
O USO DE GEOTECNOLOGIAS NO MONITORAMENTO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NA REGIÃO DA REDEC - 17 – BAURU

GEOTECHNOLOGY APPLIED TO MONITORING OF FOREST FIRES IN THE REGION OF REDEC-17 OF SÃO PAULO STATE

Gabriel Dias Guerche¹
Giovani Bruno Cantão¹
Guilherme José Pessato¹
João Marcos Batista Gabaldi¹
João Pedro Carneiro de Mattos¹
Lucas Generoso Bueno¹
Marilei Andrade¹
Nathan Alves Pereira¹
Rafael Dias Guerche¹
Renata Caroline da Silva¹
Eymar Silva Sampaio Lopes²
Guido Branco Júnior³
Lourenço Magnoni Júnior³
Wellington dos Santos Figueiredo³

RESUMO: A utilização de sistemas computacionais aplicados a questões do meio ambiente pode ser complexa e requer muitas variáveis a serem modeladas. Na literatura existem diversos modelos ambientais para as mais diversas aplicações como incêndios, enchentes, deslizamentos, entre outras. O desenvolvimento de geotecnologias com monitoramento em tempo-real de dados ambientais permite acompanhar as mudanças climáticas com potencial de deflagrar desastres. Neste contexto o Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN) instalado na Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho de Cabrália Paulista – SP vem desenvolvendo aplicações fazendo uso da plataforma TerraMA2 do INPE. O objetivo deste trabalho é apresentar o trabalho de monitoramento, análises e alerta a incêndios florestais realizado na região de atuação da REDEC-17 pelo CIADEN, onde concentram-se empresas de reflorestamento como a Duratex, Papel Suzano e Lwarcel. O sistema de monitoramento desenvolvido utiliza dados hidrometeorológicos coletados do INPE como precipitação acumulada por satélite, variáveis como umidade relativa, temperatura, vento, direção de vento e focos de queimadas do GOES, NOAA e Meteosat. A área monitorada compreende os talhões de Eucalipto e Pinus que estão dentro dos 39 municípios que configuram a REDEC-17 da Defesa Civil. As análises de risco a incêndios são realizadas sobre as condições hidrometeorológicas dentro e num raio entorno dos talhões. Sobre condições de baixa umidade, número de dias sem chuva,

¹ Alunos Ensino Médio e Técnico da Escola Técnica Estadual de Cabrália Paulista e participantes do Projeto de Iniciação Científica desenvolvido pelo CIADEN E-mail: ciaden@etecabralia.com.br

² Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). E-mail: eyamar@dpi.inpe.br

³ Professores da Escola Técnica Estadual de Cabrália Paulista/Centro Paula Souza. E-mail: ciaden@etecabralia.com.br

Artigo recebido em setembro de 2014 e aceito para publicação em novembro de 2014.

intensidade de vento, altura do dossel, presença de focos de queimadas nas em faixas de distância de 10 e 5 km são os principais parâmetros para produzir alertas em quatro níveis, isto é, observação, atenção, alerta e alerta máximo. O sistema passa por um processo de calibração e ajustes, mas os primeiros resultados já mostram promissores para os agentes de combate a incêndios na região.

Palavras-chave: Geotecnologias, Monitoramento, Incêndios Florestais, CIADEN, TerraMA2

ABSTRACT: The use of computational systems applied to environmental issues can be complex and requires many variables to be modeled. In literature there are many environmental models for various applications such as fires, floods, landslides, among others. The development of geo-technologies with real-time monitoring of environmental data allows to track climate change with the potential to trigger disasters. In this context, the Center for Integrated Disaster Alert (CIADEN) installed at the Technical School Astor de Mattos Carvalho in Cabrália Paulista - SP has been developing applications making use of the platform TerraMA2-INPE. The objective of this paper is to present the work of monitoring, analysis and alert fires conducted in the region the REDEC-I7 by CIADEN where concentrated reforestation companies as Duratex, Conpacel and Lwarcel. The monitoring system developed uses hydrometeorological data collected and accumulated precipitation INPE satellite, variables such as relative humidity, temperature, wind, wind direction and fire outbreaks GOES, NOAA and Meteosat. The monitored area includes Eucalyptus and Pinus that are within the 39 municipalities that make up the REDEC-I7 - Civil Defense. The fire risk analysis are performed on the hydrometeorological conditions within and around a radius of areas. About low humidity conditions, the number of days without rain, wind intensity, canopy height, presence of fire outbreaks in the distance buffer of 10 and 5 km are key parameters to produce alerts in four levels, ie, observation, attention, warning and alert. The system goes through a process of calibration and adjustments, but the first results already show promising agents for fire fighting in the region.

