

ANÁLISE DA EXPANSÃO AGROPECUÁRIA NO MUNICÍPIO DE CACOAL, RONDÔNIA

Tássia Repiso Mesquita, Graduada em Administração, UNIR/Campus de Cacoal

tassia.r@hotmail.com

Ailton Marcolino Liberato, Docente no Dpto. Eng. de Produção, UNIR/Campus de Cacoal

ailtonliberato@unir.br

Resumo: Considerando a importância do bioma amazônico para o planeta Terra, e as grandes áreas desmatadas nas últimas três décadas na região amazônica, o presente trabalho teve como objetivo analisar a expansão agropecuária do município de Cacoal a partir da década de 70, e verificar o comportamento do clima local. Utilizou-se dados do satélite Landsat 5-TM, produção agropecuária, precipitação e temperatura do ar, referente ao município de Cacoal, no Estado de Rondônia, para realização do estudo. Durante as últimas três décadas ocorreu expansão da agropecuária no município de Cacoal, no entanto, a produção agrícola sofreu redução, e a pecuária (bovino) expandiu ao longo de todo período. A área urbana expandiu aproximadamente 83% em relação a 1984, no entanto, a população municipal aumentou apenas 8,3%. E foi observada migração do homem do campo para cidade, o que explica a expansão urbana. Ocorreu uma intensa alteração na cobertura vegetal da região nas últimas três décadas, mas não foi possível identificar tendências positivas ou negativas na precipitação pluviométrica, e sim oscilações anuais, que podem estar relacionadas ao aquecimento ou resfriamento dos oceanos pacífico e atlântico, como também da alteração da cobertura vegetal. Com relação à temperatura foi observado aumento de 1°C.

Palavras-chave: Cobertura vegetal; Produção agropecuária; Climatologia.

1. Introdução

Sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens, e outros tipos de dados da superfície terrestre, por meio da captação e registro da energia refletida ou emitida pela superfície. Objetos da superfície terrestre, como a vegetação, a água e o solo, refletem, absorvem e transmitem radiação eletromagnética em proporções que variam com o comprimento de onda, de acordo com as suas características biofísicas e químicas (FLORENZANO, 2011).

As imagens de satélites, ao recobrirem sucessivas vezes a superfície terrestre, possibilitam o estudo e o monitoramento de fenômenos naturais dinâmicos do meio ambiente, como os da atmosfera, do vulcanismo, de erosão do solo, de inundação etc., e aqueles antrópicos, como o desmatamento. Esses fenômenos deixam marcas na paisagem que são registradas em imagens de sensores remotos (FLORENZANO, 2011).

Nos últimos séculos, principalmente a partir da revolução industrial e do crescimento populacional ocorrido, a pressão sobre o planeta se transformou em verdadeira ameaça sobre o meio natural por conta da intensificação do uso da terra, da água e de outros recursos naturais, principalmente minerais e combustíveis de origem fóssil. Os

grandes problemas ecológicos atuais como a perda de florestas e biodiversidade, a desertificação, a depleção da camada de ozônio, o efeito estufa, a crise da água potável, o crescimento demográfico e a cultura consumista, a produção de enormes quantidades de lixo e tantos outros, resultam basicamente da superexploração dos recursos naturais buscando unicamente resultados imediatos sem levar em conta a garantia desse uso para as gerações futuras. Os processos de degradação ambiental relacionados ao uso excessivo dos recursos naturais sejam eles o solo, a água e o ar, afetam sobremaneira os grupos populacionais, uma vez que a natureza e o homem são partes indissociáveis de um mesmo sistema que tem o planeta terra como lócus (SENA et al., 2012).

Diante do exposto e levando em consideração a importância do bioma amazônico para o planeta Terra, propôs neste trabalho analisar a expansão agropecuária no Município de Cacoal a partir da década de 70 e seus impactos em parâmetros meteorológicos.

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O município de Cacoal está localizado no Centro-Leste do Estado de Rondônia, fazendo divisa com as cidades de Presidente Médici ao noroeste, Espigão d'Oeste ao leste, Castanheiras e Ministro Andreazza ao oeste, Pimenta Bueno ao sudoeste e Rolim de Moura ao sul. A área urbana do município, está localizada na microrregião de Cacoal, e na mesorregião do Leste Rondoniense, a 11°26'19"Sul e 61°26'50"Oeste, com uma altitude de aproximadamente 200 metros em relação ao nível do mar. Possui uma área de 3.793 km², representando 1,6% do Estado de Rondônia.

2.2 Dados

Os dados de satélite (13-08-1984 e 23-07-2011); estatística de lavoura temporária (1990 a 2012), permanente (1990 a 2012) e pecuária (1978 a 2012); precipitação (1978 a 2011); precipitação e temperatura do ar (1998 a 2010); foram adquiridas gratuitamente junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Nacional de Águas (ANA) e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM/RO), respectivamente, para área de Cacoal.

