

## **O SISTEMA ABERTO RIO BRANCO - ACRE E O IMPACTO DAS QUEIMADAS NA VARIÁVEL HIDROLÓGICA EVAPORAÇÃO**

### **THE OPEN SYSTEM RIO BRANCO – ACRE AND THE IMPACT OF FIRES IN THE HIDROLOGIC VARIABLE EVAPORATION**

**Eduardo Augusto de Holanda e Souza**  
Universidade Federal do Acre – UFAC  
**holanda@ufac.br**

**Manoel Domingos Filho**  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas  
**ekonmmia@yahoo.com.br**

**Lucas Araújo Carvalho**  
Centro de Ciências Jurídicas e Sociais Aplicadas  
**manoelufsc@yahoo.com.br**

#### **RESUMO**

O modelo de crescimento econômico em vigor não se preocupa, ainda que essa teoria seja contestada, em estabelecer limites ao uso das reservas ambientais, prejudicando os ecossistemas, as condições de suporte à vida, visando fomentar a oferta de insumos, capaz de atender à demanda de um contingente populacional cada vez mais expressivo. O bioma amazônico está sendo alterado negativamente por ações antrópicas, que vêm se sucedendo na região, provocando a destruição irracional dos recursos naturais, com destaque para a ocorrência de focos de queimadas em seu espaço geográfico, mais precisamente aquele confinado ao sistema aberto de Rio Branco, na parte ocidental da Amazônia brasileira. Assim, diante de um quadro de transformações ambientais significativas, o objetivo deste breve ensaio será retratar os impactos das queimadas sobre a evaporação, parcela significativa do ciclo hidrológico, na tentativa de procurar compreender a dinâmica das queimadas nas transformações hidro-climáticas regionais.

**Palavras-chave:** Queimadas, evaporação, meio ambiente.

#### **ABSTRACT**

The model of economical growth in vigor doesn't worry, although that theory is objecteded, in establishing limits to the use of the environmental reservations, harming the ecosystems, the support conditions to the life, seeking to foment the offer of inputs, capable to assist more and more to the demand of a population contingent expressive. The amazon bioma is being altered negatively by actions antrópicas, that are happening if in the area, provoking the irrational destruction of the natural resources, with prominence for the occurrence of focuses burned in your geographical space, more precisely that confined to the system open of Rio Branco, in the western part of the Amazonian Brazilian. Like this, before a picture of significant environmental transformations, the objective of this brief rehearsal will be to portray the impacts of the burned ones about the evaporation it parcels out significant of the cycle hydrological, in the attempt of trying to understand the dynamics of the burned ones in the regional hydro-climatic transformations.

**Keywords:** Burned, evaporation, environment.

## **1. Introdução**

Qualquer sistema econômico, independente de sua abrangência, não pode prescindir no contexto de sua cadeia produtiva, dos insumos necessários para fomentar uma oferta capaz de atender à demanda de um contingente populacional cada vez mais expressivo, do ponto de vista da expansão quantitativa, a que normal e tendencialmente está sujeito. Na expectativa sempre crescente de lucro a ser auferido, justificando assim o capital investido, o modelo de crescimento econômico em vigor não se preocupa em estabelecer limites ao uso das reservas ambientais, prejudicando os ecossistemas e as condições de suporte à vida.

A pecuária, principalmente sua versão extensiva, a indústria madeireira de marcante característica depredadora, a agricultura em suas modalidades de exploração, a impotência ou negligência dos órgãos fiscalizadores no combate á destruição irracional dos recursos naturais, a desinformação ou ausência de política agressiva de acesso à educação ambiental de qualidade, são fatores que contribuem para a degradação progressiva do meio ambiente.

Num cenário assim construído, o bioma amazônico está sendo impactado negativamente pelas ações antrópicas que se sucedem na região, com destaque para a ocorrência de focos de queimadas em seu espaço geográfico, mais precisamente aquele confinado ao sistema aberto de Rio Branco, parte ocidental da Amazônia brasileira que será retratado neste breve ensaio.

