação predominam no território.

Os mapas que apresentam a distribuição do potencial geomorfológico para reservação destacam as condições geomorfológicas adequadas para a presença de ombreiras ou estruturas que permitam manter um reservatório eficiente. No sistema hidrológico do Distrito Federal os cursos d'água apresentam características típicas de drenagem de área de planalto onde são frequentes os desníveis e os vales encaixados, condições geomorfológicas mais favoráveis a reservação.

O mapa da distribuição das vazões específicas para cada unidade hidrográfica do Distrito Federal tem destaque para as sub-bacias do Paranoá, Ribeirão do Gama e Córrego do Bananal, onde ocorrem os valores de 19 e 15 L/s.km², respectivamente os dois maiores

observados para a região do Distrito Federal. Correspondendo as principais áreas de influência para manutenção do Lago Paranoá.

Por fim, no Mapa de Potencial para Reservação (Figura 3) observar-se que as barragens já existentes, Santa Maria, Paranoá e Descoberto, localizam-se em classes de alto potencial para reservação, de acordo com os resultados alcançados por este estudo, e sinaliza outros importantes setores de potencial para ampliação do abastecimento da população a partir da reservação superficial da água no Distrito Federal.



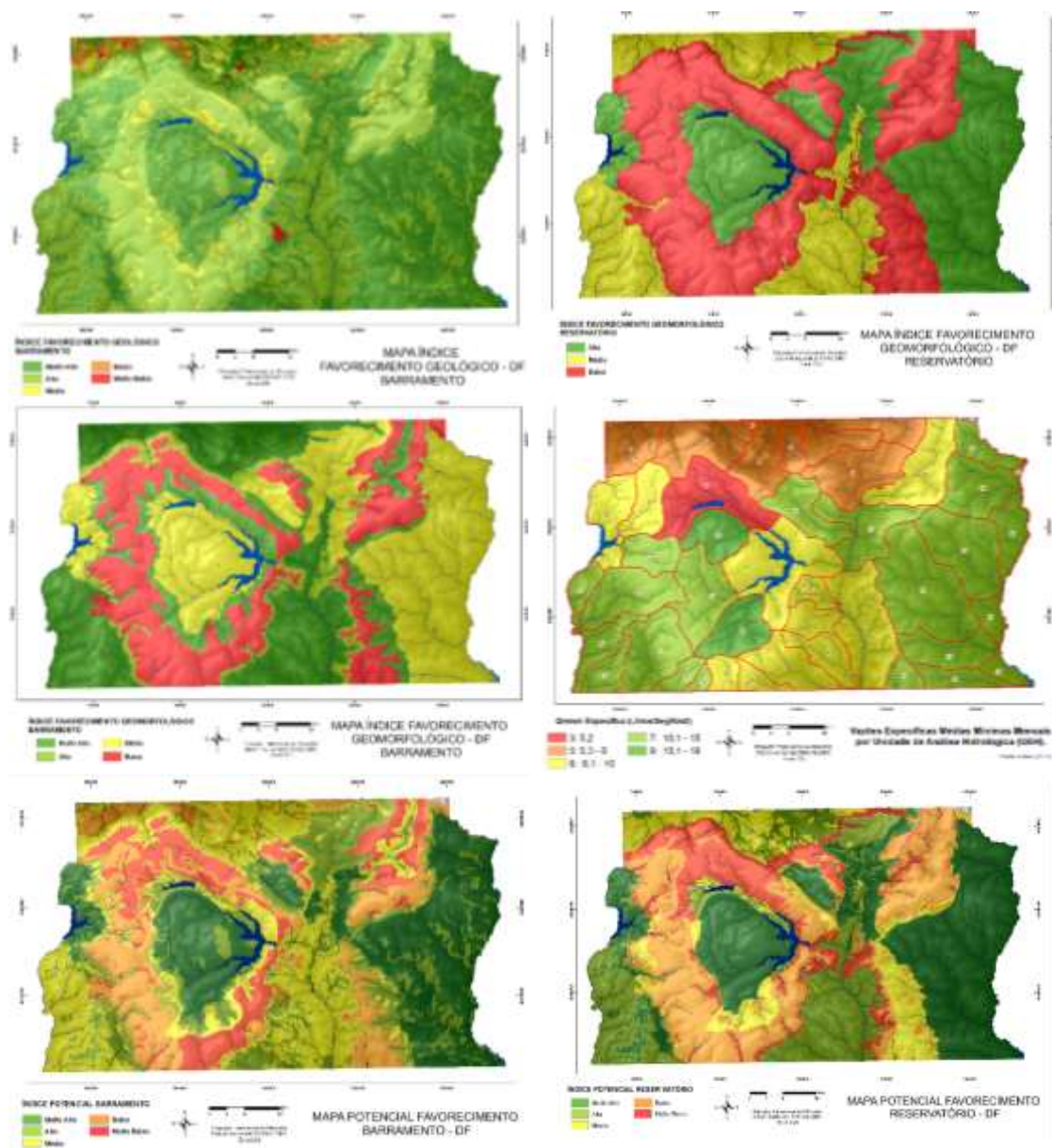


Figura 2 – Distribuição espacial dos parâmetros e índices aplicados na elaboração do Mapa de Potencial para Reserva Superficial de Água no DF.

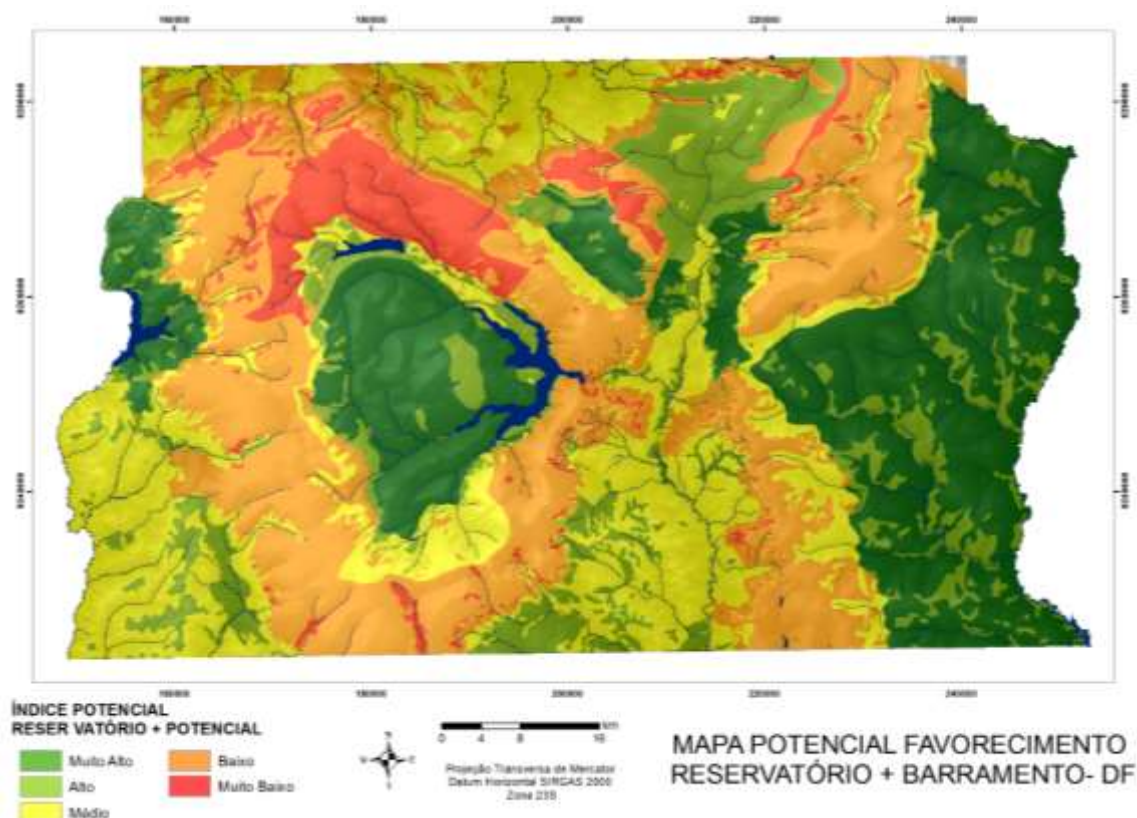


Figura 3 – Mapa de Potencial para Reserva Superficial de Água no DF.

CONCLUSÃO

A análise das informações geoambientais aplicadas ao Distrito Federal, incluindo vazão específica, unidades do relevo e o conjunto de variáveis que compõem o índice geológico (geossistemas, interconectividade de fraturas, hidrogeologia, porosidade efetiva e grau de coerência), indica que este conjunto de informações espaciais e os atributos obtidos em diferentes fontes e formatos possibilitam a geração de mapas derivados factíveis de gerar informações adequadas na avaliação do potencial para reservação. Os domínios de alta favorabilidade à reservação neste projeto podem ser considerados como mais uma ação de gestão de recursos hídricos na linha de ampliar a segurança para o abastecimento da população.

De acordo com os resultados desenvolvidos foi possível mapear os locais mais susceptíveis para posicionamento do barramento e reservatório, cabendo destacar no produto final – Mapa de Potencial para Reservação – a localização dos reservatórios já existentes do sistema de captação de água do Distrito Federal. Isso contribui na identificação de técnicas em geoprocessamento para análises de alternativas para implantação de projetos de reservação no Distrito Federal em fases prospectivas de planejamento. Os resultados obtidos com a escolha das bases de geologia, hidrogeologia,

geomorfologia e hidrologia sugerem que outras dimensões das ciências podem ainda ser empregadas de forma integrada para aperfeiçoar as fases posteriores à etapa prospectiva.

Os critérios e pesos adotados nesta pesquisa foram apresentados como propostas iniciais orientadas pelo conhecimento de especialistas para avaliação multicritério e por outros estudos em escala regional para o território brasileiro, e podem ser modificados e atualizados conforme a disponibilização de base de dados com maior amadurecimento organizacional e com a elevação do nível de exigência da sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA E ENGENHARIA (1983). Métodos para descrição quantitativa de discontinuidades em maciços rochosos. São Paulo, 1983.

ADASA (2012). Revisão e Atualização do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal. Brasília. Relatório Final, v.1, Diagnóstico. 789p. + Anexos.

ALMEIDA F.C.; SOUTO F.M.G; ROIG H.L., (2015). Nota Técnica nº 2/2015/COSFI / Documento nº: 00000.018934/2015-92. Agência Nacional de Águas (ANA).

ANA – Agência Nacional de Águas (2017). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017.

BRAGA, B. & GOBETTI, L. (1997). Análise multiobjetivo. In: Porto, R.L. et al. (1997). Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos. Porto Alegre: Ed. UFRGS/ABRH.

CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (2003). Plano Diretor de água e Esgoto do Distrito Federal, 2003.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M.; CARVALHO, M., (2002)- —Análise Espacial e Geoprocessamento - Curso on-line, INPE.

CAMPOS, J.E.G.; DARDENE, M.A.; FREITAS-SILVA, F.H.; MARTINS-FERREIRA, M.A.C. 2013. Geologia do Grupo Paranoá na Porção Externa da Faixa Brasília. Braz. J. Geol, São Paulo 43(3):461- 476p

CAMPOS, J.E.G. & FREITAS-SILVA, F.H. Hidrogeologia do Distrito Federal (1998). In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal, Brasília, IEMA / SEMATEC / UnB, 1998. p.1-84, (Vol. IV- Relatório Técnico).

COSTA, W. D. Geologia de barragem. ISBN 978-85-7975-054-0. Capítulo 2, Fases e métodos de investigação geológico-geotécnica em barragens, p. 31 -41. Editora Oficina de Textos, 2012.