2.3 Métodos

Na primeira etapa foi realizada análise estatística dos dados adquiridos. Em seguida foi realizado o processamento das imagens de satélite, para verificar a mudança na cobertura vegetal na região de Cacoal, como também da expansão nas últimas três décadas, de acordo com os seguintes passos: cálculo da radiância espectral de cada banda ($L_{\lambda i}$) da imagem, ou seja, o número digital (ND) de cada pixel da imagem é convertido em radiância espectral monocromática; essas radiâncias representam a energia solar refletida por cada pixel, por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda, medida a nível do satélite Landsat (altitude de 705 km), para as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, enquanto a banda 6 para referida radiância representa a energia emitida por cada pixel, segundo a equação proposta por Allen et al. (2002):

$$L_{\lambda i} = \left(\frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{255} \right) ND + LMIN_{\lambda} \quad (1)$$

em que $LMAX_{\lambda}$ e $LMIN_{\lambda}$ são as radiâncias espectrais mínimas e máximas ($W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$); ND é a intensidade do pixel (número digital – número inteiro de 0 a 255) e i corresponde às bandas (1, 2, 3,... e 7) do satélite Landsat 5 – TM. O passo seguinte é

determinar a reflectância monocromática de cada banda (ρ_{λ_i}), que é definido como sendo a razão entre o fluxo de radiação refletida e o fluxo de radiação incidente que é obtida segundo a equação de Allen et al. (2002):

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi L_{\lambda_i}}{ESUN_{\lambda} \cos Z} \quad (2)$$

onde L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda, $ESUN_{\lambda}$ é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($W m^{-2} \mu m^{-1}$), Z é o ângulo zenital solar e dr é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol (em unidade astronômica – UA), dada por Iqbal (1983):

$$dr = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{DJ2\pi}{365}\right) \quad (3)$$

O ângulo zenital será obtido com a seguinte fórmula:

$$\cos Z = \cos\left(\frac{\pi}{2} - E\right) \quad (4)$$

onde E é o ângulo de elevação do sol, obtido no cabeçalho de cada imagem. Posteriormente determinou-se o albedo planetário (α_{toa}), que é aquele não ajustado à transmissividade atmosférica a qual, por sua vez, é obtida pela combinação linear das reflectâncias monocromáticas segundo a Eq. 5.

$$\alpha_{toa} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,157\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_7 \quad (5)$$

em que: $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5, \rho_6$ e ρ_7 são as reflectância das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7. Após a obtenção do albedo planetário faz-se o cômputo do albedo da superfície ou albedo corrigido para os efeitos atmosféricos α , pela Eq. 6.

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_p}{\tau_{sw}^2} \quad (6)$$

onde α_{toa} é o albedo planetário, α_p é a radiação solar refletida pela atmosfera, que varia entre 0,025 e 0,04, mas para o modelo SEBAL é recomendado o uso do valor de 0,03, com base em Bastiaanssen (2000) e τ_{sw} é a transmissividade atmosférica que, para condições de céu claro, proposta por Allen et al. (2002) pode ser escrita como a Eq. 7.

$$\tau_{sw} = 0,75 + 0,00002z \quad (7)$$

onde z é altitude de cada pixel. Logo após determina Índice de Vegetação Ajustada aos Efeitos do Solo (SAVI) utiliza-se a expressão Huete (1988):

$$SAVI = \frac{(1+L)(\rho_{IV} - \rho_V)}{(L + \rho_{IV} + \rho_V)} \quad (8)$$

em que L é constante, cujo valor mais frequentemente usado é 0,5 Tasumi (2003). E conclui com o Índice de Área Foliar (IAF) - definido pela razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação; o referido índice é um indicador da biomassa de cada pixel da imagem, sendo computado pela seguinte equação empírica Allen et al. (2002):

$$IAF = \frac{\ln\left(\frac{0,69 - SAVI}{0,59}\right)}{0,91} \quad (9)$$

Em seguida foram construídos os gráficos da expansão agropecuária, precipitação e temperatura do ar, para analisar as mudanças ocorridas nas últimas três décadas.

3. Resultados e Discussão

3.1 Expansão urbana e rural

A análise espacial urbana e rural do município de Cacoal foi realizada mediante imagens do satélite Landsat 5-TM, de 13-08-1984 e 23-07-2011 (Figura 1). Com base nas imagens foi possível identificar áreas desmatadas, aglomerações contingenciais, áreas de pastagem e de floresta nativa (Figuras 1 e 2). Observou-se nas Figuras 1 e 2 uma expansão significativa entre 1984 e 2013.

