

Análise temporal da cobertura do solo no território dos cocais usando sensoriamento remoto

RESUMO

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) constituem importante ferramenta de acompanhamento do processo de uso e cobertura do solo. Neste sentido, com o presente estudo buscou-se analisar o uso e cobertura do solo do Território dos Cocais no Piauí e seus possíveis impactos na produção de coco babaçu. A metodologia consistiu na utilização de imagens de satélite LandSat 5 e 8 TM e construção de carta de uso e ocupação do solo para quatro municípios do território, entre os anos de 1990 e 2015. Também, foram utilizados dados estatísticos do IBGE sobre a produção de coco babaçu. Os resultados apontam para o aumento da área do solo exposto entre 1990 e 2015, de 2% para 8% do território estudado, enquanto a mata ciliar foi reduzida a 50% e a produção de amêndoa de coco babaçu de 72%, quando analisada a série dos anos compreendidos entre 1975 e 2015.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Informação Geográfica – SIG. Uso do Solo. Babaçu.

Francisco de Tarso Ribeiro Caselli

Universidade Federal do São Francisco
Francisco
tarso.caselli@ufpi.edu.br

Giovana Mira de Espindola

Universidade Federal do Piauí
giovanamira@ufpi.edu.br

João Batista Lopes/

Universidade Federal do Piauí
lopesjb@uol.com.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com dimensões continentais, que apresenta diversificado conjunto de domínios fitogeográficos, tais como floresta tropical amazônica, caatinga, cerrado, mata atlântica, pampas e pantanal. A região de transição entre estes diferentes domínios fitogeográficos, conhecida como ecótono, representa uma zona detentora de característica de diferentes biomas dentro de uma escala temporal e espacial (MILAN; MORO, 2017).

Dentre os diversos ecótonos existentes, podemos destacar a mesorregião do Meio-Norte do Piauí (FARIAS; CASTRO, 2004), em que a microrregião do Baixo Parnaíba Piauiense se destaca pela predominância de vegetação típica de área de Cerrado e também de floresta dicótilo-palmácea, com elevada presença de babaçu (*Attalea sp.*). Nessa microrregião, a agricultura de subsistência e o extrativismo são importantes atividades para complementação da renda de muitas famílias, em que há predominância da palmeira babaçu, da qual se extrai óleo das amêndoas, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006).

No entanto, mesmo se tratando de áreas com o uso dos recursos destinados a garantir a sobrevivência de comunidades rurais, a ação antrópica, caracterizada pelo desmatamento para agricultura, especialmente das matas ciliares, e práticas inadequadas como queimadas para limpeza do solo, ao longo do tempo, segundo MMA (2006), têm resultado na redução da produção extrativista e redução da disponibilidade de água. Neste contexto, também merece destaque a contribuição de outros fatores, como a expansão urbana, a agricultura intensiva, que utiliza agrotóxicos, além da caça/pesca predatória bem comum na região.

Essa pressão promovida pelas atividades humanas interfere na redução das áreas nativas, em que estudos de Castro e Marrot (1996), já apontavam como consequência a redução da biodiversidade local e regional, bem como alterações climáticas, modificações da paisagem, com reflexos na dinâmica socioeconômica local. Apesar do argumento de vantagens econômicas para os grandes produtores rurais, a substituição da vegetação nativa por pasto ou plantações acarreta prejuízos às populações endógenas, que dependem da floresta para sua subsistência, além dos danos ambientais.

Encontrar meios para monitorar o processo de destruição do Cerrado é fundamental para a preservação do meio ambiente, como também para garantir a subsistência de diversas famílias que sobrevivem de atividades extrativistas de produtos florestais não madeireiros, como o caso das catadoras de coco babaçu. Os Sistemas de Informação Geográfica - SIG constituem-se importante ferramenta de acompanhamento do processo de uso e cobertura do solo, tornando-se um instrumento facilitador do acompanhamento da cobertura vegetal de determinada área. Desta forma, com o presente trabalho, busca-se realizar a análise da cobertura no Território dos Cocais no estado do Piauí.