FREITAS-SILVA, F.H. & CAMPOS, J. E., (1998). Geologia do Distrito Federal. In: Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal. Brasília: SEMATEC: IEMA: MMA-SRH.

GDF (2014). In: ZEE-DF - Zoneamento ecológico e econômico do Distrito Federal. Subproduto 3.1 – Relatório do Meio Físico e Biótico. Brasília, 2014.

MARTINS, E.S. & BAPTISTA, G.M.M., (1998). Compartimentação geomorfológica e sistemas morfodinâmicos do Distrito Federal. In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. IEMA/SEMATEC/UnB: Brasília, Vol. 1. Parte II. 53p. 1998

MELO, M.S., (2013). Avaliação de potencial hidroelétrico com aplicação de sistema de informações geográficas. 2013. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de Brasília.

NOVAES PINTO M., (1994). Caracterização geomorfológica do Distrito Federal. In: Novaes Pinto M. (org.) Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. 2ª edição, Brasília, Editora UnB, p. 285-320. 1994

SAATY, T. L., (2005), Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs and Risks, 1st ed., Pittsburgh: RWS Publications.

TOMLIN, C. D. Geographic Information System and Cartographic Modelling. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 1990. 249 p.

VAZ, L.V., (1996). Classificação genética de solos e horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais. Solos e Rochas, São Paulo, v. 19, n 2, p.117-136.

Aplicações de monitoramento ambiental por meio de novos sensores de alta resolução

Leandro da Silva Gregório, Marcos Roberto Farias Ferreira

RESUMO

As geotecnologias, em especial o sensoriamento remoto, se tornaram com o passar dos anos, uma ferramenta importante na gestão ambiental, uma vez que a partir dessas tecnologias, é possível acompanhar a dinâmica urbano-ambiental e a partir dos subsídios providos por elas, os gestores podem desenvolver e efetivar ações para conservação e preservação dos recursos naturais. Dentre os sub-campos da gestão ambiental, o monitoramento ambiental é área no qual o sensoriamento remoto deve ser constantemente aplicado, uma vez que diante das complexidades e extensão territorial, o uso das imagens de satélite se tornam uma ferramenta importante pois permite se obter “uma macro visão” desta dinâmica. Com isso, diante das potencialidades e o surgimento dessas novas tecnologias dessa área, este artigo tem por objetivo mostrar algumas aplicações desenvolvidas no IBRAM, no âmbito do monitoramento ambiental, com imagens de alta resolução espaço-temporal, visando demonstrar como a partir destes produtos se pode extrair informações para se aplicar nos programas de gestão ambiental.

INTRODUÇÃO

O uso das ferramentas e técnicas de sensoriamento remoto por sensores orbitais, remontam desde a década 70, com o lançamento dos primeiros satélites e radares de imageamento global. No contexto brasileiro, este tipo de tecnologia somente a partir do final da década de 80 e início da década 90 é que este sub-campo do geoprocessamento, passo a ser mais pesquisado e aplicado, com a melhoria dos equipamentos de informática, como computadores, supercomputadores e na melhoria dos softwares de processamento.

Dentre as inúmeras aplicações de sensoriamento remoto (SR), uma das mais importantes é o monitoramento ambiental, em suas diversas vertentes (ar, água, solo, vegetação, urbanização). Por meio dele, é possível analisar as dinâmicas de ocupação do território e seus impactos no ambiente, conservação e saúde da vegetação, a qualidade da água dos corpos hídricos e temperatura da superfície do solo (REIS, 2011; ARASATO ET AL. 2015; SILVA 2005; RODRIGUEZ-GALIANO ET AL. 2012; MNISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; 2015).

A aplicação de tais técnicas e ferramentas no contexto do monitoramento ambiental, são de grande importância na tomada de decisão, manejo de recursos, implementação de políticas de proteção e conservação dos recursos naturais.

Outra característica do SR é a velocidade no surgimento de novos satélites, imagens de alta resolução, sensores, software e técnicas. Dessa forma, a constante atualização sobre o que há de “novo” neste nicho, deve ser uma prática constante dos órgãos ambientais, pois com o surgimento de novas tecnologias, as atividades outrora executadas exclusivamente por atividade de campo podem ser mais bem desenvolvidas e cobrindo uma área espacial maior. Dessa forma, o uso do SR permite a economia de recursos humanos e materiais. Além disso, permite ao analisar com melhor aproveitamento do tempo os dados e elaborar os diagnósticos ambientais.

Dentre as tecnologias mais recentes de SR, se podem citar as constelações de nano satélites, Planetscope, que entrou em operação em 2016. Trata-se uma rede de pequenos satélites, também chamados de *cubesat*, que possuem uma dimensão em torno de 30 cm³. Com essas dimensões, além de facilitar a construção, permite a ampliação rápida da constelação de nano satélites. Atualmente estão em órbita mais de 135 nano satélites, o que permite o imageamento diário, resultando assim em uma alta resolução temporal. Além disso, a constelação Planetscope, gera imagens de alta resolução espacial (3 metros), as quais possuem 4 bandas espectrais (R,G,B e NIR) e resolução radiométrica de 16 bits. Com isto, hoje é possível se obter imagens que aliam alta resolução temporal e espacial, com um custo-benefício relevante, uma vez que, o usuário pode obter imagens diretamente de uma plataforma *online*, sem a necessidade de programação do satélite e analisar as dinâmicas na superfície de forma mais fácil. (PLANET, 2018)

Com aquisição da plataforma Planet pelo IBRAM, vários testes começaram a ser realizados para avaliar as potencialidades das imagens para fins de monitoramento. Dessa forma o objetivo deste artigo é apresentar alguns resultados sobre os produtos possíveis de serem obtidos a partir das imagens Planetscope como uso e cobertura do solo a partir das imagens Planetscope como uso e cobertura do solo, clima e outros.

METODOLOGIA

Neste artigo os resultados serão apresentados em subseções, concernentes aos testes realizados nas diferentes temáticas relacionadas ao monitoramento ambiental. Com isto para cada um, são apresentadas as etapas metodológicas conforme mostra a figura 1. Ressalta-se que todos tiveram com base as imagens Planetscope, a qual possui 4 bandas espectrais (R,G,B e NIR), 16 bits de resolução temporal e resolução temporal diária. As imagens utilizadas, exceto as utilizadas no índice de turbidez, são do período se seco, entre os meses de julho e setembro. Para o produto do índice de turbidez, foram utilizadas imagens de fevereiro, junho e setembro de 2018 afim de verificar a variabilidade de sedimentos, de acordo com a ritmo da precipitação. O nível de acurácia das classificações, dado pelo índice kappa foi sempre acima de 0.6 para cada produto.

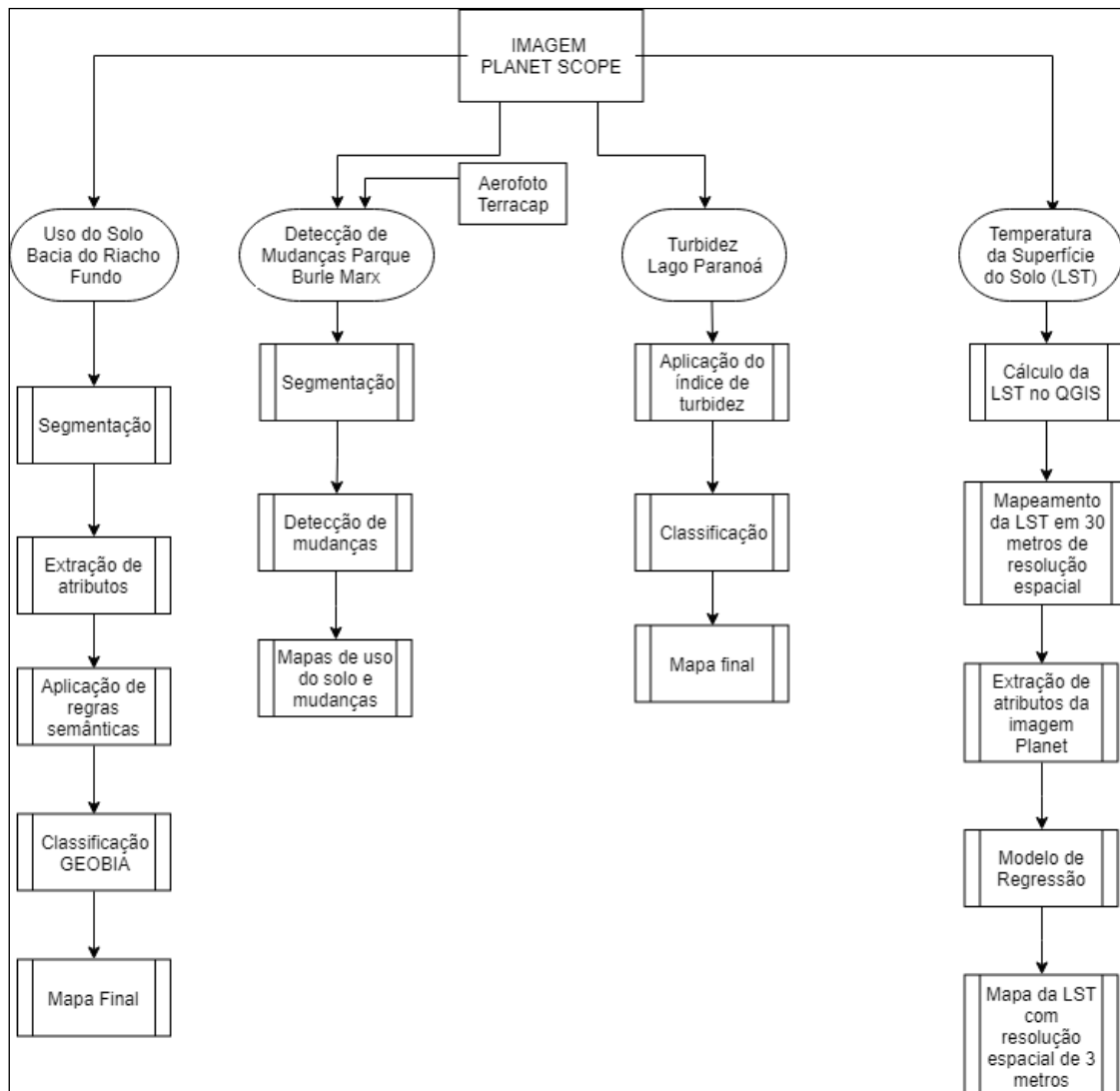


Figura 1: Fluxo das metodologias dos produtos para monitoramento ambiental a partir das imagens PlanetScope

RESULTADOS

Uso e cobertura da terra na bacia do Riacho Fundo

O mapa de uso e cobertura da terra para bacia do Riacho Fundo foi elaborado no âmbito do Projeto Peixe Vivo, tendo com objetivo identificar os principais usos na bacia, para subsidiar as ações do projeto. Para este mapeamento, foi utilizada uma imagem PlanetScope de agosto de 2017 com 3 metros de resolução espacial, 4 bandas espectrais e 12 bits. As classes de uso e ocupação do solo foram obtidas a partir de classificação orientada a objetos (GEOBIA) com uso de segmentação e coleta de amostras. Para correção dos erros de omissão (por exclusão) e dos erros de comissão (por inclusão) foi efetuada a edição por vetorização e alteração na tabela de atributos. O índice Kappa

(acurácia) obtido foi de 0.65 que considerado bom, segundo Landis e Koch (1977). Após realização dos procedimentos informados acima, obtivemos os seguintes valores de área para cada classe:

- Água: 9,70 ha; - Agricultura: 701,60 ha; - Asfalto: 797,34 ha; - Cerrado: 1.109,24 ha; - Campos: 1.208,80 ha; - Gramínea: 4.352,49 ha; - Periurbano: 646,62 ha; - Periurbano Alto Padrão: 1.817,79 ha; - Ocupações Isoladas: 5,54 ha; - Vegetação Mista: 92,22 ha; - Aterro Sanitário: 102,25 ha; - Floresta Galeria/Ciliar: 1950,34 ha; - Solo Exposto: 385,14 ha; - Prédios: 1291,18 ha; - Urbano Denso: 4.197,70 ha; - Urbano Denso Baixo Padrão: 694,18 ha, - Vegetação Arbórea de Alto Porte: 690,03 ha.