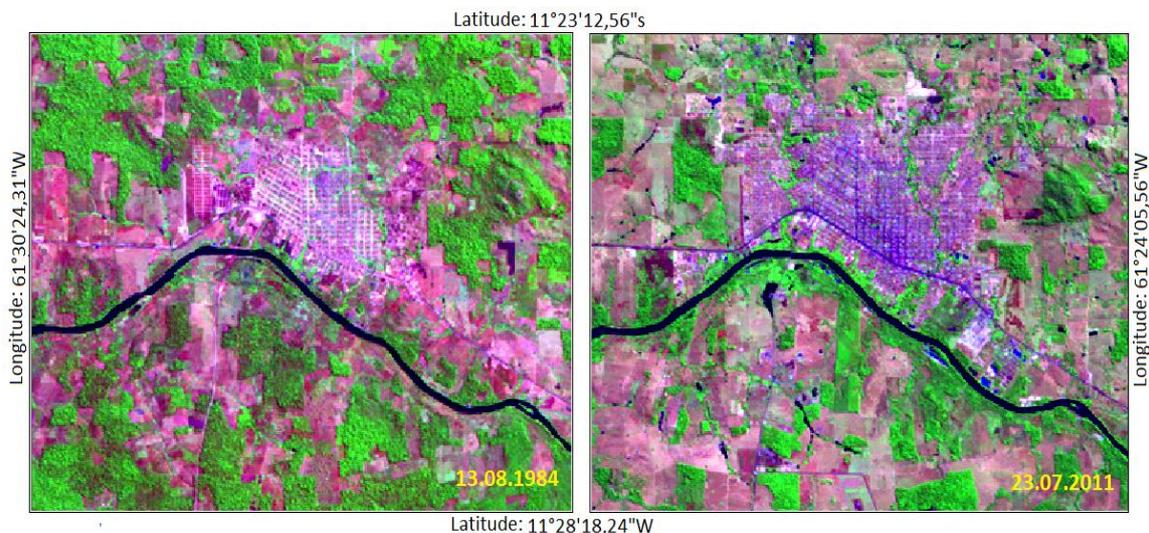


FIGURA 1 - Análise da expansão urbana de Cacoal utilizando imagens Landsat 5-TM de 13.08.1984 e 23.07.2011. Fonte: O autor.

Estima-se que em 1984 a área urbana do município de Cacoal era de 5,34 km². Após 29 anos, as estimativas indicam que a área urbana aumentou aproximadamente 83%, em relação a 1984, ou seja, em 2013 a área urbana era de 32 km².

Segundo Kemper (2006) a população de Cacoal em 1983 era de 72 mil habitantes. Quando comparamos com dados mais recente do IBGE (2013), verificamos que em 1991, 1996, 2000, 2007 e 2010, a população era de 78.934, 72.778, 73.568, 76.155 e 78.574, respectivamente. Entre o período de 1991 e 2010, reduziu a população, no entanto a estimativa do IBGE para 2013 foi de 85.863 mil habitantes.

Com base nas informações coletadas pelo IBGE, verificamos que o aumento populacional entre 1983 e 2013 foi de 8,3%. No entanto, foi observada uma expansão urbana e rural no município de Cacoal. As Figuras 1 e 2 apresenta uma mudança significativa na cobertura vegetal na região de Cacoal, como também a expansão urbana do Município.

Analisando os dados de economia disponível no IBGE referente ao município de Cacoal, é possível verificar que o Produto Interno Bruto (PIB), está dividido em Agropecuária (15,7%), Indústria (20,2%) e Serviços (63,9%). Com base nestes dados é possível explicar a expansão urbana da cidade de Cacoal, e ao mesmo tempo, destacar que

ao longo das últimas três décadas a grande maioria da população da zona rural migrou para zona urbana, e que houve uma expansão crescente da pecuária do município, e redução nos cultivos agrícolas, fazendo com que o homem do campo migrasse para cidade, e ao mesmo tempo continuasse trabalhando com a criação de gado.

Durante a década de 80 existiam grandes clareiras no meio da floresta amazônica, na região de Cacoal, como também áreas agrícolas e a presença de rebanho bovino. É possível observar as linhas verticais representada Figura 2, e segundo Kemper (2006), foram estradas abertas com uma distância de 4 km, realizadas pelo projeto de Colonização do INCRA. No entanto, observa-se que existia uma grande área de floresta nativa na região.

Ao longo das últimas três décadas a floresta nativa foi substituída por áreas agrícolas e posteriormente por pastagens (Figura 2). Pesquisas científicas realizadas na região amazônica indicam que substituir áreas de floresta por pastagens, reduz a quantidade de chuva que cai no local, e aumenta a temperatura e velocidade do vento, fazendo com que a umidade disponível na primeira camada do solo e nas plantas seja perdida para atmosfera com pouca resistência. Áreas de pastagem armazenam menos energia que áreas de floresta nativa. Ou seja, a floresta retém maior quantidade de água, enquanto a pastagem perde água com facilidade, devida seu pequeno volume de biomassa.