Key words: Geotechnology, Monitoring, Forest Fires, CIADEN, TerraMA2

Introdução:

O advento da globalização da economia capitalista e da terceira revolução industrial, científica e tecnológica provocou inúmeras mudanças e transformações na cadeia produtiva urbana e rural do mundo nas últimas cinco décadas. A ciência, a tecnologia, a informação e a inovação tecnológica tornaram à base de sustentação deste paradigma que alargou a dependência do homem contemporâneo em relação à energia produzida através da utilização dos hidrocarbonetos responsáveis pelo aumento das emissões antropogênicas de gases de efeito estufa detonadores do aquecimento global e das mudanças climáticas em curso no Planeta Terra.

Tal realidade permite-nos dizer que temos de um lado um novo sistema técnico hegemônico e, de outro, um novo sistema econômico, político, jurídico, social e cultural hegemônico, cujo ápice é ocupado pelas instituições supranacionais, empresas multinacionais

e Estados, que comandam objetos mundializados e relações mundializadas. O resultado, no que toca ao espaço, é a criação do que chamamos de meio técnico, científico e informacional, que é a nova cara do espaço e do tempo. É nele que se instalam as atividades articuladas pelo capitalismo globalizado, aquelas que têm relações mais longínquas e participam do comércio global, fazendo com que determinados lugares se tornem mundiais.

As mudanças e transformações de ordem econômica, política, social, científica e tecnológica pelas quais o Brasil atravessou nas últimas três décadas, promoveram a reestruturação da cadeia produtiva no meio rural e urbano para que pudéssemos atingir níveis satisfatórios de investimentos em inovação científica e tecnológica, de aumento da produtividade, eficiência e competitividade. Também, contribuíram para que nossa economia fosse inserida no contexto do capitalismo globalizado e projetou o Brasil como a sétima maior economia planetária.

Porém, neste processo de reestruturação e modernização da nossa estrutura produtiva o agronegócio brasileiro vem fazendo a diferença. A modernização da agropecuária brasileira iniciada na segunda metade do século XX abriu caminhos para que o Brasil desenvolvesse a melhor estrutura científica e tecnológica do setor agropecuário do mundo tropical, tornando nosso agronegócio robusto, inovador, eficiente e competitivo.

Hoje, somos um dos maiores produtores e exportadores de commodities da cadeia agropecuária global. Já faz mais de uma década, por exemplo, que as exportações do agronegócio sustentam o superávit da balança comercial brasileira. A produção de madeira e derivados oriundos de reflorestamentos de eucalipto e pinus para exportação é uma importante fonte de arrecadação de divisas do nosso agronegócio.

Para a Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA), o Brasil possui atualmente as florestas de eucalipto mais produtivas e competitivas do Planeta Terra. A maior parte da madeira produzida é processada em grandes plantas agroindustriais.

Segundo Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF), fechamos o ano de 2012 com mais 6,66 milhões de hectares de eucalipto plantados e a meta do setor é expandir a área cultivada em 45% nos próximos dez anos. O Estado de São Paulo sozinho concentra quase 20% do total brasileiro.

O aumento da demanda internacional por madeira e derivados oriundos de florestas plantadas está relacionado com a pressão internacional contra a derrubada de florestas nativas (como a amazônica no Brasil) e a diminuição da emissão de gases de efeito estufa que potencializam o aquecimento global responsável pelas mudanças climáticas em curso no mundo.