Quanto a distribuição espacial das classes, se observa que centro norte da bacia é a mais antropizada, sendo a vegetação nativa se restringindo basicamente às matas de galeria. Nesta porção, se observa uma considerável fragmentação da vegetação arbórea e arbustiva. Na parte sul ainda se observa uma maior extensão de vegetação de baixo porte e algumas áreas de característica periurbana. A figura 2 mostra o mapeamento resultante.

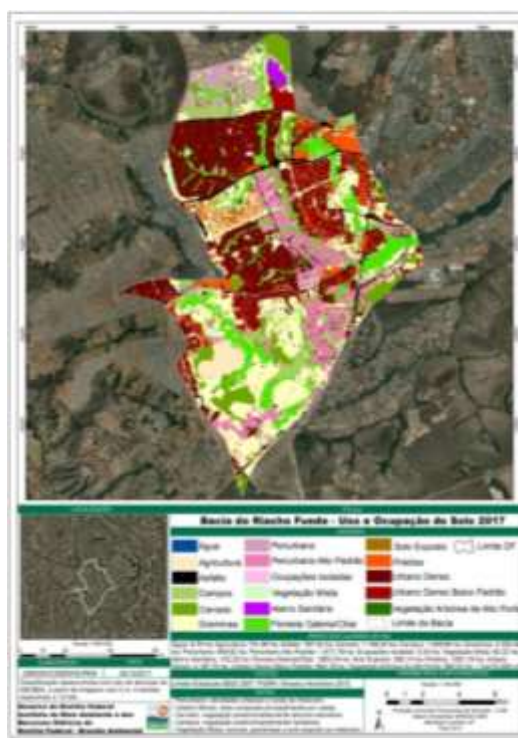


Figura 2: Mapa de uso e cobertura da terra da bacia do Riacho Fundo em 2017

Detecção de mudanças no Parque Burle Marx

A análise de mudanças no uso do solo do Parque Burle Marx foi feita com base na comparação da aerofoto de 2009 e na imagem Planetscope de 2017. Devido à diferença de resolução espacial, optou-se por classificar por meio de vetorização manual. Com isto o objetivo foi verificar as principais perdas de área de vegetação no referido parque. Para essa análise foi utilizado o *plugin* Molusce do QGIS 2.18, o qual analisa o uso do solo de

dois momentos e gera os polígonos e tabelas da classe X para Y ou não mudança. Para verificar os locais com “maior densidade” de mudanças de determinadas classes, selecionou-se as mudanças: vegetação para solo exposto, vegetação para superfícies construídas e vegetação de grande porte para gramínea. Com isto, foi feita a análise de Kernel, onde as cores “quentes” representam os locais com maior quantidade de mudanças. As figuras 3 e 4 mostram respectivamente os mapas de uso do solo e densidade de mudanças.

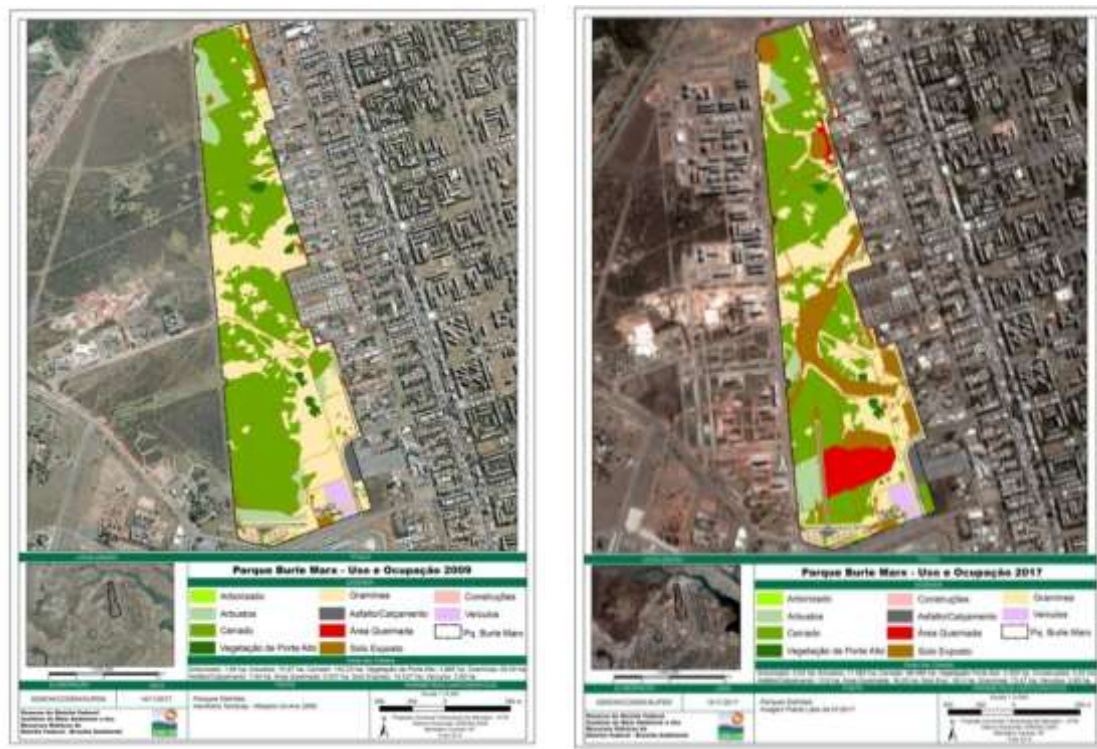


Figura 3: Mapas de uso e cobertura da terra no Parque Burle Marx em 2009 e 2017.



Figura 4: Concentrações das principais mudanças no Parque Burle Marx entre 2009 e 2017

Variação de Turbidez no Lago Paranoá

Um dos testes realizados com imagens de satélite PlanetScope, aplicados aos recursos hídricos, foi a aplicação do índice normalizado de diferença de turbidez (NDTI), desenvolvido por Lacaux et al. 2006. O índice dado por: $NDTI = (R-G)/(R+G)$, onde R é banda vermelha e G a banda verde, indica a presença de sedimentos em suspensão na água. Quanto maior o índice (valores positivos) maior é a concentração de sedimentos, consequentemente maior é a turbidez. Embora para validar a turbidez, sejam necessários coletas em campos, nesse momento de testes não foram, realizadas coletas em campo.

Como as imagens PlanetScope é possível fazer o calculo em do índice em vários momentos do ano, devido a sua alta resolução temporal. Assim é possível fazer outras análises e relacionar a variação da turbidez em função das chuvas, variação de descargas ou ainda relacionar a outros eventos antrópicos. O índice é calculado por meio do *Orfeo tool box* (OTB) no QGIS 2.18. No teste realizado foi realizado o calculo do índice para os meses de Fevereiro, Junho e Setembro de 2018 (Figuras 5 e 6)

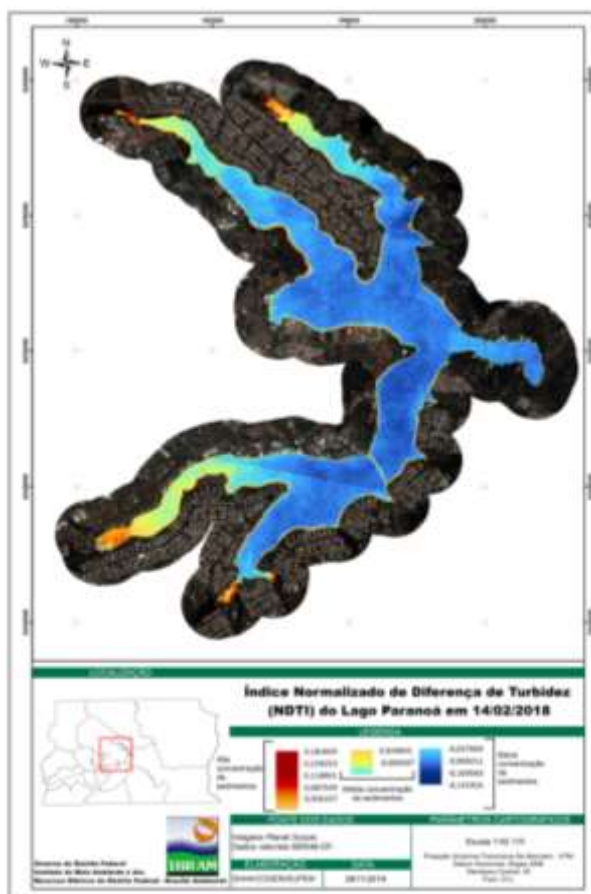


Figura 5: Variação do Índice de Turbidez (NDTI) no Lago Paranoá em Fevereiro de 2018

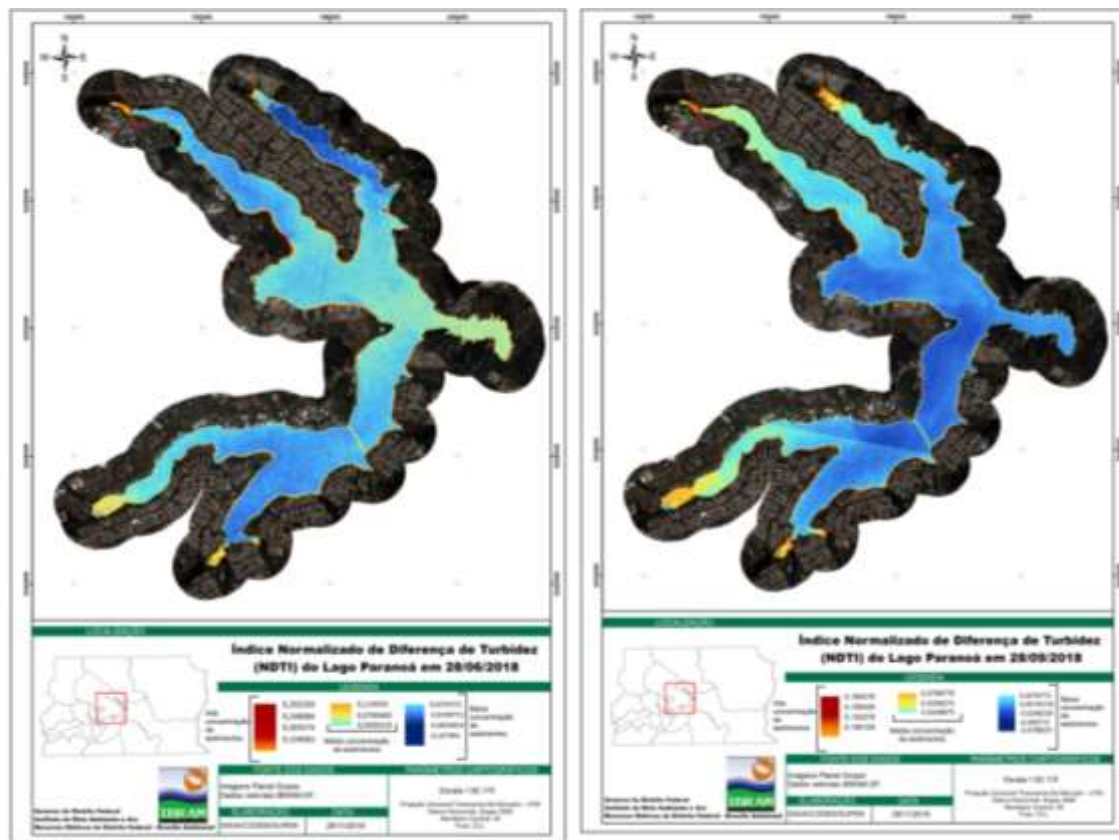


Figura 6: Variação do Índice de Turbidez (NDTI) no Lago Paranoá em Fevereiro, Junho e Setembro de 2018

Por meio do mapeamento do NDTI, é possível verificar que concentração de sedimentos ocorre principalmente na “ponta” dos braços. Comparando-se rapidamente os braços, o braço do Riacho Fundo é o que mostra maior concentração de sedimentos nos meses analisados.. Visualmente se pode verificar que nos meses de Fevereiro e setembro, a maior quantidade de sedimentos se restringe aos “braços” do Lago Paranoá, em quanto que em junho a parte mais ao centro do Lago apresentou uma concentração de sedimentos um pouco maior, se comparada aos outros meses, o que pode ser um indicativo da influência das chuvas na “diluição” dos sedimentos no Lago. Com isto podemos ver que o NDTI pode ser um elemento importante na análise de situação de assoreamento.