A Tabela 1 apresenta os dados de albedo (a capacidade de cada superfície de refletir a luz solar) e o índice de área foliar das Figuras 1 e 2. É possível verificar que a água reflete menos que 5% da radiação solar, enquanto que a pastagem 18%, floresta 11%, área urbana entre 14 e 18%, solo exposto até 39%. Quanto maior a reflexão significa menor energia disponível para os processos físicos e biológicos existente na superfície terrestre. O índice de área foliar mostra as áreas que são florestas e as áreas que são agrícolas ou pastagem. O IAF esta fortemente relacionada ao albedo, ou seja, quanto maior o IAF menor o albedo, quanto menor o IAF maior e o albedo.

TABELA 1 - Albedo (α) e Índice de Área Foliar (IAF) no município de Cacoal.

Classificação	Albedo (α)	IAF
 - Floresta	$10\% < \alpha < 16\%$	$0,82 < IAF < 2,80$
 - Solo exposto	$22\% < \alpha < 39\%$	0
 - Cidade	$14\% < \alpha < 18\%$	0
 - Água	$< 5\%$	0
 - Pastagem	18%	$0,19 < IAF < 0,60$

Fonte: O autor.

Outro ponto importante, é que área com vegetação baixa é aquecida pela radiação solar de forma acelerada, fazendo com perca água rapidamente, e como o sistema radicular destas plantas é pouco profundo, geralmente no período seco, muda sua coloração e perde uma quantidade de água significativa. Por outro lado, vegetação baixa, significa que durante a noite o solo resfria mais rapidamente.

A expansão da área urbana contribui para um aumento de temperatura do ar localmente, devido um maior número de ruas asfaltadas, e as paredes de tijolos e concretos construídas, como também telhas, ambos absorvem muita energia solar e aquece o

ambiente. E considerando a própria rugosidade da superfície de uma cidade, faz com que o fluxo de vento não consiga transportar o calor absorvido por ela, e conseqüentemente provoca um efeito de aquecimento local.