Essas ações são produzidas geralmente por razões econômicas, quando matas protegidas ou não por lei, são destruídas por queimadas provocadas para ampliar áreas de médios e grandes empresários, destinadas à criação de gado ou à agricultura mecanizada, ou ainda, por pequenos produtores familiares preocupados em produção de culturas para sua subsistência.

Assim, diante de um quadro de transformações ambientais significativas, este trabalho procura mensurar e analisar os impactos das queimadas sobre a evaporação, parcela do regime hidrológico, na capital do Estado do Acre. Para tanto, foram utilizados dados sobre as variáveis: queimadas e evaporação, tendo como referência de estudo a área geográfico do subsistema Rio Branco, na tentativa de procurar compreender a dinâmica das queimadas e seus impactos nas transformações hidro-climáticas regionais.

## **2. Metodologia**

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, foi estabelecida como metodologia, a descrição detalhada de cada uma das componentes ambientais que serão consideradas variáveis de estudo e análise. Nesse processo de descrição ficará bem claro o

Revista Eletrônica Georaguaia. Barra do Garças-MT. V 3, n.1, p 139 - 148. Janeiro/julho. 2013.

significado de cada variável e o que cada uma delas representa em termos de perdas ou ganhos, caso sejam depredadas ou preservadas.

O segundo passo do processo metodológico consiste em utilizar dados oficiais do governo para realização de estudos estatísticos, de modo que os resultados alcançados possam ser utilizados como forma de políticas públicas de preservação do meio ambiente.

### **3. Material (Apresentação dos resultados)**

Neste item serão apresentadas de forma bem detalhada as características de cada uma das variáveis trabalhadas neste artigo, assim como a contribuição de cada uma delas para a manutenção do equilíbrio do sistema ambiental.

#### **3.1. As queimadas e o aquecimento global**

A tese muito em voga de que o aquecimento global é fato inquestionável, está ancorada em três pontos essenciais: (i) a série de temperatura média global do ar “observada” nos últimos 150 anos (ii) o aumento observado na concentração de gás carbônico e (iii) os resultados obtidos com modelos numéricos de simulação de clima (MOLION, 2008). A questão de fundo é saber se o aquecimento global tem causa natural ou antropogênica, ou ainda, uma combinação das duas alternativas, haja vista que a resposta aponta para a possibilidade de combate e controle ou não desse fenômeno. As causas naturais são de difícil controle, quando não impossíveis de ser controladas. As causas antropogênicas, entretanto, são mais susceptíveis de controle e é sobre elas que a vigilância deve ser redobrada. Compreender esta dinâmica requer observação do funcionamento da biosfera quanto ao sistema de troca permanente de energia e matéria que condiciona e sustenta as condições de vida no planeta.

O sol, principal fonte de energia para a terra, emite radiação eletromagnética através da chamada “radiação de ondas curtas” que, em grande parte, passam através da atmosfera e um elevado percentual delas é absorvido pela superfície terrestre que se aquece (MOLION, 2008). Assim, diz este autor, se reportando à lei de Stefan-Boltzmann, que um corpo aquecido emite radiação infravermelha térmica proporcionalmente à quarta potência de sua temperatura absoluta. Enquanto as ondas decorrentes da emissão eletromagnética de radiação do sol se fixam entre 0,1 mm e 4,0 mm, para as temperaturas dos corpos encontrados na superfície ou na atmosfera terrestre, os comprimentos de ondas emitidas estão entre 4,0 mm e 50 mm numa faixa espectral chamada radiação de ondas longas (MOLION, 2008). Esta radiação de ondas longas emitida pela superfície é absorvida por gases distintos, como o vapor d’água (H<sub>2</sub>O), o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), o metano ((CH<sub>4</sub>), o ozônio (O<sub>3</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e os conhecidos clorofluorcarbonos (CFC), que, por sua vez, emitem radiação de ondas longas para a superfície e ao espaço exterior, cujo movimento de emissão/absorção vai constituir o **efeito**

**estufa**, tido por muitos cientistas e observadores das mudanças de temperatura como um dos responsáveis pelas alterações climáticas do nosso planeta.