Temperatura da Superfície do solo em alta resolução espacial-LST

Outra aplicação em testes e como parte das mudanças metodológicas no Programa de monitoramento do campo térmico do DF (PROTERM) é o mapeamento da LST em alta resolução espacial. As imagens utilizadas para esse mapeamento é realizado a partir das imagens Landsat, atualmente a Landsat 8 TIRS, em resolução espacial de 30 metros. Com isto, as variações intraturbanas são “diluídas” nesta resolução. Assim, estão sendo

realizados testes com a aplicação do técnica de *downscaling* que objetivamente é reamostrar a LST em uma imagem de alta resolução espacial (no caso PlanetScope) por meio de modelos estatísticos. Como teste, foi realizado o mapeamento para a região do limite entre as RA's de Taguatinga, Ceilândia e Samambaia para 12 de agosto de 2018 (Figura7). Nota-se além da melhoria de resolução, o papel termorregulador da vegetação na temperatura e as diferentes temperaturas em nas áreas construídas, influenciada por fatores como tipo de matérias utilizados na construção.

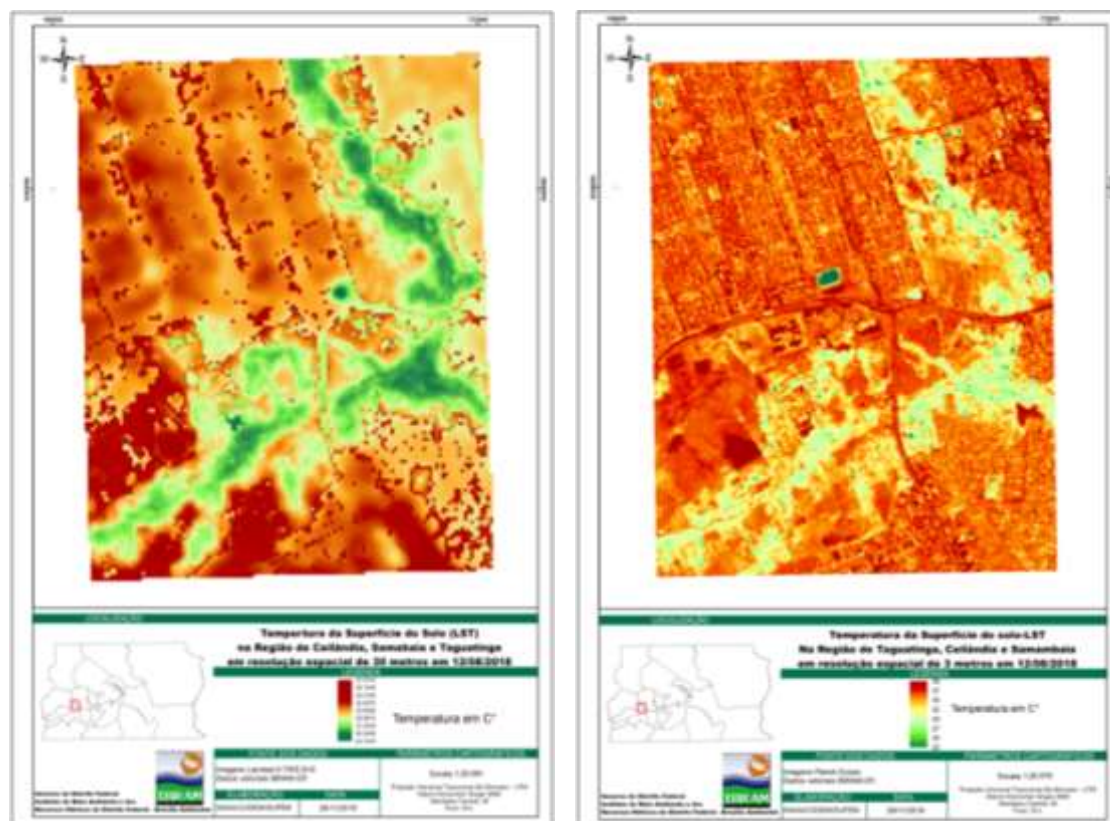


Figura 7: Mapeamento da Temperatura da Superfície do Solo em baixa e alta resolução espacial em agosto de 2018

CONCLUSÃO

Através dos produtos resultantes das demandas internas do órgão, ou dos programas em construção e/ou reformulação, pode-se verificar como o uso do sensoriamento remoto se torna uma importante ferramenta para geração de informações e subsídios para análises ambientais. Além disso, o uso de imagens de alta resolução espaço-temporal, como a PlanetScope, representa um ganho significativo, principalmente no que tange as análises da dinâmica urbano-ambiental e fornecendo ainda um nível de detalhamento satisfatório nas escalas mapeadas.

Com isto buscou-se mostrar como o uso e contínuo investimento em geotecnologias, representam um ganho importante no monitoramento ambiental do DF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, S., Magalhães, M., & Medronho, R. . (2017). Análise da distribuição espacial de casos da dengue no município do Rio de Janeiro, 2011 e 2012. *Revista Saúde Pública*, 51, 2–9. <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2017051006239>
- Isaya Ndossi, M., Avdan, U., Isaya Ndossi, M., & Avdan, U. (2016). Application of Open Source Coding Technologies in the Production of Land Surface Temperature (LST) Maps from Landsat: A PyQGIS Plugin. *Remote Sensing*, 8(5), 413. <https://doi.org/10.3390/rs8050413>
- Kiel, R. Detecção de mudanças no uso e na cobertura do solo em uma série temporal de imagens da Região da Campanha do Rio Grande do Sul. 2008. 201 f. **Dissertação de Mestrado**, (Programa de pós-graduação em sensoriamento remoto e meteorologia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008
- Lacaux JP, Tourre YM, Vignolles C, Ndione JA, Lafaye M: Classification of ponds from high-spatial resolution remote sensing: Application to Rift Valley Fever epidemics in Senegal. *Remote Sens Environ* 2006, 106:66-74
- Leite, E., Oliveira, L., & Borges, W. . (2015). *Análise do comportamento de temperatura de superfície na malha urbana de Araxá/MG, utilizando-se banda termal do satélite Landsat 8*. Araxá. Retrieved from www.sasgeo.eco.br
- Paviani, A. Brasília no contexto local e regional: urbanização e crise. **Revista Território**, p.14, 2003.
- Planet Team (2018). Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA. <https://api.planet.com>.
- Silva, A. A. (n.d.). *USO DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL DOS CERRADOS*. Retrieved from http://www.observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/up/215/o/SILVA__Adriana_Aparecida_sensoriamento_remoto.pdf
- Satiko, L., Cristina, A., Bentz, M., Bueno, S., Júlio, S., ... Luiz¹, S. (n.d.). *Uso do sensoriamento remoto ótico de alta resolução para a caracterização e monitoramento qualitativo de manguezais*. Retrieved from http://www.infoteca.inf.br/sbsr/smarty/templates/arquivos_template/upload_arquivos/acervo/docs/p1014.pdf
- Yang, Y., Cao, C., Pan, X., Li, X., & Zhu, X. (2017). Downscaling land surface temperature in an arid area by using multiple remote sensing indices with random forest regression. *Remote Sensing*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/rs9080789>

Wang, Q., Rodriguez-Galiano, V., & Atkinson, P. M. (2017). Geostatistical solutions for downscaling remotely sensed land surface temperature. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(2W7), 913–917. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W7-913-2017>

O lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas

Leiliane Saraiva Oliveira, Márcio Niemeyer Borges, Tiago Geraldo de Lima

INTRODUÇÃO

Uma área é considerada degradada quando sua vegetação nativa e sua fauna são destruídas, removidas ou expulsas, quando sua camada fértil do solo é perdida, removida ou enterrada e/ou quando a qualidade e regime de vazão do seu sistema hídrico é alterado (IBAMA, 1990). A recuperação implica em atingir uma condição mínima e estável para que seja estabelecido no sítio degradado um novo equilíbrio dinâmico, com o desenvolvimento de um novo solo e de uma nova paisagem, a fim de promover o retorno deste sítio a uma forma de utilização definida em um plano pré-estabelecido (BRASIL, 1990).

A recuperação ambiental de uma área alterada pela mineração envolve diversos aspectos importantes para a obtenção de um resultado final e a revegetação dessas áreas depende do sucesso das etapas componentes do processo de recuperação do solo (BRASIL, 1990). A compactação da superfície exposta, a topografia que favorece enxurradas, a baixa capacidade de retenção de água e a baixa concentração de nutrientes no substrato são fatores limitantes da recuperação do solo e desenvolvimento de plantas em áreas mineradas (CORRÊA, 2007). As chuvas podem provocar aumento da compactação do solo, o carreamento de sedimentos por meio da erosão laminar em sulcos, ravinas e voçorocas frequentemente presentes em áreas mineradas, afetando a qualidade e quantidade da água e podendo provocar o assoreamento de córregos, rios e reservatórios, além de diminuir a capacidade de armazenamento de água no solo (Corrêa, 2007).

De acordo com Corrêa (2007), aumentar o teor de matéria orgânica em áreas mineradas para, no mínimo, 2% é de suma importância para o estabelecimento de uma revegetação e para se obterem melhorias químicas, físicas e biológicas no substrato a ser recuperado. Aliando a introdução de matéria orgânica com práticas de proteção contra a erosão do solo, de estabilização da paisagem e de escarificação ou subsolagem para formação de um novo solo, é possível viabilizar o retorno da vegetação e, conseqüentemente, a estabilização do solo.

Dessa forma, o lodo de esgoto surge como um substrato vantajoso, por ser um resíduo rico em matéria orgânica, que pode recuperar nutrientes e melhorar a CTC do solo. A aplicação do lodo em solos degradados é considerada uma alternativa que permite a reciclagem de um resíduo concomitantemente à recuperação dos solos de superfícies degradadas.

O termo lodo é utilizado para designar um dos subprodutos sólidos do tratamento de esgotos. Durante os processos biológicos de tratamento, parte da matéria orgânica é absorvida e convertida, fazendo parte da biomassa microbiana, correspondendo ao lodo biológico ou secundário (Andreoli et al, 2014), que corresponde à maior porção do lodo gerado nas estações de tratamento de esgotos – ETEs.