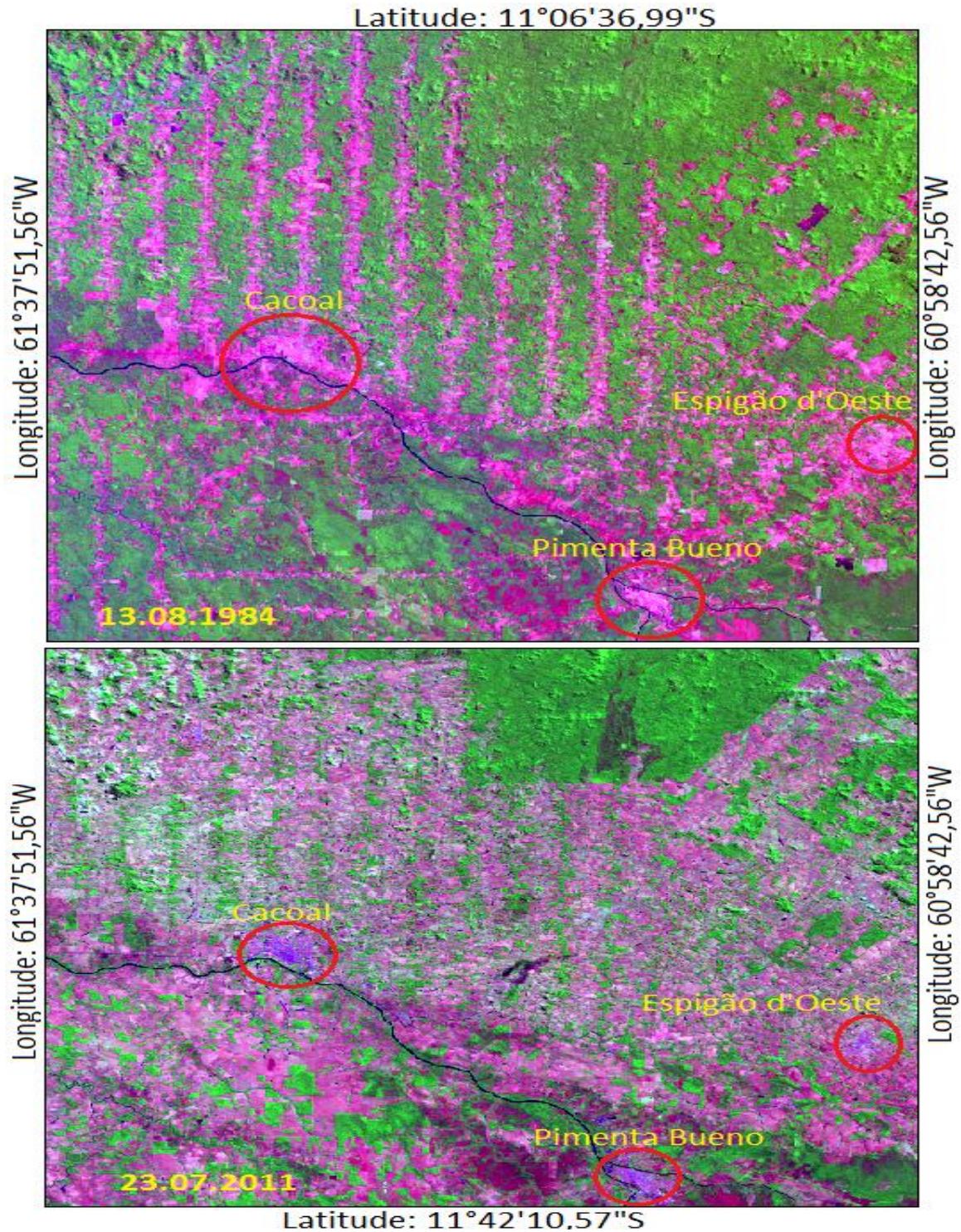


FIGURA 2 - Análise da expansão agropecuária de Cacoal utilizando imagens Landsat 5-TM de 13.08.1984 e 23.07.2011. Fonte: O autor.

3.2 Produção agropecuária

A Figura 3 apresenta a produção de lavoura temporária do município de Cacoal entre 1990 e 2012. A produção de milho, arroz e feijão se destacou ao longo de todo o período, no entanto a partir do ano 2000 houve redução na produção. É possível observar na Figura 3 que nas duas primeiras décadas da colonização do município de Cacoal, a produção de lavoura temporária estava em alta. E que ao longo do tempo, os produtores agrícolas começaram a investir mais no rebanho bovino, que tem menos custos para produção e diminui a mão de obra no campo. Além de que produzir em pequena escala lavoura temporária, eleva os custos.

Atualmente a lavoura temporária encontrada no município é composta por milho, arroz, feijão, amendoim, cana-de-açúcar, melancia e tomate.

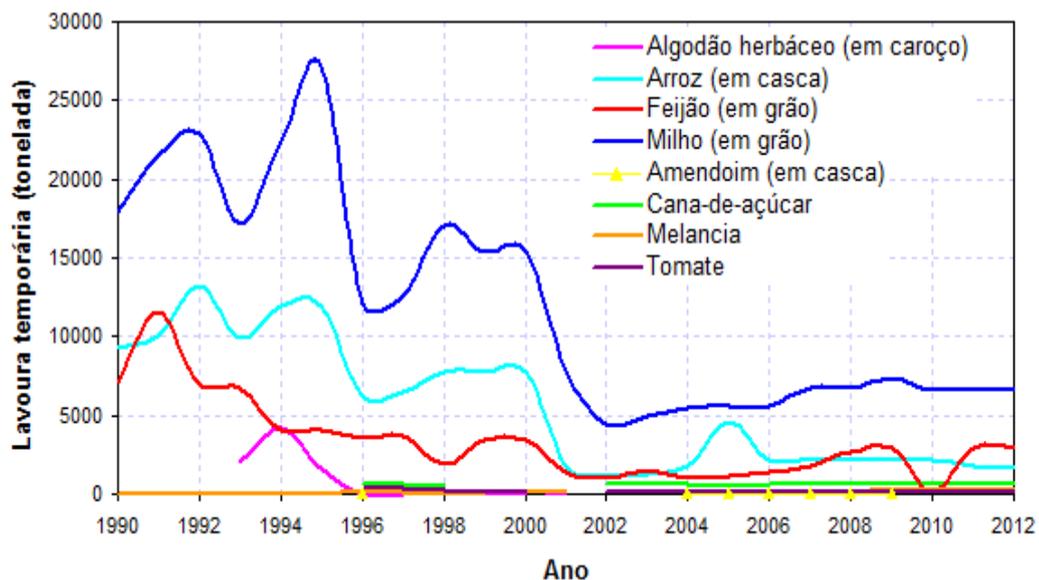


FIGURA 3 - Lavoura temporária no município de Cacoal entre 1990 e 2012. Fonte: O autor.

A Figura 4 apresenta a produção da lavoura permanente no município de Cacoal, entre 1990 e 2012. A produção de café se destacou ao longo de todo o período, no entanto, houve redução na produção a partir da década de 90, com destaque para o período de 1998 e 2001 que aumentou a produção, mas em seguida reduziu. Na década de 90, a produção de limão e laranja se destacou, e a partir do ano de 2000 a produção de banana aumentou na região.