Á guisa de ilustração, o vapor d'água é o gás principal encontrado na atmosfera e sua concentração é muito variável no tempo e no espaço, sendo, entretanto, considerado gás, em condições normais de temperatura e pressão. Assim, sobre a floresta amazônica existe 5 vezes mais vapor d'água do que sobre o deserto do Saara e, ainda sobre a grande Hiléia, foi constatado que esse vapor varia de 30% entre a estação seca e a chuvosa. Em segundo lugar, aparece o dióxido de carbono, com concentração chegando até 100 vezes menor do que o vapor d'água, mas envolvido em grande polêmica, na medida em que crescem em média 0,4% ao ano, situação em sua grande parte atribuída às atividades econômicas do homem, tais como exploração industrial, agrícola, mineração, transporte, etc. Os demais gases apresentam concentrações menores, mas elas estão aumentando, conforme supõe Molion (2008).

Em síntese, a atmosfera permite a passagem de cerca de 50% de radiação de ondas curtas e impede que boa parte da radiação de ondas longas, emitida pela superfície e pela atmosfera, escape diretamente para o espaço exterior. Esta propriedade, que recebeu o nome popular de *efeito estufa*, é que faz com que a temperatura média do ar a nível global, próximo à superfície, seja cerca de 15°C. Sem efeito estufa, a temperatura média da terra seria algo próximo de -20°C, o que praticamente inviabilizaria a vida no planeta. Olhando pela ótica desta propriedade, o efeito estufa é benéfico para o planeta, pois é o responsável pela manutenção das condições que mantêm a vida na terra. Uma vez mais como demonstra Molion (2008, p: 20) “A hipótese do efeito estufa intensificado é fisicamente simples: quanto maior for a concentração desses gases-traço, maior será o ‘aprisionamento’ de radiação de ondas longas e, conseqüentemente, mais alta a temperatura do planeta”.

### **3.2. O Sistema Aberto Rio Branco**

O município de Rio Branco, capital do Estado do Acre, com área geográfica de 883.143,74 ha, correspondendo a 5,38% da área estadual, está localizado na mesorregião do Vale do Acre, entre as coordenadas geográficas 10°01'22" e 10°04'14" de latitude sul e 67°40'3" e 67°42'43" de longitude oeste (ZEE-Acre, 2006). Sua população urbana de 269.505 indivíduos, do universo de 290.639 habitantes, interage a uma altitude de 153 metros em relação ao nível do mar, em 88,59 km de perímetro urbano vigente, com taxa de urbanização de 92,73%, servida por 133,6 km de rede hidrográfica em bacias de drenagem de diferentes divisores topográficos (Acre em Números, 2007-2008).

Os sistemas termodinâmicos identificados por regiões macroscópicas limitadas por uma fronteira real ou abstrata, ficam estabelecidos quando conhecidas suas características físico-

químicas e das paredes que separam os diferentes subsistemas entre si e todo o sistema do meio exterior. O sistema isolado Universo não recebe nem cede energia para o meio exterior, já os subsistemas abertos que o compõem, permitem troca de energia e matéria com a vizinhança. Nesta contextualização, Rio Branco sendo um sistema aberto, além de sua auto-atuação, interage com outros subsistemas na troca de matéria e energia, ficando seu equilíbrio termodinâmico vulnerável a ações de agentes como derrubadas e queimadas da floresta em seu território e nos periféricos. O Quadro 01 fornece indicadores de focos de queimadas em Rio Branco e no Acre.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados obtidos nesse trabalho tem caráter exploratório, sendo que os resultados foram extraídos com auxílio dos Softwares Minitab versão 14 e SPSS versão 13.0. Para verificar e quantificar o grau de relação linear entre as variáveis Evaporação e Queimadas, foi utilizado o Coeficiente de Correlação linear de Pearson que é uma medida da força da relação linear entre variáveis. A unidade de medida da variável evaporação é mm/ano enquanto para queimadas é a incidência de focos de calor. O Quadro 2 mostra a série histórica das variáveis em estudo e o referido período em que foram observadas.