No município de Cabrália Paulista (sede do Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais - CIADEN) e em outros localizados na REDEC I-7, com destaque para Agudos, Avaí, Bauru, Borebi, Duartina, Lençóis Paulista, Reginópolis, Paulistânia e Piratininga concentram extensas áreas ocupadas por reflorestamento de eucalipto de propriedade de três Empresas parceiras do CIADEN: Duratex, Suzano Papel e Celulose e Lwarcel Celulose.

A produtividade das florestas de eucalipto plantadas é elevada em decorrência do alto grau de investimentos em ciência, tecnologia, informação e inovação, que começa na concepção das mudas clonadas em laboratórios ultramodernos, passa pelo preparo adequado do solo, plantio

adensado e manejo integrado e termina no ato do corte mecanizado das árvores cultivadas. Porém, igualmente a outros tipos de monoculturas, a ausência da diversidade de espécies deixa as plantações de eucalipto mais vulneráveis as pragas.

Entretanto, além das pragas, existe outro inimigo do qual as florestas de eucalipto e pinus são extremamente vulneráveis: o incêndio em períodos longos de estiagem. O fogo é um inimigo potencial das florestas, tanto naturais quanto plantadas, por ser uma força altamente destrutiva quando não controlado.

Como a presença do fogo nas plantações de eucalipto e pinus é certeza de prejuízo significativo, as empresas do setor são obrigadas dispor de uma estrutura bem planejada e articulada para identificar, monitorar e combater os focos de queimadas. Além de torres de monitoramento, elas possuem brigadas de incêndio compostas por profissionais bem treinados e equipados, máquinas próprias para apagar fogo e até cadastro de aeronaves agrícolas para auxiliar no combate de foco de queimada de grande monta.

Quando se trata da propagação dos incêndios, vários fatores contribuem para que ele se espalhe com grande velocidade, tais como: material combustível, a umidade presente nesse material, às condições climáticas predominantes no local, à topografia e o tipo de floresta, justificando a importância do uso das geotecnologias no monitoramento, principalmente as ferramentas disponibilizadas via satélites.

Vale lembrar que a ausência de um sistema eficiente de monitoramento de incêndios pode ameaçar os empreendimentos de reflorestamento tais como extração de resina no caso do pinus e da própria madeira tanto de pinus quanto de eucalipto.

No entanto, como estamos na era da globalização estruturada sobre um meio técnico, científico, informacional, inovador, complexo e flexível, temos que aproveitar as geotecnologias do paradigma da sociedade do conhecimento, da informação e da comunicação via satélite para desenvolvermos sistemas computacionais para aplicarmos nas questões relacionadas com o meio ambiente, principalmente para propiciar o monitoramento climático em tempo-real nas plantações de eucalipto e pinus.

Nos dias de hoje, na literatura existem vários modelos ambientais para as mais diversas aplicações como incêndios, enchentes, deslizamentos, entre outras. O desenvolvimento de geotecnologias com monitoramento em tempo-real de dados ambientais permite acompanhar as mudanças climáticas com potencial de deflagrar desastres.

Neste contexto o Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN), resultado de Protocolo de Cooperação Técnico-Científica firmado entre o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) de São José dos Campos, o Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, Regional de Defesa Civil da 7ª Região Administrativa REDEC – I 7 e a Prefeitura Municipal de Cabrália Paulista, através de sua Coordenadoria de Defesa Civil COMDEC, vem desenvolvendo aplicações fazendo uso da plataforma TerraMA2 do INPE.

Objetivos:

- Apresentar o monitoramento efetuado através de análises e alertas a incêndios florestais realizado na região de atuação da Regional da Defesa Civil do Estado de São Paulo Região

Administrativa de Bauru (REDEC-I 7) fazendo uso da plataforma TerraMA2 do INPE;

- Implementar do Índice de Perigo de Angstron (de origem sueca) e Monte Alegre (desenvolvido no Paraná pelo professor Ronaldo Viana Soares) modificados;
- Implementar o Risco eminente baseado no índice de perigo e ocorrências de focos de queimada próximos das plantações de eucalipto das empresas Duratex, Lwarcel Celulose e Suzano Papel e Celulose;
- Disponibilizar análises com o TerraMA2 no aplicativo web desenvolvido pelo CIADEN.