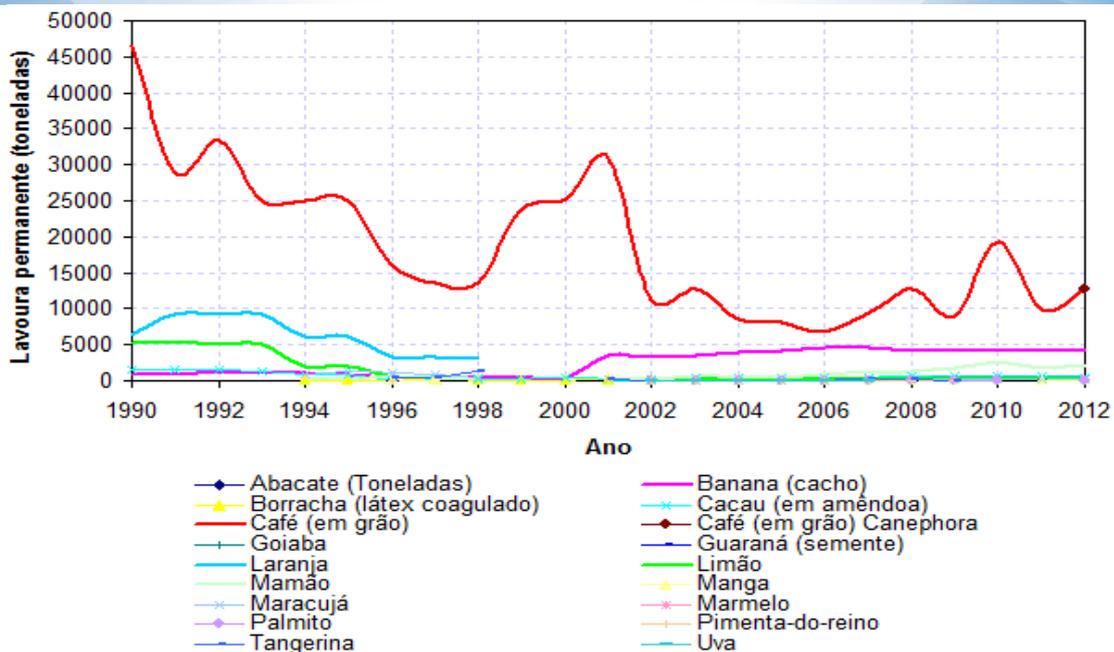


FIGURA 4 - Lavoura permanente no município de Cacoal entre 1990 e 2012. Fonte: O autor.

Após análise dos dados de produção de lavoura temporária e permanente, observa-se redução na produção. Por outro lado, a produção bovina aumentou significativamente ao longo do período de 1978 e 2012 (Figura 5), explicando as grandes áreas desmatadas observadas na Figura 2. Na região de Cacoal, como as terras são férteis, as pastagens são mais resistentes e facilita a criação e a multiplicação do rebanho bovino.

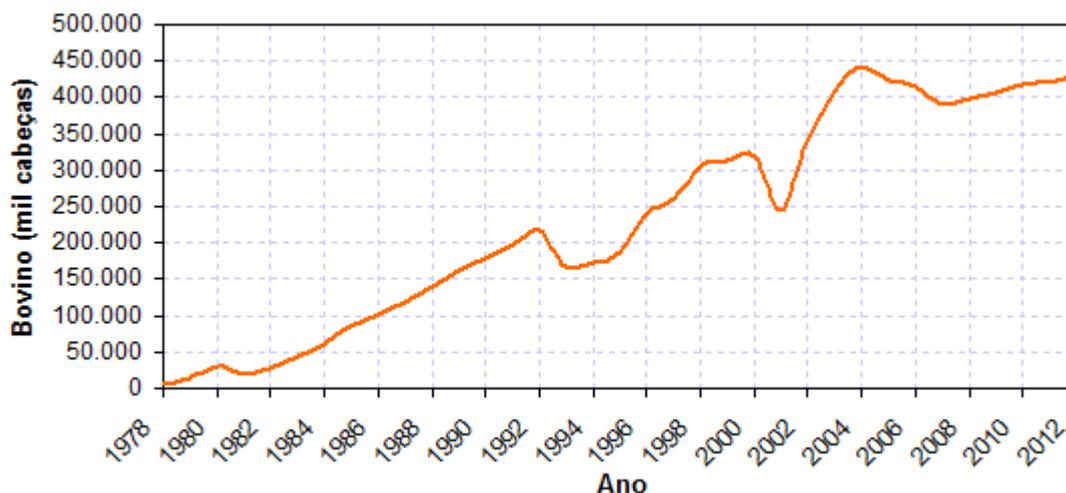


FIGURA 5 - Expansão bovina no município de Cacoal entre 1978 e 2012. Fonte: O autor.

A produção de bovinos em Cacoal se destacou pelo seu acentuado crescimento, sendo observado que em 1978 o rebanho do município não chegava a 50.000 cabeças, e em 2012 foi observada a existência de aproximadamente 450.000 cabeças de gado.

A cultura que apresentou maior produção na lavoura permanente foi o café, e na lavoura temporária o milho. Foi observada que áreas de cultivos agrícolas foram sendo substituída por pastagem ao longo do tempo, para criação de gado.

Os fatores que justificam essa mudança na produção agropecuária decorrem da menor exigibilidade de mão de obra para gerenciar a pecuária, e pelo maior ganho de capital por hectare. Outro fator é o êxodo rural, considerando que os dados do IBGE (2013) revelam que apenas 22% da população habitam na zona rural. Para a economia do município, a produção agropecuária é a menos relevante, representando apenas 15,7% do PIB local (IBGE, 2013). Porém, é possível verificar que a força da pecuária atrai diversas indústrias, como frigoríficos, curtumes e laticínios para o município.