Nos anos em que ocorreram em ordem decrescente, grandes índices de queimadas (2005, 2003, 2002, 2001, 2004 e 2006) o índice de evaporação ocorreu numa ordem inversa, cenário semelhante ao dos anos de 1999, 2000, 2007 e 2008, com incidência de focos de queimadas menores, abaixo de 100, e uma evaporação anual superior a 800 mm.

Quadro 02 – Evaporação e Queimadas em Rio Branco – Acre, 1999 a 2008

Ano	Evaporação (mm/ano)	Focos de Queimadas
1999	962,4	58
2000	885,1	73
2001	807,7	167
2002	822,0	193
2003	891,6	205
2004	767,6	155
2005	610,2	654
2006	827,5	117
2007	818,4	93
2008	735,0	53

Fonte: CPTEC, 2008

No quadro 3 é mostrado um comparativo entre o número de focos de queimadas no Estado do Acre e no Município de Rio Branco. Nesse quadro, observa-se que no ano de 2005

houve um número exageradamente grande de focos em todo estado, sendo que o município de Rio Branco também acompanhou essa tendência.

Quadro 3 – Focos de queimadas em Rio Branco-Acre - 1999 a 2008.

Ano	Acre	Rio Branco	% Rio Branco
1999	333	58	17,4
2000	434	73	16,8
2001	828	167	20,2
2002	1238	193	15,6
2003	1230	205	16,7
2004	907	155	17,1
2005	4746	654	13,8
2006	666	117	17,6
2007	680	93	13,7
2008	425	53	12,5

Fonte: CPTEC, 2008

Na Figura 3 é mostrado o diagrama de dispersão entre as variáveis em estudo, com o objetivo de verificar o tipo de relação entre as mesmas. É mostrada também a linha de tendência juntamente com o intervalo de confiança de 95% para o coeficiente de correlação de Pearson, representado pelas linhas mais curvadas e contínuas, além de mostrar o intervalo de predição também com 95% de confiança, representado pelas linhas pontilhadas. Claramente observa-se nessa figura a existência de um ponto que faz com que a tendência da relação entre as variáveis seja linear e negativa. Na verdade o ponto diz respeito ao ano de 2005, e pode ser considerado como um caso atípico, pois observando a nuvem de pontos é possível ver que praticamente não existe uma tendência de relacionamento linear das variáveis em questão, se esse ponto for retirado da análise dos dados. Veja que o intervalo de confiança deixa três pontos fora de seus limites, ou seja, 30% dos pontos estão fora da área de cobertura do intervalo. Esta alta porcentagem de pontos fora dos limites de confiança nos revela que a relação entre as variáveis realmente não deve ser linear, mesmo que o coeficiente de correlação de Pearson nos aponte um valor de aproximadamente 70% como mostrado no Quadro 4 a seguir. Isto significa dizer que os dados relativos ao ano de 2005 são realmente atípicos e assim, estão mascarando os resultados. Uma análise mais confiável desses dados deve considerar a exclusão dos dados referentes ao ano de 2005.