A Figura 1 abaixo mostra a localização da área de estudo:

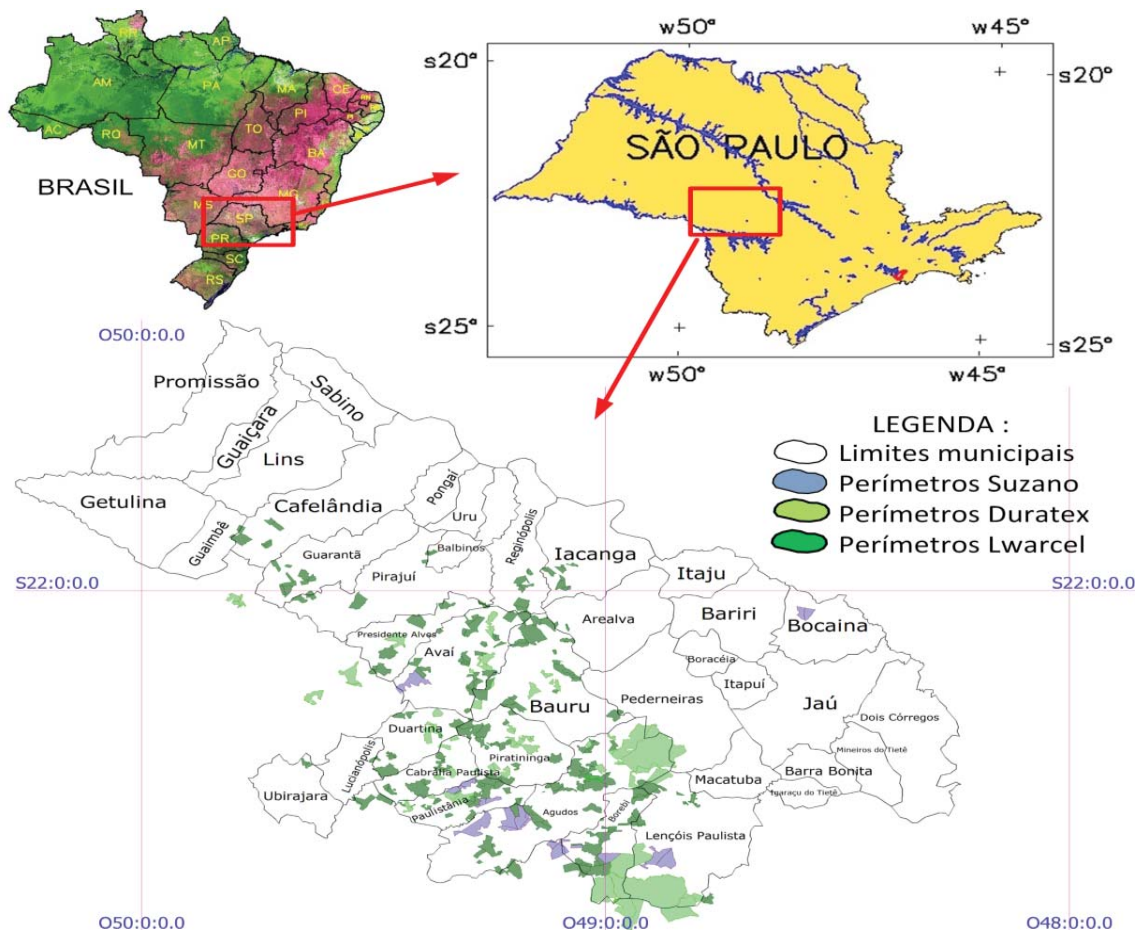


Figura 1 – Localização da área de estudo e perímetros das empresas de reflorestamento.

O sistema de monitoramento desenvolvido utiliza dados hidrometeorológicos coletados do INPE como precipitação acumulada por satélite, variáveis como umidade relativa, temperatura, vento, direção de vento e focos de queimadas do GOES, NOAA e Meteosat. A área monitorada compreende os talhões de Eucalipto e Pinus que estão dentro dos 39 municípios que configuram a REDEC-I7 da Defesa Civil.