3.3 Precipitação e temperatura do ar

A temperatura média do ar e o volume de precipitação podem ser influenciados por processos naturais e antrópicos (BASTOS, 1982). Considerando que o manejo agrícola e da pecuária provoca mudanças na cobertura vegetal, é importante analisar os parâmetros meteorológicos para entender tais efeitos.

A Figura 6 apresenta os dados históricos de precipitação pluviométrica da ANA e SEDAM. E observa-se ao longo do período de 1978 a 2012 nos dados da ANA, que o pico mínimo de precipitação foi de 1500 mm e o máximo de 2365 mm. Ao longo da série histórica não foi possível identificar tendências positivas ou negativas de precipitação, apenas oscilações, que podem estar associadas às temperaturas dos oceanos. Para o período de 1999 a 2010, comparando os dados da ANA e SEDAM é possível observar diferenças, que podem estar associados a localização das estações de medição. Os totais anuais de precipitação da SEDAM são inferiores aos da ANA, mínimo observado nos dados da SEDAM foi de 1312 mm e o máximo de 2009 mm.

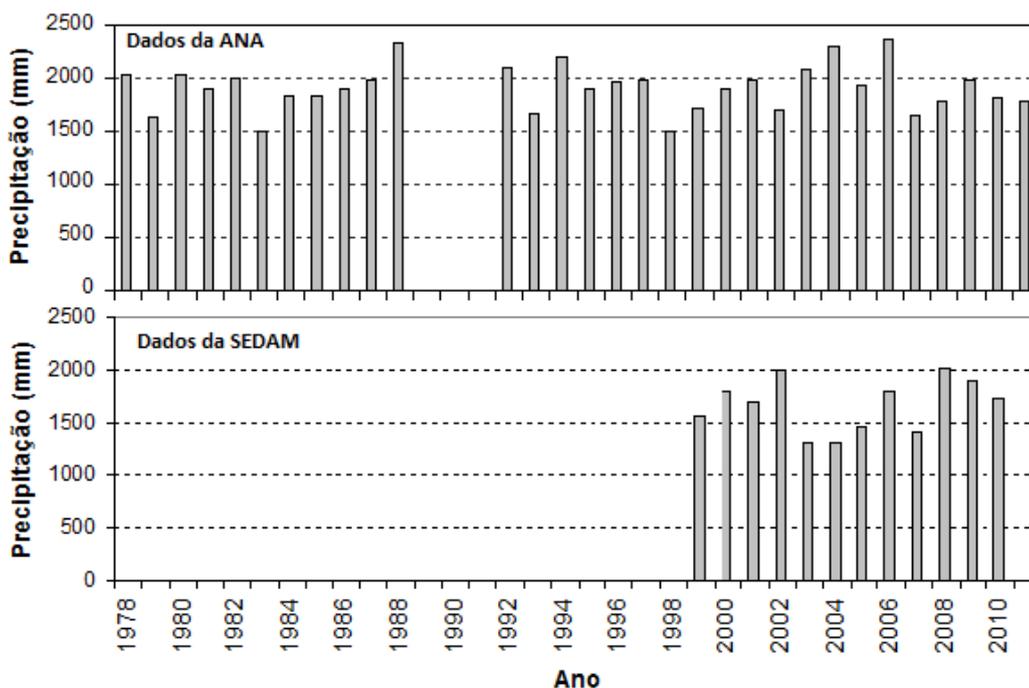


FIGURA 6 - Precipitação pluviométrica no município de Cacoal – RO, entre o período de 1978 a 2011, utilizando dados da Agência Nacional de Águas – ANA e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM. Fonte: O autor.

O ciclo anual de precipitação e temperatura do ar em Cacoal é bem definido (Figura 7), onde os meses de junho, julho e agosto, são os meses mais secos do ano, com menor índice pluviométrico, enquanto os meses de maio, junho e julho, apresenta os meses com a menor temperatura do ano, período estes que as massas de ar frio vinda do sul do Brasil penetram o estado de Rondônia.

Os meses mais chuvosos são dezembro, janeiro, fevereiro e março de cada ano, no entanto os meses mais quentes são setembro, outubro e novembro, segundo a climatologia de 1999 a 2010 (Figura 7).

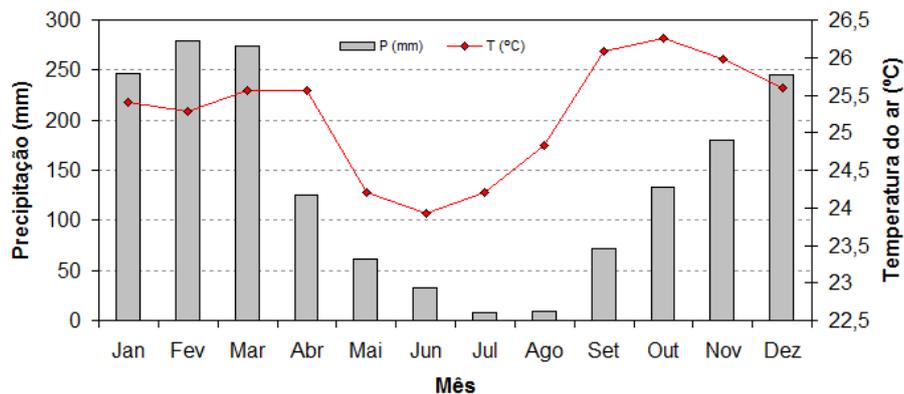


FIGURA 7 - Climatologia da precipitação pluviométrica e temperatura média do ar em Cacoal, no período de 1999 a 2010. Fonte: O autor.