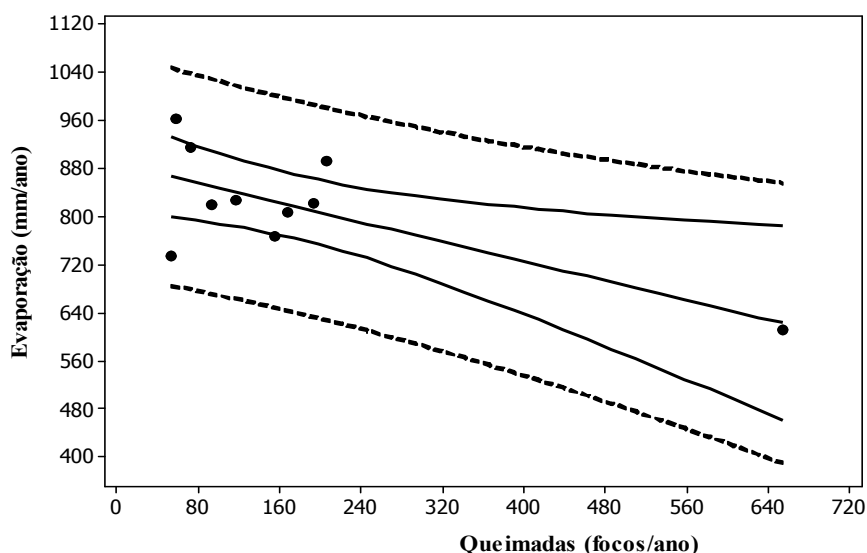


Figura 3 – Diagrama de dispersão da Evaporação versus Queimadas, com a linha de tendência e o intervalo de confiança a 95%.

No quadro 4 são mostradas as estatísticas decorrentes do cálculo do coeficiente de correlação linear de Pearson, considerando a série histórica compreendida no intervalo de 10 anos. Claramente se vê como que a ocorrência de um valor atípico pode influenciar os resultados. Veja que aparentemente está tudo bem, pois o coeficiente de correlação é alto, 72%, o intervalo de confiança não passa pelo zero, a estatística  $t$  é maior que dois, em módulo, e o nível descritivo do teste dado pelo  $p$ -valor é altamente significativo. Contudo, uma nova análise será realizada, excluindo os dados de 2005 para se ter uma noção real da relação entre Evaporação e Queimadas.

Quadro 4 - Evaporação versus Queimadas (Focos de calor)

n (Serie histórica)	10 anos
r (Coeficiente de Correlação de Pearson)	-0,72
IC(95%) (Intervalo de confiança)	-0,93 a -0,17
$t$ (Estatística $t$ de Student)	-2.94
$p$ – valor	0,019

Na Figura 4 é mostrado mais uma vez o diagrama de dispersão das variáveis Evaporação e Queimadas, mas excluindo os dados do ano de 2005, que foi realmente um ano muito atípico para toda região amazônica. Mais uma vez, foi colocado também o intervalo de confiança e o intervalo de previsão, ambos a 95%, juntamente com a linha de tendência, que nesse caso se mostra praticamente horizontal. Com essa inclinação da reta de tendência, pode-se concluir que praticamente não existe correlação linear entre as variáveis. Isto significa dizer que focos de queimadas não influenciam a evaporação do ar.

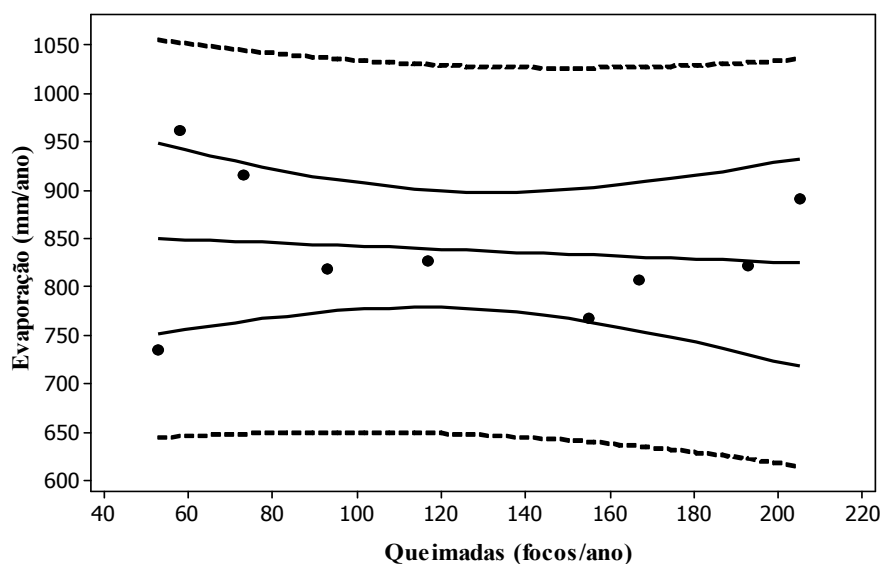


Figura 4 – Diagrama de dispersão da Evaporação versus Queimadas, excluindo os dados de 2005, Rio Branco-Acre.