Com o desenvolvimento da etapa de coleta de dados via satélites inicia-se um novo processo conhecido como geocodificação, que consiste em prover referências passíveis de tratamento automatizado, englobando os domínios espaciais. Os pontos, linhas e áreas podem ser associados a

entes como uma área composta por reflorestamento de eucalipto e pinus, comprovando a viabilidade das geotecnologias no monitoramento de incêndios em áreas de reflorestamento.

O Canadá, por exemplo, há mais de 30 anos mantém constante vigilância das suas floretas através de sistemas operacionais, cada vez mais avançados, como é o caso do Sistema Canadense de Monitoramento de Incêndio em Áreas Florestais – Canadian Wildland Fire Information System (CWFIS). Hoje, está mais do que claro que a utilização dos sistemas de informações geográficas como uma ferramenta incorporada a sistemas de tomada de decisão são de grande valia no que diz respeito à prevenção e ao combate de incêndios florestais.

As análises de risco a incêndios são realizadas sobre as condições hidrometeorológicas dentro e num raio entorno dos talhões. Sobre condições de baixa umidade, número de dias sem chuva, intensidade de vento, altura do dossel, presença de focos de queimadas nas em faixas de distância de 10 e 5 km são os principais parâmetros para produzir alertas em quatro níveis, isto é, observação, atenção, alerta e alerta máximo. O sistema está em fase experimental e passa por um processo de calibração e ajustes, mas os primeiros resultados já mostram promissores para os agentes de combate a incêndios na região.

Materiais e métodos:

Para desenvolvimento das análise são utilizados dados hidrometeorológicos disponíveis na Divisão de Satélites Ambientais (DSA) e do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), ambos do INPE. Os seguintes dados são utilizados:

- Precipitação estimada por satélite GOES – produto Hidroestimador;
- Precipitação acumulada em 24 horas por satélite GOES;
- Número de dias sem chuva – produto intergrado por satélite TRMM e estações pluviométricas;
- Umidade média nos últimos 5 dias – média da umidade relativa mínima do ar;
- Previsão numérica de tempo da precipitação em 60 minutos por modelo Eta;
- Previsão numérica de tempo da umidade relativa em 6 horas por modelo Brams;
- Previsão numérica de tempo da temperatura em 6 horas por modelo Brams;
- Focos de queimadas por satélite Meteosat.

Para realizar análises com os dados acima, os seguintes mapas estáticos foram incorporados ao banco de dados:

- Mapa municipal do Estado de São Paulo e REDEC-I7;
- Perímetros das empresas de refloretamento Duratex, Lwarcel Celulose e Suzano Papel e Celulose.

Uma outra análise realizada a partir desses índices foi realizada de forma integrada com a ocorrência de focos de queimadas do INPE, a qual permite alertar áreas que em se encontrando em estado de alerta, podem passar para alerta máximo caso exista focos próximos aos perímetros pré determinados das propriedades que estão sob monitoramento do CIADEN.

O Quadro I mostra os programas escritos em LUA para cálculo de dois índices de perido a incêndio.