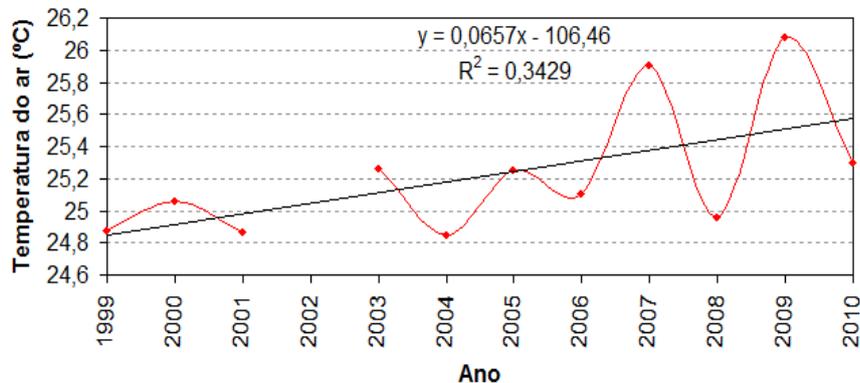


FIGURA 8 - Temperatura média do ar em Cacoal entre 1999 a 2010. Fonte: O autor.

Com base nas análises de precipitação e temperatura do ar, não foi identificado tendências positiva ou negativas na precipitação pluviométrica na região, no entanto, foram observadas oscilações anuais, que podem estar associados a mudanças na cobertura vegetal, como também no aquecimento ou resfriamento das águas dos oceanos pacífico e atlântico. Por outro lado, foi observado aumento de 1°C na temperatura do ar ao longo do período de 1999 a 2010, podendo estar relacionado à expansão agropecuária e urbana do município de Cacoal (Figura 8).

4. Considerações Finais

Durante as últimas três décadas ocorreu expansão da agropecuária no município de Cacoal, no entanto, a produção agrícola sofreu redução, e a pecuária (bovino) expandiu ao longo de todo período.

A área urbana expandiu aproximadamente 83% em relação a 1984, no entanto, a população municipal aumentou apenas 8,3%. E foi observada migração do homem do campo para cidade, o que explica a expansão urbana.

Ocorreu uma intensa alteração na cobertura vegetal da região nas últimas três décadas, mas não foi possível identificar tendências positivas ou negativas na precipitação pluviométrica, e sim oscilações anuais, que podem estar relacionadas ao aquecimento ou resfriamento dos oceanos pacífico e atlântico, como também da alteração da cobertura vegetal. Com relação à temperatura foi observado aumento de 1°C.

Referências

- ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSEN, W. *SEBAL: Surface Energy Balance Algorithms for Land, Idaho implementation*. Idaho: Waters Consulting: University of Idaho: WaterWatch, Inc. 2002. 97 p. (Advanced Training and Users Manual, version 1.0).
- BASTOS, T. X.; DINIZ, T. D. de A. S. *Avaliação do clima do Estado de Rondônia para desenvolvimento agrícola*. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 28p. IEM- BRAPA-CPATU . Boletim de Pesquisa, 44.
- BASTIAANSEN, W. G. M. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v.229, n.1-2, p. 87 - 100, 2000.
- FLORENZANO, T. G. *Iniciação em sensoriamento remoto*. 3 ed. ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- HUETE, A. R. A soil adjusted vegetation index SAVI. *Remote Sensing of Environment*, New York, v.25, n.3, p.295-309, 1988.
- IQBAL, M. *An introduction to solar radiation*. New York: Academic Press, 1983. 212p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Município de Cacoal. 2013. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#indicadores>. Acesso: 10 jan 2014.
- KEMPER, L. *Cacoal: sua história sua gente*. 2.ed. Goiânia: Grafopel, 2006.
- SENA, J. A.; FREITAS, M. A. V.; BERRÊDO, D.; FERNANDES, L. C. Evaluation of vulnerability to extreme climatic events in the brazilian amazonia: methodological proposal to the rio acre basin. *Water Resources Management*, v.26, n.15, p.4553-4568, 2012.
- TASUMI, M. *Progress in operational estimation of regional evapotranspiration using satellite imagery*. 2003. 357f. Thesis (Ph.D. Agricultural Engineering) - Department of Biological and Agricultural Engineering, University of Idaho, Moscow, 2003.