Observando o Quadro 5 percebe-se que com a exclusão dos dados de 2005, o coeficiente de correlação linear ficou em torno de 13%, o qual pode ser considerado muito pequeno para afirmar a existência de uma forte relação entre as variáveis. Observa-se também que o intervalo de confiança passa pelo zero, indicando assim, possibilidade do coeficiente de correlação ser zero, com nível de significância de 5%. Além disso, a estatística de teste  $t$  ficou bem abaixo de 2 em valor modular, e o nível descritivo do teste se mostra não significativo, ficando acima de 5%. Com essa configuração, não temos evidências suficientes para dizer que o número de focos de queimadas influencia na evaporação do ar.

Quadro 5 - Evaporação versus Queimadas sem os dados de 2005

n (Serie histórica)	9 anos
r (Coeficiente de Correlação de Pearson)	- 0,13
IC(95%) (Intervalo de confiança)	- 1.259 a 0,932
$t$ (Estatística $t$ de Student)	- 0.354
p – valor	0,367

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pela análise dos resultados é possível chegar-se as seguintes conclusões:

1. Não se pode atribuir à maior incidência de focos de calor ou queimadas, a redução significativa da evaporação do ar.
2. Há de se considerar outras ações antrópicas, como o desmatamento na redução da evapotranspiração, ocasionada pela não retenção nas espécies vegetais derrubadas, de parte das precipitações pluviométricas;



3. Não podemos generalizar que a cadeia produtiva seja a grande vilã das mudanças hidroclimáticas no viés evaporação, uma vez que as divergências quanto às origens e magnitudes das mudanças climáticas e hidrológicas são de tal ordem que não permitem afirmações definitivas e irrefutáveis sobre a questão.
4. Comentários sobre dados supostamente conclusivos que envolvam sinistros florestais por combustão devem ser evitados, uma vez que os indícios detectados de focos de calor através de análise de imagens capturadas por satélites são relativamente frágeis quanto à precisão do local, do horizonte temporal e da frequência dessas ocorrências.
5. Maior prudência na interpretação e análise dos dados referentes às alterações da cobertura florestal amazônica, por incêndios florestais fontes produtoras de CO<sub>2</sub>, ocasionados acidentalmente ou de forma irresponsável e criminosa, nas mudanças hidroclimáticas, onde a essas ocorrências, não pode ser sustentada a tese do aquecimento global.

## **7. Bibliografia**

ACRE EM NÚMEROS – **Governo do estado do Acre** - 2005 - 2007/2008

DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO - REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE RIO BRANCO – **Prefeitura Municipal de Rio Branco - Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas** – Volume I – Diagnóstico 2006/2007, data provável

MOLION, L. C. B. **A Amazônia e o Clima da Terra**. Editora Brasília, 1989.

MOLION, L. C. B. **Aquecimento Global: Uma Visão Crítica**. Revista Brasileira de Climatologia. Agosto de 2008b, ISSN – 055X.

**RIO BRANCO, 1º PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO**. Prefeitura Municipal de Rio Branco, 1986.

VASCONCELOS, S. S. **Boletim de Focos de calor no Estado do Acre**. Referência: Julho de 2006. UFAC/Parque Zoobotânico/SETEM

VASCONCELOS, S. S. **Quando e onde as queimadas ocorreram no Acre**. Universidade Federal do Acre, Parque Zoobotânico Setor de Estudos do Uso da Terra e Mudanças Globais –

VASCONCELOS, S. S. et al - **As Queimadas na Amazônia Sul ocidental como Continuação de um Modelo de Exploração Irracional** - Parque Zoobotânico/SETEM Rio Branco-Ac, 2006.

Recebido para publicação em 08/08/2012  
Aceito para publicação em 11/03/2013