Após a geração do lodo, seguem-se o adensamento, a estabilização com redução da matéria orgânica e redução de sólidos voláteis, o condicionamento e desaguamento para redução de volume, a higienização para remoção dos organismos patogênicos e disposição final dos subprodutos.

No Brasil, o uso do lodo de esgoto é regulamentado pela Resolução CONAMA nº 375/2006, que define critérios e procedimentos para o uso agrícola do lodo e produtos derivados. Já no Distrito Federal existe a resolução CONAM nº 03/2006, que disciplina o uso de lodo de esgoto no DF, incluindo para recuperação de áreas degradadas. Ambas as resoluções definem limitações de uso e critérios físico-químicos e microbiológicos aceitáveis, bem como apresentam orientações para projetos de uso de lodo.

A Pesquisa Nacional do Saneamento Básico (IBGE, 2008) apresentou dados referentes ao panorama do lodo no Brasil. À época, apenas 27% dos municípios brasileiros realizavam algum tipo de tratamento do lodo de esgotos. A situação é mais crítica quando se observa o destino do lodo gerado. A maior parte do lodo, 30%, era destinado aos aterros sanitários. Apenas 11% era destinado à agricultura, considerando que a Resolução Conama nº 375/2006 ainda era recente à época do estudo, não sendo aplicada efetivamente. O restante era despejado em rios, mar, terrenos baldios ou outros destinos não declarados. A incineração do lodo correspondia a 1%.

Atualmente pouco se evoluiu a respeito disso. Sabe-se que a legislação restringiu ainda mais o uso do lodo na agricultura e para outros aproveitamentos, generalizando a forma de uso e tratamento autorizadas, sem considerar as particularidades das regiões brasileiras.

METODOLOGIA ADOTADA PARA DESTINAÇÃO FINAL DO LODO DE ESGOTO NO DISTRITO FEDERAL

A Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB, é responsável pelo tratamento do esgoto no DF e, conseqüentemente, pela geração do lodo de esgoto. Atualmente esse material somente é utilizado na recuperação de áreas degradadas devido a sua classificação microbiológica conforme as resoluções supracitadas e conforme Licença de Operação. O processo de recuperação consiste basicamente nas seguintes etapas, considerando o projeto já autorizado pelo Instituto Brasília Ambiental -IBRAM (Figuras 1 a 8): medidas de conservação do solo; escarificação do substrato quando necessário, descarregamento, espalhamento e incorporação do lodo ao solo; aplicação de

cal hidratada para diminuição de odores e de atratividade de vetores; controle de plantas invasoras; e revegetação, conforme projeto.



Figura 1. Medidas de conservação do solo, com Terraceamento na Cascalheira Rajadinha.



Figura 2. Solo escarificado na cascalheira Rajadinha.



Figura 3. Descarregamento de lodo na área do projeto RFFSA.



Figura 4. Espalhamento do lodo na Cascalheira Rajadinha.



Figura 5. Incorporação do lodo ao solo na cascalheira Rajadinha.



Figura 6. Cal hidratada aplicada após a incorporação do lodo ao solo na cascalheira Rajadinha.



Figura 7. Plantio de feijão guandu para controle de plantas invasoras e cobertura vegetal no projeto RFFSA.



Figura 8. Roçagem do milho preparando para o plantio de mudas na cascalheira Rajadinha.



Figura 9. Mudas plantadas no projeto de pesquisa do Jardim Botânico.



Figura 10. Desenvolvimento da vegetação após 3 anos de plantio de mudas no projeto RFFSA.

RESULTADOS ALCANÇADOS

A seguir serão apresentados alguns projetos realizados com sucesso de revegetação com esse resíduo.

Projeto de recuperação da RFFSA

O projeto RFFSA consiste em objeto de acordo de cooperação técnica entre o Exército Brasileiro, a Caesb e a Terracap (Agência de Desenvolvimento do DF) para recuperação das superfícies degradadas em uma área de empréstimo de 195 hectares, explorada desde o início da construção de Brasília, e devido a retirada da camada fértil do solo, inviabilizou a revegetação natural. Com a união desses três entes públicos, foi possível converter dois problemas sérios em uma grande oportunidade ou solução em prol tanto da sociedade quanto do meio ambiente: a partir da destinação final adequada do lodo de esgoto, promover a recuperação de uma grande extensão de área degradada.

A área era predominantemente composta por latossolo vermelho e foi inicialmente dividida em talhões e recebeu incorporação de lodo e plantio de adubo verde pela Caesb e plantio de mudas pela Terracap, conforme pré-definido por talhão de 2012 a 2015, e de acordo com projeto autorizado pelo Instituto Brasília Ambiental – IBRAM. As figuras 11 e 12 apresentam o antes e o depois dos trabalhos realizados pelo projeto.



Figura 11. Área objeto de recuperação do projeto RFFSA em 2012. Imagem cedida pela Terracap.



Figura 12. Área objeto de recuperação do projeto RFFSA em 2016.

O projeto vem sendo objeto de várias pesquisas acadêmicas, já com alguns produtos gerados. Em uma pesquisa realizada nas áreas que receberam lodo do projeto RFFSA, FREITAS (2014) concluiu que o lodo de esgoto aplicado em conjunto com adubos verdes

é potencializado para recuperação da área degradada, proporcionando um solo diferenciado, com melhora nos indicadores de qualidade, distanciando-se das condições de área degradada e se aproximando da vegetação de Cerrado. Resultados semelhantes foram encontrados por OLIVEIRA (2015), destacando as vantagens do uso do lodo em consórcio com cobertura vegetal.

Projeto de recuperação da cascalheira Rajadinha

A Cascalheira Rajadinha é uma jazida explorada no passado pela Novacap, localizada entre a DF-130 e VC-185, na porção Centro-Leste do Distrito Federal, inserida na Área de Proteção Ambiental do Rio São Bartolomeu, contudo situada na bacia hidrográfica do Rio Preto (córrego Estanislau). A recuperação desta área foi autorizada em 2015 pelo IBRAM. As medidas de conservação o solo, bem como a incorporação do lodo de esgoto foram realizadas pela Caesb, que também realizou o plantio de milheto para permitir uma cobertura vegetal inicial até a época de plantio de mudas, que foi realizado pela Novacap no final de 2016 e início de 2017. As figuras 13 a 15 apresentam o antes e o depois dos trabalhos realizados pelo projeto.



Figura 13. Área objeto de recuperação da cascalheira Rajadinha em 2015.



Figura 14. Área objeto de recuperação da Cascalheira Rajadinha em 2016, após incorporação de lodo e plantio de milho.



Figura 15. Área objeto de recuperação da Cascalheira Rajadinha em 2017, após plantio de mudas.

Projeto de pesquisa na cascalheira do Jardim Botânico de Brasília

O EEJBB é uma Unidade de Conservação na categoria Estação Ecológica, com antigas áreas de mineração que necessitam de serem recuperadas, principalmente, visando resgatar a função da vegetação anteriormente existente em seus aspectos físicos, químicos e biológicos, contribuindo para melhoria da infiltração de água, redução de processos erosivos e como ambiente de abrigo à fauna, podendo em um tempo maior chegar a se obter a condição de se resgatar o processo de sucessão ecológica do Cerrado da área degradada. Dessa forma, em 2015 foi idealizado um projeto de pesquisa para a realização de estudos com lodo de esgotos com o intuito de avaliar os resultados para a recuperação de áreas degradadas no interior da unidade. A CAESB foi convidada para análise da proposta de pesquisa e indicou o uso de lodo seco para a recuperação da cascalheira situada no interior da EEJBB, com aproximadamente 6 ha, localizada na área de drenagem do córrego do Cocho, afluente do Rib. do Gama na bacia hidrográfica do Lago Paranoá próxima ao Setor de Mansões Dom Bosco, no Lago Sul.

A cascalheira foi dividida em 3 áreas e 3 tratamentos por área para receberem o lodo conforme taxas de aplicação previamente calculadas, visando observar a influência da quantidade de lodo de esgoto na fertilização do solo, prevendo a redução ou aumento da quantidade de fertilizante em atividades futuras de recuperação de áreas degradadas.

O projeto ainda está em fase de estudos, mas nas análises realizadas com o intuito de monitorar os recursos hídricos no córrego Cocho em dois pontos próximos às nascentes a jusante da cascalheira, antes e depois do período de chuvas, não evidenciam qualquer contaminação relacionada ao uso de adubo orgânico como o lodo de esgotos. As figuras 16 e 17 apresentam a evolução do processo de recuperação da área.



Figura 16. Cascalheira objeto de projeto de pesquisa com aplicação de lodo seco no JBB em novembro de 2015.



Figura 17. Cascalheira objeto de projeto de pesquisa com aplicação de lodo seco no JBB em maio de 2017.

Projeto de recuperação da cascalheira Cachoeira da Colina

A Cascalheira Cachoeira da Colina é uma área degradada de 8,4 hectares, localizada às margens da rodovia DF-230, Km 12, na Fazenda Cachoeira da Colina, com última exploração realizada pelo Departamento de Estradas e Rodagens – DER, em 2013. A área apresentava-se bastante vulnerável a processos erosivos e os trabalhos de recuperação foram realizados entre o final do ano de 2016 e o começo de 2017. O DER foi responsável pelas medidas de conservação do solo, a Caesb pela aplicação do lodo e a revegetação é de responsabilidade do proprietário da área e ainda não foi executada. As figuras 18 e 19 apresentam a área antes de depois de iniciado o processo de recuperação.



Figura 18. Cascalheira Cachoeira da Colina em 2016 antes da recuperação do solo.



Figura 19. Cascalheira Cachoeira da Colina em novembro de 2017 após a recuperação do solo.

CONCLUSÃO

A recuperação das áreas degradadas com lodo de esgoto no projeto RFFSA vem apresentando resultados satisfatórios e até superiores às áreas recuperadas da forma tradicional somente com o plantio de mudas em covas, sendo benéfico à formação de novo solo e consequentemente permitindo condições de crescimento de vegetação, conservação do solo, evitando erosões superficiais e permitindo o retorno da fauna local, condicionada a adoção das devidas precauções durante a aplicação do lodo.

Pelo monitoramento dos projetos realizados ficou claro que a aplicação de lodo de esgoto classe B em áreas degradadas é bastante segura quanto as questões de riscos ambientais, sendo uma valiosa alternativa para a disposição final de lodo de esgotos. Em possível revisão da legislação vigente relativa à disposição de lodo, seria importante a inclusão e viabilidade do uso do lodo classe B incentivando o uso deste subproduto do tratamento de esgotos na recuperação de áreas degradadas.

Deve-se destacar que o sucesso da revegetação e recuperação destas áreas tem se dado, principalmente, pelos esforços conjuntos realizados pelos participantes Exército Brasileiro, Terracap, Jardim Botânico de Brasília, DER, Novacap e CAESB com acompanhamento e execução das ações pré-acordadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, Cleverson V.; SPERLING, Marcos Von; FERNANDES, Fernando. **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. 2ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

BRASIL, Instituto Brasileira do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. 96p., Brasília: IBAMA, 1990.

CORRÊA, R S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado – manual para revegetação**. Brasília: Universa, 2007. 173 p.

FREITAS, Talita Oliveira Tarlei de. **Lodo de esgoto e adubos verdes na recuperação de área degradada: alterações nos atributos químicos e biológicos do solo**. Orientação: Cícero Célio de Figueiredo, Brasília, 2014. (37) páginas. Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional do Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>

OLIVEIRA, Daiana Nara Santos de. **Efeito do lodo de esgoto e de plantas de cobertura na recuperação de uma área degradada em Brasília-DF** /orientação de Eiyti Kato, Co-orientadora Maria Lucrécia Gerosa Ramos. – Brasília, 2015, 61 p.: il. Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2015.