<pre>-- Início – Índice de Angstrom local T1 = soma_pn('Temp2m_brams5km', 1, 1) local T6 = soma_pn('Temp2m_brams5km', 6, 6) local T12 = soma_pn('Temp2m_brams5km', 12, 12) local T18 = soma_pn('Temp2m_brams5km', 18, 18) local T24 = soma_pn('Temp2m_brams5km', 24, 24) local TMax = math.max(T1,T6,T12,T18,T24) local H1 = soma_pn('Ur2m_brams5km', 1, 1) local H6 = soma_pn('Ur2m_brams5km', 6, 6) local H12 = soma_pn('Ur2m_brams5km', 12, 12) local H18 = soma_pn('Ur2m_brams5km', 18, 18) local H24 = soma_pn('Ur2m_brams5km', 24, 24) local HMin = math.min(H1,H6,H12,H18,H24) local B = 0.05 * HMin - 0.1* (TMax - 27) add_value(B, 'Índice de Angstrom') if B > 3 then return 0 -- Normal elseif B > 2.5 then return 1 -- Observacao elseif B > 1.5 then return 2 -- Atencao elseif B > 1 then return 3 -- Alerta else return 4 -- Alerta maximo end</pre>	<pre>-- Início – Índice de Monte Alegre local var1 = maximo('NDSC') or 0 local um5d = maximo('Um_Mim_5dias') or 0 local prec6h = maximo_pn('Prec_eta5km', 6) or 0 local contador = 1 local fma = 0 for contador = 1, var1, 1 do fma = fma + (100 / um5d) contador = contador + 1 end if prec6h <= 2.4 then fma = fma elseif prec6h <= 4.9 then fma = fma * 0.7 elseif prec6h <= 9.9 then fma = fma * 0.4 elseif prec6h <= 12.9 then fma = fma * 0.2 else fma = 0 end if fma <= 1 then return 0 -- Normal elseif fma < 3 then return 1 -- Observacao elseif fma < 8 then return 2 -- Atencao elseif fma < 20 then return 3 -- Alerta else return 4 -- Alerta maximo end</pre>
---	---

Quadro I – Programas em LUA para cálculos dos índices de perigo a incêndio.

Resultados e conclusões parciais:

As imagens das figuras 2 e 3 abaixo evidenciam que no dia 12 de setembro de 2014, os alertas de umidade relativa do ar emitidos pelo CIADEN apontavam que os 39 municípios da REDEC I 7 estavam sobre estado de alerta e alerta máximo, indicando que o risco de incêndios das plantações de eucalipto das empresas Duratex, Papel Suzano e Lwarcel era alto e exigia atenção máxima das mesmas no sentido de reforçar o monitoramento para identificar possíveis focos de incêndios, demonstrando que o resultado obtidos através dos alertas emitidos pelo CIADEN são confiáveis e promissores.

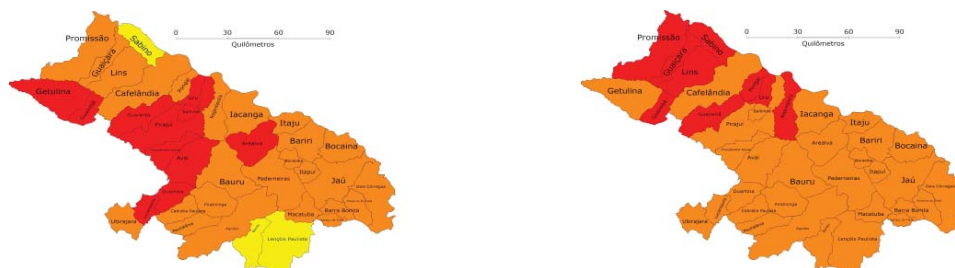


Figura 2 – Cálculo dos índices de Angstrom e Monte Alegre para os municípios da REDEC-17.