Eficiência e economia dos recursos naturais no combate a incêndio: o uso do sistema de espuma por ar comprimido pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

George Cajaty B. Braga, Gilberto Pinto Filho, Luciano Maximiano da Rosa,
Helen Ramalho de Oliveira, Vanessa Signale de Lucena Malaquias,
Joaquim Pereira Lisboa Neto, Helder de Farias Salazar,
Admilson Queiroz de Sousa, Ismael Moura de Souza.

RESUMO

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) tem como missão a proteção de vidas, do patrimônio e do meio ambiente. Dentro dessa filosofia, o CBMDF pesquisou sobre o uso de “Sistema de espuma por ar comprimido” no combate a incêndios urbanos. A água sempre foi utilizada como recurso primário no combate a incêndio. Mas ela é um recurso finito e cada vez mais caro. Com o objetivo de aperfeiçoar o seu uso, o CBMDF vem realizando nos últimos 12 anos pesquisas com o objetivo de melhorar os procedimentos, técnicas e equipamentos de combate a incêndio. Dentre as diversas iniciativas realizadas, o aprimoramento das técnicas de combate a incêndio com água, com excelentes resultados com a utilização da técnica de jato atomizado, mas buscou-se avançar ainda mais no combate a incêndio urbano. Este avanço surgiu com a pesquisa do uso do sistema de espuma por ar comprimido que permitiu melhorar ainda mais a eficiência no combate a incêndio e, em especial, avançar de forma inigualável no uso sustentável do recurso natural mais utilizado no combate a incêndio, a água. O sistema apresenta 5 grandes vantagens quando comparado ao uso apenas da água: Diminuição na quantidade de água utilizada no combate a incêndio; Maior e mais rápido resfriamento na operação; Potencial diminuição na quantidade de agentes poluição na rede de águas pluviais; Diminuição da poluição atmosférica; e Diminuição da exposição aos efeitos nocivos do calor no ser humano.

INTRODUÇÃO

A utilização do sistema de espuma por ar comprimido (*Compressed Air Foam System* - CAFS, em inglês) para a extinção de incêndio trouxe para o Brasil um agente extintor que permite um avanço significativo no uso racional da água, com diminuição do consumo

de água e aumento da eficiência no combate a incêndios classes A e B, em especial para incêndios de médio e grande porte.

Em testes realizados pelo CBMDF foi percebida uma diminuição significativa na quantidade de água utilizada no combate, com redução de mais de seis vezes para incêndios menores, além de permitir um aumento na taxa de queda de temperatura, também na ordem de mais de seis vezes para incêndios em ambiente confinado. O sistema também tem potencial para diminuir a poluição gerada em um incêndio, na medida em que a espuma cobre e impede a liberação de gases tóxicos na atmosfera, bem como diminui a quantidade de produtos da combustão carregada pela água para o sistema de águas pluviais da cidade.

Além disso, ele também garante maior probabilidade de sobrevivência às pessoas que estão no ambiente e expõe menos os bombeiros e pessoas próximas à exposição a gases tóxicos e por vezes cancerígenos. É importante também ressaltar que a espuma é 100% biodegradável em menos de 30 dias.

HISTÓRICO E JUSTIFICATIVA

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal – CBMDF tem, em sua trajetória, buscado por ações sustentáveis e inovadoras condizentes com sua posição de vanguarda dentre as instituições militares congêneres. Uma delas é o uso do sistema de espuma por ar comprimido no combate a incêndio (CAFS), hoje largamente utilizado pela instituição e difundida para as outras corporações de todo o país.

Mesmo com o CBMDF tendo aderido formalmente ao programa da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) do Ministério do Meio Ambiente apenas em junho de 2015, desde muito tempo já ocorriam pesquisas voltadas para o uso mais racional dos nossos recursos naturais. Isso decorre do fato do CBMDF ter como missão realizar “pesquisas técnico-científicas, com vistas à obtenção de produtos e processos, que permitam o desenvolvimento de sistemas de segurança contra incêndio e pânico” (Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, reafirmado pelo Decreto nº 7.163, de 29 de abril de 2010). Devido a essa obrigação legal o CBMDF buscou, e continua buscando, o desenvolvimento das áreas de prevenção, combate e investigação de incêndio, estando, desde 2003, cadastrado como instituição de pesquisa no Diretório de Instituições do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Além disso, desde 2005, o CBMDF vem apresentando projetos a diversas agências financiadoras de pesquisa do país, já tendo projetos aceitos e executados na FAPDF, CNPq e FINEP. Em especial, o projeto “Modernização dos Procedimentos de Combate e de Investigação de Incêndio - MODFOGO”, financiado pela FINEP, permitiu a realização do trabalho aqui apresentado.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Este projeto, desenvolvido em um período de mais de 5 anos permitiu deixar o CBMDF apto a realizar as suas atividade de combate a incêndio com grande eficiência, mesmo em um período de racionamento de água como o ocorrido no Distrito Federal no último ano. Isso foi possível na medida em que se buscou uma maior eficiência e eficácia no combate a incêndio com uma diminuição do insumo mais utilizado em qualquer corporação de bombeiros do mundo, a água.

Para chegar ao atual estágio em que o CBMDF se encontra no uso do sistema de espuma por ar comprimido, foram diversas etapas, permitindo um desenvolvimento seguro e contínuo, até a sua aplicação para toda a instituição. Inicialmente foram analisados sistemas inovadores de combate a incêndio existente no país e no mundo, sendo adquirido equipamento do sistema de espuma por ar comprimido com verba do projeto de pesquisa MODFOGO apoiado pela FINEP. Logo após foram desenvolvidas pesquisas com o sistema, verificando a sua limitação em situação de testes em ambiente controlado, tanto em escala reduzida, quanto em tamanho real. Em seguida a este período de pesquisa, houve uma etapa de teste em situação real de incêndio, com o equipamento sendo adaptado para uma viatura e permitido ser utilizado no socorro de um quartel operacional. Tendo sido aprovado nessas duas situações, partiu-se para a sua fase de aplicação do sistema na instituição como um todo, com o desenvolvimento de treinamento específico para utilização do sistema de espuma por ar comprimido e de especificação e aquisição de viaturas com o sistema.

Resultados da fase de pesquisa

Em testes controlados realizados pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, quando um incêndio foi combatido com água em 160 elementos de madeira (ver figura abaixo), teve-se um gasto de 1.560 litros de água, com tempo de combate de 8 minutos, sendo que ocorreu reignição em menos de 10 minutos após o fim do combate. Quando foi combatido com espuma, gastou-se 250 litros de água, com tempo de combate de 3 minutos e 30 segundos, sendo que não ocorreu reignição em menos de 10 minutos.



Figura 20 - Teste de combate a incêndio em madeira Fonte: Grupo de pesquisa em Ciência do Fogo do CBMDF

Além disso, diversos outros testes foram realizados em condições que geralmente demandam muita água para combatê-lo, como pneus e líquidos combustíveis.

No caso de incêndio em grande quantidade de material polimérico e com grande taxa de liberação de calor, onde, em geral há demanda por grande quantidade de água, tanto no combate, mas especialmente no rescaldo (ações realizadas após o combate ao incêndio para evitar a sua reignição), foi realizado um teste com queima de 120 pneus. Após 6 minutos de pré-queima, foi possível combater o incêndio em apenas 82 segundos e com um gasto inferior a 250 litros de água (água utilizada para criar a espuma). Cabe salientar a diferença da coloração da fumaça durante o combate, saindo de uma fumaça densa e escura antes do combate, para rapidamente, em 40 segundos, estar com uma fumaça clara e esbranquiçada, principalmente formada pela vaporização da água contida na espuma (ver figuras abaixo).



Figura 21 - Queima de 120 pneus. Fonte: Grupo de pesquisa em Ciência do Fogo do CBMDF

Foram também realizados testes para o caso de incêndio em reservatório de combustível, incêndio que requer muito cuidado, em especial pela elevada quantidade de liberação de calor, mas também pelo seu risco de transbordamento, como o ocorrido em Alemoa, Santos-SP, em 2015. Neste caso, foi realizado queima em um local de 10 por 10 metros, totalizando 100 m² de área, contendo 3.000 litros de diesel e 100 litros de gasolina. Com tempo de pré-queima de 2 minutos, permitindo o desenvolvimento completo da queima, foi possível combater o incêndio utilizando o sistema de espuma por ar comprimido em um tempo de 67 segundos, com gasto de água para criar a espuma um pouco acima de 200 litros (Ver figura abaixo). Cabe salientar que, guardadas as devidas proporções do incêndio e a dificuldade inerente devido a altura e cobertura dos reservatórios, no incêndio em Alemoa a imprensa diz que foram gastos até 8 bilhões de litros de água no seu combate (Fonte: <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/12/video-inedito-mostra-explosao-que-iniciou-incendio-de-nove-dias-em-sp.html>).



Antes do combate



67 segundos após o início do combate

Figura 22 - Incêndio em reservatório de combustível (100 m²). Fonte: Grupo de pesquisa em Ciência do Fogo do CBMDF

Além disso, foram realizados teste de combate a incêndio em uma edificação (ambiente interno), sendo possível verificar a eficiência na diminuição da queda de temperatura no ambiente quando se utiliza o sistema de espuma por ar comprimido quando comparado ao combate regular com o uso de água. Em diversos testes realizados, em geral verifica-se que a espuma consegue diminuir a temperatura em uma taxa de aproximadamente 19 graus Celsius por segundos, enquanto o combate e realizado apenas com o uso da água, a queda de temperatura fica da ordem de 3 graus Celsius por segundo (Ver figura abaixo).

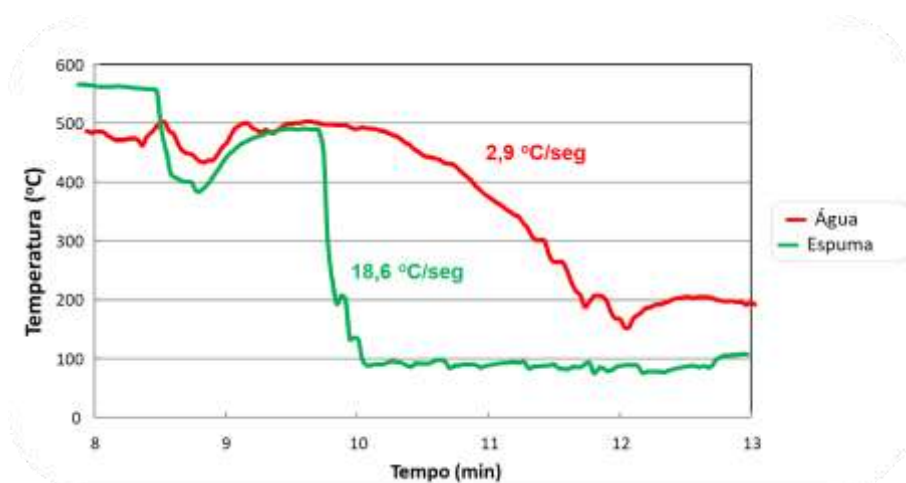


Figura 23 - Temperatura do ambiente no local do foco a 1,5 metros de altura em uma edificação durante o combate a incêndio com água e com o sistema de espuma por ar comprimido. Fonte: Grupo de pesquisa em Ciência do Fogo do CBMDF

Resultados da fase de teste em situação real de incêndio

Nesta fase o equipamento utilizado foi adaptado para correr para o socorro em um dos quartéis com mais demanda de incêndio, neste caso o 2º GBM em Taguatinga. A viatura ficou disponível para utilização durante um período superior a um ano e meio. Para tal, foi passado treinamento específico para todos os bombeiros que iriam compor as

guarnições que poderiam utilizar o equipamento. Depois disso, o equipamento foi disponibilizado para ser utilizado, por meio da colocação dele dentro de uma viatura existente da corporação (ver figura abaixo), com a obrigação de que fosse preenchido um formulário a cada utilização do sistema. Desta forma, poderiam ser avaliadas as potencialidade e limitações do sistema durante a sua utilização real, bem como analisar a dificuldade de adaptação, até mesmo com respeito a mudanças culturais nos procedimentos normalmente realizados de combate a incêndio.



Figura 24 - Equipamento utilizado e viatura adaptada. Fonte: Grupo de pesquisa em Ciência do Fogo do CBMDF

De todas as vezes utilizadas, pouquíssimos problemas ocorreram, em geral decorrentes de erro de operação, ou devido a falta de extrato de espuma suficiente na viatura para o caso de um incêndio de grande proporções. Mas todos reafirmaram a eficiência e eficácia do sistema. Com base nesses dados, foi possível recomendar o uso do sistema pelo CBMDF, bem como planejar com mais exatidão a instrução de utilização do sistema, reforçando pontos que levaram a erro de operação.

Fase de aplicação do sistema ao CBMDF

Com os resultados obtidos durante as fases de pesquisa e utilização em situação real de incêndio foi possível verificar a sua real aplicabilidade no CBMDF, bem como analisar o caminho a ser percorrido até a sua utilização na instituição.

Foram criadas as especificações que permitiram que as viaturas de combate a incêndio que estaria sendo adquiridas pelo CBMDF contemplassem o sistema, possibilitando que hoje todas as viaturas de combate a incêndio urbano do CBMDF possuam o equipamento, sendo 30 viaturas de porte grande (ABT), 26 de porte médio (ASE) e 10 escadas mecânicas (ABE). Ver figura abaixo (sentido horário, de cima para baixo: ABT, ASE e ABE).



ABT



ASE



ABE

Figura 25 - Viaturas do CBMDF com o sistema de espuma por ar comprimido. Fonte: CBMDF.

Foi também desenvolvida capacitação específica sobre utilização e operação do sistema de espuma para toda a corporação, sendo realizado treinamento para mais de dois mil bombeiros em apenas um ano. Além disso, ainda em 2012, portanto antes da chegada das novas viaturas com o sistema, as técnicas de utilização dele foram incorporadas a todos os cursos de combate a incêndios existentes na corporação, desde os cursos de formação (CFO e CFP), até os cursos de especialização (COI e CICOI), permitindo a que todos os bombeiros estivessem treinados na utilização desta nova técnica.

CONCLUSÕES

O sistema de espuma por ar comprimido utilizado pelo CBMDF manifesta cinco grandes vantagens:

- I. Diminuição na quantidade de água utilizada no combate a incêndio, apresentando um avanço significativo no uso racional da água.
- II. Maior e mais rápido resfriamento na operação, fazendo com que a temperatura diminua seis vezes mais rápida que a água em incêndio estrutural.
- III. Potencial diminuição na quantidade de agentes poluição na rede de águas pluviais, pois, no combate tradicional aos incêndios, a água em excesso escorre para a rede de águas pluviais, carreando materiais tóxicos para os mananciais. O uso da espuma evita este efeito, pois ela se fixa ao material e fica contida no local onde foi jogada. É importante ressaltar que a espuma é 100% biodegradável em menos de 30 dias.

- IV. Diminuição da poluição atmosférica, na medida em que o sistema diminui a poluição gerada em incêndios, pois, além do combate ser mais rápido, a espuma cobre e impede a liberação de gases tóxicos (incluindo os cancerígenos) no meio ambiente.
- V. Diminuição da exposição aos efeitos nocivos do calor no ser humano, devido as vantagens associadas de resfriamento, abafamento e bloqueio da radiação térmica, aumentando as chances de sobrevivência das pessoas que estão no ambiente e protegendo os bombeiros que atuam na operação.

Apesar de esta iniciativa ter como público alvo direto a sociedade do Distrito Federal, ela tem potencial para beneficiar toda a sociedade Brasileira e da América Latina. O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal é um polo difusor de conhecimento, já tendo ministrado instrução de combate a incêndio para todos os estados do país, bem como para diversos países da América latina, mostrando a eficiência de uma tecnologia que permite um uso mais racional dos recursos naturais, impactando, assim, todo o mundo.

Este importante trabalho veio a consolidar o compromisso do CBMDF na promoção de ações relativas à responsabilidade socioambiental e à agenda A3P, tornando-se um referencial em pesquisa de novas tecnologias sustentáveis e inovadoras para uma eficiente utilização dos recursos naturais. Isto pode ser comprovado por meio do 6º prêmio A3P (2016), tendo o CBMDF ficado com o 1º lugar no Uso/Manejo Sustentável dos Recursos Naturais.

Programa de Monitoramento de Áreas Queimadas nos Parques e Unidades de Conservação do IBRAM – PROMAQ.

Airton Mauro de Lára Santos, Albino Luciano Simões Antonio, Danielly Ferreira, Elenice dos Santos Costa, Gabrielle Barraira Goes, Petrônio Diego Silva de Oliveira

RESUMO

O Programa de Monitoramento de Áreas Queimadas nos Parques e Unidades de Conservação sob a gestão do IBRAM– PROMAQ é um programa contínuo com produção anual de relatórios, tendo como objetivo vistoriar, quantificar os focos de incêndios florestais e mensurar as áreas incendiadas nos Parques e Unidades de Conservação sob a gestão do IBRAM. O levantamento de áreas queimadas é feito de duas maneiras: levantamento remoto, utilizando Imagens Planet Scope; e pelo levantamento físico, por meio de GPS. Ocorrido o incêndio florestal, para cada parcela afetada é feito registro em formulário específico (Registro de Incêndio Florestal – RIF). Posterior ao levantamento é feito o georreferenciamento, com a elaboração dos mapas, com localização das áreas queimadas. Por fim é publicado anualmente o relatório do PROMAQ, ferramentas de gestão a ser utilizada por todo órgão, como subsídio para a análise de vulnerabilidade e tomadas de decisão, principalmente aquelas voltadas aos incêndios florestais.

INTRODUÇÃO

O fogo tem sido usado como valioso instrumento de progresso ao longo da história. No entanto, quando foge ao controle do homem e provoca danos, surge o que se chama incêndio. Portanto, incêndio pode ser entendido como o fogo que, fugindo ao controle do homem, provoca danos, quer materiais ou humanos (MATOS, 2004).

Incêndio florestal é todo fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo ser provocado pelo ser humano (intencionalmente ou por negligência), ou por fonte natural (raios). De acordo com o Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina de Desastres, incêndio florestal pode ser entendido como propagação do fogo em áreas florestais, que normalmente ocorre em períodos de estiagem. Está intrinsecamente relacionado com a redução da umidade ambiental. Pode ocorrer espontaneamente ou ser provocado pelo homem. Ou seja, é o fogo que, fugindo ao

controle do homem, destrói cobertura vegetal produzindo danos de qualquer natureza (BRASIL, 2004).

As causas dos incêndios florestais estão ligadas, sobretudo, a ações antrópicas, como fogueiras, linhas férreas, linhas de transmissão, fumantes, queima de lixo ou ainda por causa de incendiários piromaniacos. Incêndios de causas naturais (raios) são raros e, quando ocorrem, são de pequenas dimensões, visto que há precipitação em seguida.

O comportamento do fogo nos incêndios florestais é afetado por diferentes fatores, como as condições atmosféricas (temperatura, umidade do ar, velocidade e direção do vento e precipitação), natureza do material combustível e topografia do terreno. Essas informações são importantes para a prevenção, combate e monitoramento dos incêndios florestais.

A prevenção aos incêndios florestais é uma atividade multidisciplinar feita em várias frentes de trabalho, englobando ações como a confecção e manutenção de aceiros, destinação correta de aparas e restos de poda e lixo, trabalho de sensibilização e educação ambiental enfatizando a importância de não queimar a vegetação. Convém salientar que a educação ambiental feita de forma lúdica com crianças de diversas idades estimula o conhecimento e a importância da conservação dos recursos naturais.

O monitoramento de incêndios florestais, e sua área queimada pode ser feito por sensoriamento remoto ou *in loco*, sendo este mais usual em incêndios de pequenas dimensões. Sensores remotos também são utilizados para detecção de focos de calor antes de ocorrer um incêndio florestal.

O Programa de Monitoramento de Área Queimada dos Parques e Unidades de Conservação do Distrito Federal –PROMAQ, deu-se início no ano de 2010, no qual também se compilou o levantamento de 2008 e 2009, totalizando 10 anos de monitoramento.

O PROMAQ tem por objetivo vistoriar, quantificar os focos de incêndios florestais e mensurar as áreas queimadas nos Parques e Unidades de Conservação sob administração do Instituto Brasília Ambiental – IBRAM.

PROCEDIMENTO PARA A COLETA DE DADOS

O monitoramento das áreas queimadas nos períodos de 2008 a 2017 foram direcionados apenas em Parques e Unidades de Conservação sob a gestão do IBRAM com coleta de dados anuais nos meses de janeiro e dezembro, utilizando imagens Landsat e levantamento em campo.

A partir de 2018 com a aquisição das imagens Planet Scope, a identificação das áreas queimadas passou a ser realizada por um novo sistema que contempla: 1) alerta de ocorrência de queimadas; 2) levantamento visual e tratamento das imagens Planet Scope;

3) rondas realizadas para validação das imagens de satélite em todos os Parques e unidades de Conservação do DF, ratificando as informações recebidas servidores do IBRAM, outros órgãos do GDF e população em geral.

A análise visual das imagens Planet Scope, é feita mensalmente nos meses de janeiro a maio e outubro a dezembro e quinzenalmente nos meses de junho a setembro. O levantamento das áreas queimadas feito por meio da coleta de pontos e trilha, feito pelo caminhar nos limites da área queimada, com o uso de um aparelho GPS. Para cada área queimada, é preenchido o Registro de Incêndios Florestal (RIF), independente do levantamento seja por meio remoto ou físico

Após a coleta de dados, são feitas o processamento das informações por sistemas de informações geográficas – SIG, onde são gerados os mapas da área queimada.

Com base nas informações coletadas, é elaborado o relatório anual totalizando todas as unidades atingidas por incêndios florestais nos Parques e Unidades de conservação, bem como a comparação com anos anteriores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2018, de janeiro ao dia 30 de novembro, foram levantados um total de 505 ocorrências de incêndio florestais e uma área total de 2.019,4299 ha, em 55 parques e Unidade de Conservação.

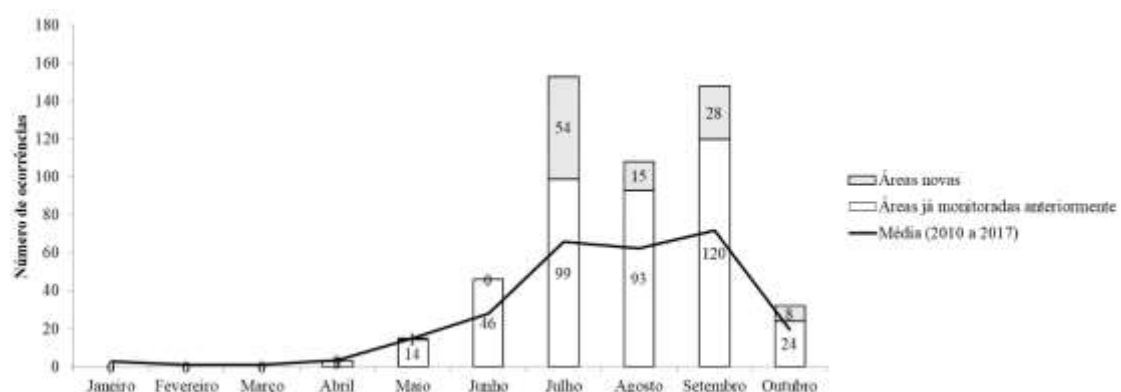


Figura 1. Número de registros de incêndios por mês.