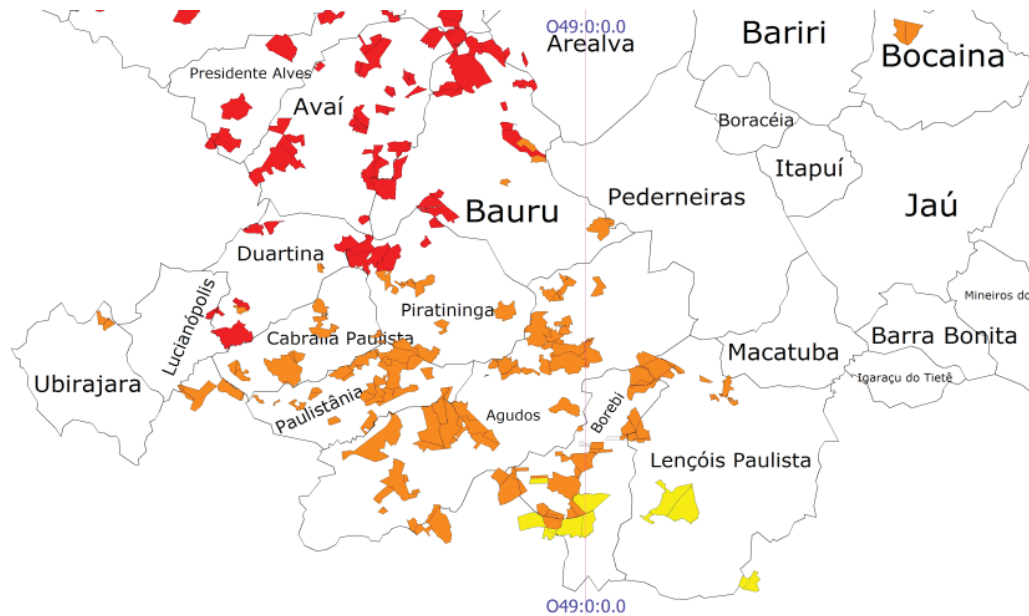


Figura 3 –Perímetros das empresas de reflorestamento com alerta em função do índice de Angstrom previsto para o dia seguinte (12/09/2014).

Através alertas emitidos pelo CIADEN no dia 12 de setembro de 2014, podemos concluir que a utilização de estudos para a avaliação do perigo de incêndio em tempo real constitui a melhor possibilidade de salvaguarda vidas, propriedades e recursos naturais. Além disso, a estimativa de índices de perigo de incêndio em curto prazo, com dados de observação e previsão numérica, tem em vista o apoio à tomada de decisões atualizadas.

Os índices calculados pelo sistema desenvolvido no CIADEN com a plataforma tecnológica TerraMA2, mostram que os alertas e os resultados obtidos podem ser utilizados como base de dados na elaboração de planos preventivos aos riscos de incêndios florestais.

Esperamos que com o estabelecimento e acompanhamento de índices de perigo de incêndios florestais, por um período de tempo longo, em grandes áreas como a REDEC-I7, permite estabelecer quais são as zonas potencialmente mais perigosas ou propícias à ocorrência de incêndios, permitindo assim a adoção de medidas preventivas e advertindo o grau de perigo.

Em etapas futuras serão incorporadas, em parceria com as empresas de reflorestamento, índices de vulnerabilidade de cada talhão de reflorestamento a partir de dados de plantio, estágio de crescimento e manejo, que permitirão informar a estas empresas as áreas mais críticas em situações de risco de incêndio.

Referências:

A ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico da ABRAF 2013 - Ano Base 2012. Disponível em: http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF13/ABRAF13_BR.pdf. Acesso em 25 de agosto de 2014.

BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel. Relatório Estatístico 2010/2011.

Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/rel2010.pdf>. Acesso em 25 de agosto de 2014.

CAVARSAN, E. A. Plano de Monitoramento Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, Município de Cabralia Paulista-SP. São Carlos, 65p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Campus de São Carlos – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

Lopes, E.S.S. TerraMA2 - Plataforma para monitoramento, análise e alerta a extremos ambientais. Apresentação de slides. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos-SP – 2012.

SANTOS, Milton. Técnica, Espaço, Tempo. Globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo, Hucitec, 1996.

SOARES, R. V. Debates em Proteção Florestal, Incêndios Florestais, disponível em www.floresta.ufpr.br, Acesso em 03 de Março de 2014.

_____. Índices de perigo de incêndio. Revista Floresta, v. 3, n. 3, p.19-40, 1972. 1972a.

_____. Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região centro paranaense, Brasil. Turrialba, Costa Rica, CATIE/IICA,. 72 p. (Tese de Mestrado). 1972.

_____. Prevenção e controle de incêndios florestais. ABEAS, 120 p. 1984.

Risco de Desastres nas Américas (PR14) realizada entre os dias 27 e 29 de maio na cidade de Guayaquil, no Equador. Evento de grande importância para possibilitar maior densidade ao pensamento e planejamento estratégico sobre o aquecimento global e as mudanças climáticas, bem como atingir a consecução de um projeto técnico-científico e político para o desenvolvimento de ações profícuas relacionadas com a redução de risco de desastres nas Américas e no mundo.