Na Figura 1 é mostrado o aumento no número de registros de incêndios florestais nos Parques e Unidade de Conservação sob a administração do IBRAM, quando comparados ao valor médio. Esse aumento pode ter ocorrido pelo uso da Imagem de Satélite Planet Scope de alta resolução, que apresentou um avanço significativo no levantamento das áreas queimadas, áreas antes inacessíveis agora passam a ser monitoradas. Outra

explicação, é que devido a temporalidade de análise das imagens, a cada 15 dias, pode-se fazer diferenciação de áreas queimadas contíguas o que muitas vezes não era possível em campo, logo que uma área queimada, considerada como somente um registro, poderia ser formada por diversas áreas de queimadas diferentes.

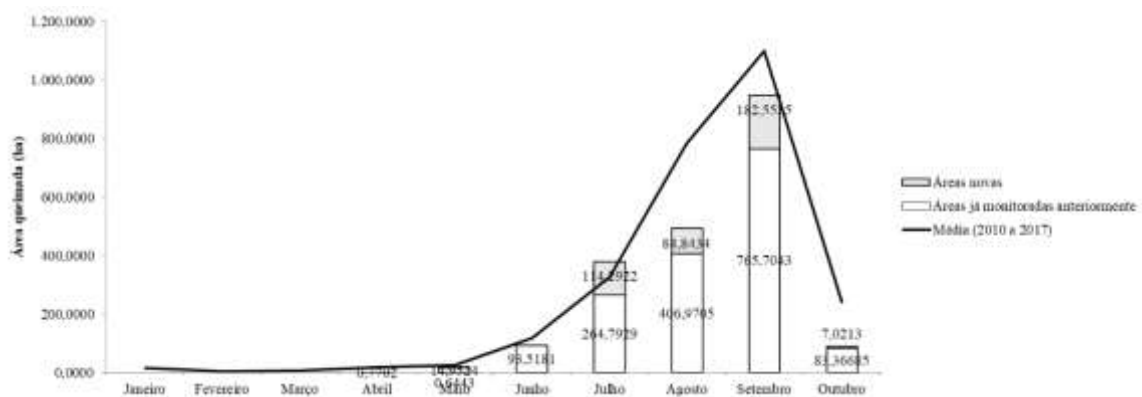


Figura 2. Quantidade de áreas queimadas por mês.

Ao mesmo tempo, na Figura 2, se observar uma diminuição no quantitativo de áreas queimadas quando comparada ao valor médio. A diminuição observada se deu ao fato, dentre outros fatores, pela mudança no regime de chuvas quando comparado com anos anteriores, tivemos médias de chuvas mensais superiores aos anos anteriores monitorados. Outra possível explicação para a diminuição na quantidade de áreas queimadas deve-se ao fato do IBRAM ter contratado 100 profissionais especializados em combate a incêndios florestais, dentre brigadistas, chefe de brigadas e chefe de esquadrão, qual foram distribuídos no Parques e Unidades de Conservação sob a gestão do IBRAM.

Outro fator preponderante a ser observado nas Figuras 1 e 2 (região destacada do gráfico), foi um aumento significativo de Unidades de Conservação que passaram a ser monitorados. Ainda assim, mesmo com o aumento de áreas monitoradas, observa-se uma diminuição na quantidade de áreas queimada em relação ao valor médio de 2010 a 2017.

Na Figura 3 mostra o comparativo para o período de 2010 a 2018 de áreas queimadas, registros de áreas queimadas e da quantidade de Parques e Unidades de Conservação atingidos por incêndios florestais, sendo que para o ano de 2018 é apenas o parcial até o dia 30 de novembro de 2018.

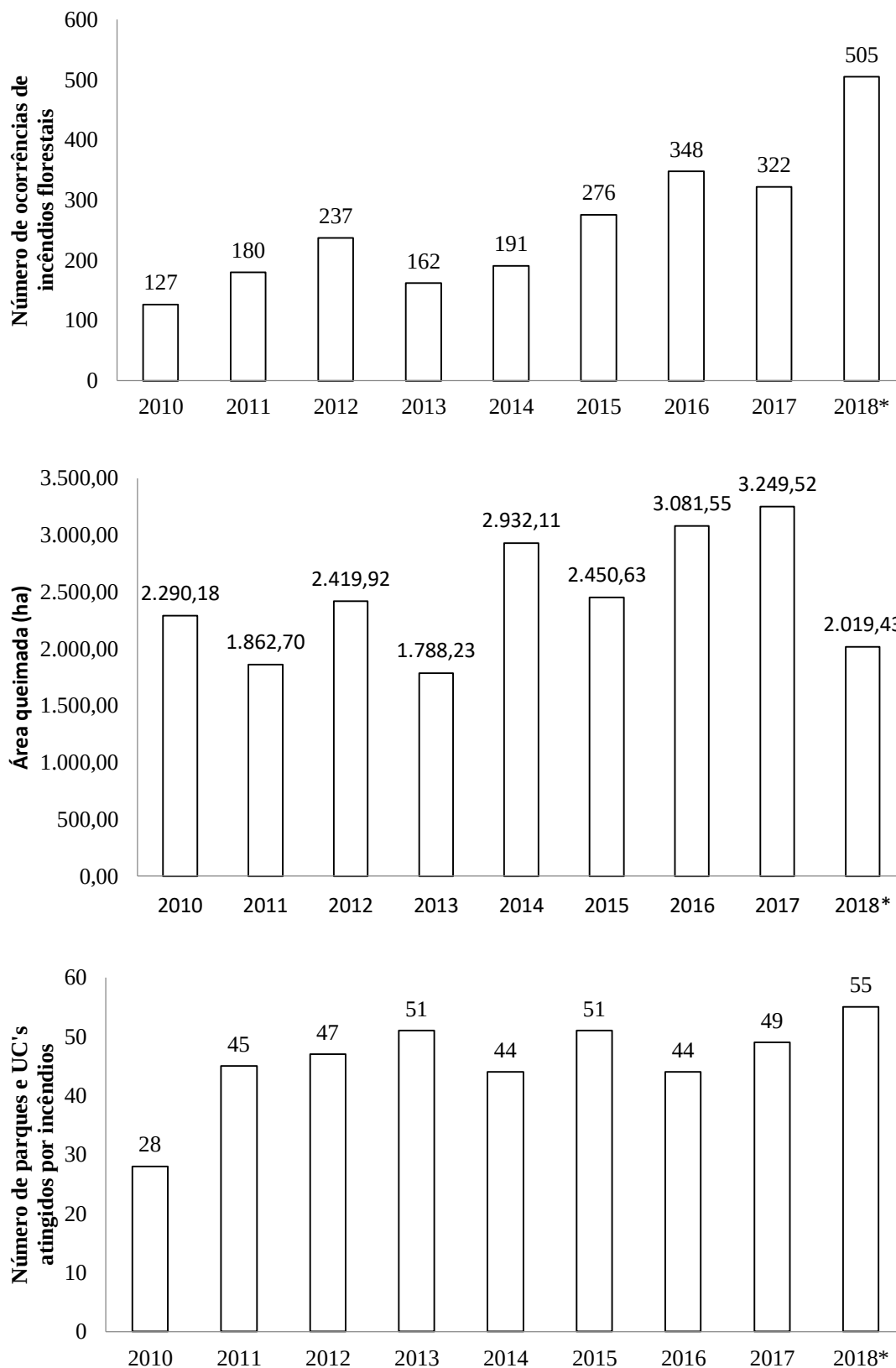


Figura 3. Comparação do quantitativo de parques atingidos por incêndios florestais de 2010 a 2018*.

Com a aquisição das imagens Planet Scope é possível monitorar e mapear a evolução do fogo remotamente, incluindo direção do vento, observando o início do foco e o quantitativo queimado por período de tempo, como mostra, Figuras de 4, tomado como exemplo do Parque Boca da Mata.

No dia 13 de agosto não há foco de incêndio, no dia 13 inicio de cabeça de fogo com 7,66 ha queimados e dia 14 evolução do incêndio totalizando 83,22 ha queimados.



CONCLUSÃO

Com base nos gráficos, até o dia 30 de novembro de 2018, houve uma diminuição na quantidade de áreas queimadas e ao mesmo tempo um aumento no número de registros.

Com a contratação da brigada, otimizou a confecção de aceiros, a identificação de focos de incêndios florestais, a intervenção imediata de combate aos incêndios, impedindo o avanço da cabeça de fogo, a vigilância (realização de rondas) nas Unidades de Conservação inibe a ação de vândalos e incendiários. Outras ações também contribuíram como educação ambiental nas comunidades lindeiras aos Parques e Unidades de Conservação.

O fator climático associado à quantidade de combustível são os principais responsáveis pelo quantitativo de área queimada em incêndios florestais, tendo o monitoramento de área queimada e a contratação da brigada, ferramentas para tomada de decisão.

Dentre os avanços na utilização das imagens Planet Scope estão:

1. Monitoramento de áreas antes inacessíveis, por se tratarem de áreas particulares, áreas invadidas, áreas de grandes dimensões, ou mesmo por questões de segurança dos servidores do IBRAM. Até 15 de outubro de 2018 já foram levantadas 6 Unidades de Conservação nunca antes monitoradas, ARIE's Córrego do Valo, Córrego Mata Grande, do Torto e Vila Estruturas; e Reserva Biológica do Descoberto;
2. Diminuição do esforço físico e no número de servidores para coleta das áreas queimadas, processo que até então era feito de maneira manual, sendo que no período crítico tinha que solicitar servidores de outros setores para realização da atividade;
3. Drástica diminuição nos custos para o levantamento das áreas queimadas, só no ano de 2017 foram gastos aproximadamente R\$ 46.000,00 e realizadas 47 vistorias de campo, nesse ano os gastos são apenas para validação de algumas áreas levantadas remotamente e áreas de florestas (natural ou plantada), que ainda são de difícil identificação visual nas imagens de alta resolução;
4. A partir desse ano será iniciado um trabalho de monitoramento de área queimada para todas as Unidades de Conservação do Distrito Federal (Unidades Distritais e Federais), em escala de 1:25.000 e com periodicidade mensal (parâmetros que ainda serão definidos a partir de outubro de 2018), atividade que manualmente antes seria impossível. Por fim, será criado mecanismo para um posterior levantamento de áreas queimadas para todo o território do Distrito Federal;

5. Com as imagens existe a possibilidade que em breve possamos automatizar o levantamento das áreas queimadas para o DF, com o uso de ferramentas de geoprocessamento;
6. Com a aquisição do sistema de alertas de áreas queimadas, comprados junto com as imagens, depois de uma validação, poderá ser considerado como primeira automação no levantamento das áreas queimadas no DF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. SECRETARIA DE DEFESA CIVIL. **Glossário de defesa civil:** estudo de riscos e medicina de desastres. 3 ed. rev. Brasília:Ministério da Integração Nacional, 2004. 283p.

MATOS, E. F. Incêndios Florestais. In: SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL – SEMARH. **Caderno técnico:** prevenção e combate aos incêndios florestais em Unidades de Conservação. Brasília, DF: Athalaia Gráfica e Editora. 2004. p. 19-30.

SILVA, T. B; ROCHA, W, J. S, F; ANGELO, M. F. Quantificação e análise espacial dos focos de calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.