A Mata dos Cocais está inserida na região conhecida como Meio-Norte do Brasil, considerada uma zona de transição entre diferentes ecossistemas (Floresta Amazônica e Caatinga) por apresentar características típicas dos dois domínios fitogeográficos (SANTOS FILHO; ALMEIDA JÚNIOR; SOARES, 2013). Em termos estritamente geográficos, o Meio-Norte está localizado entre os estados do Maranhão e do Piauí. Nesta região, há elevada incidência de palmeiras como babaçus, buritis e guerobais. É relevante ressaltar que a maior porção da Mata dos

Cocais fica localizada na bacia do Rio Parnaíba, que foi incorporada à Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), abrangendo, além da Bahia e Pernambuco, os estados do Ceará, Maranhão e Piauí.

O Território dos Cocais, denominação adotada pela CODEVASF, apresenta área de 32.608,8 km² (Quadro 1) e população estimada em 839.181 habitantes, distribuídos em 41 municípios e agrupados em quatro Aglomerados sendo: os Aglomerado 3 e 4 no Piauí, Aglomerado 27 no Maranhão e Aglomerado 28 no Ceará (CODEVASF, 2006). Os dados dos aglomerados são apresentados no Quadro 1.

Quadro -1 Aglomerados Território dos Cocais

Aglomerados	AG 3 – PI	AG 4 - PI	AG 27 - MA	AG28 - CE	Totais
Nº de Municípios	13	9	10	9	41
Área (Km ²)	7.851,9	9.928,5	10.071,2	4.757,2	32.608,8

Fonte: CODEVASF (2006)

A maior parte do Território dos Cocais está inserida no estado do Piauí, com 17.080,4 km² de área, englobando 22 municípios e com aproximadamente 347.600 habitantes, os quais têm dentre suas principais ocupações o extrativismo do coco babaçu (CODEVASF, 2006).

O babaçu é um Produto Florestal Não Madeireiro (PFNM), que representa importante fonte complementar de renda para diversas populações rurais em países em desenvolvimento (CARVALHO, 2005). De acordo com o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), a amêndoa do babaçu é um dos PFNM's mais vendidos no Brasil, com cerca de 92 mil toneladas anuais. Por conta de sua importância e origem, florestal, torna-se fundamental promover ações de monitoramento das zonas produtoras, utilizando-se os SIGs.

Uma das grandes dificuldades no monitoramento ambiental diz respeito ao grande volume de informações a serem coletadas, organizadas e processadas. Nos últimos anos, contudo, a evolução da Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC possibilitou a criação de hardwares e sistemas especializados capazes de trabalhar com grande quantidade de dados de forma eficiente e rápida.

Dentre estes sistemas podemos destacar, segundo Longley et al. (2013), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), os quais não possuem apenas uma definição única formal, sendo entendidos como ferramenta, que permite organizar informações de diferentes fontes e analisá-las sobre o espectro da ciência geográfica.

Dentre as diversas aplicações dos SIGs encontram-se o monitoramento e o acompanhamento ambiental, que têm alcançado grande impulso com o advento dos softwares livres como o SRPING, QuamtunGIS, GeoDa etc. Paralelamente, ocorreu a expansão do acesso à internet, que facilitou a divulgação de informações dos SIGs no ambiente acadêmico.

A utilização de SIG para monitoramento ambiental pode auxiliar o processo de planejamento e gerenciamento de reservas, devido sua capacidade de armazenamento e manipulação de informações com maior precisão (SILVA, 2014).

O uso deste tipo de sistema para sensoriamento remoto de cobertura vegetal no Brasil é bastante difundido, conforme demonstram estudos de Martins et al. (2011), Eduardo et al. (2013), dentre outros. Partindo destes estudos, passou-se a ter a compreensão que é possível aplicar a tecnologia SIG para análise da cobertura vegetal, verificando-se a ocorrência do aumento ou da redução do desmatamento e seus reflexos na atividade extrativista.

O sensoriamento remoto constitui-se em importante ferramenta para análise ambiental. Para Ponzoni et al. (2015) e Thales (1999), o sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento da cobertura vegetal consiste numa poderosa ferramenta que permite explorar diferentes escalas de trabalho de forma confiável não apenas da camada vegetal, mas também do solo, visto de forma global.

Desta forma, identificar as alterações no uso e ocupação do solo, ao longo do tempo, a partir da utilização do sensoriamento remoto, constitui-se valioso instrumento no processo de tomada de decisão para os gestores públicos e privados.

METODOLOGIA

Determinação da amostra

Inicialmente, foi definida a área amostral de análise, em que quatro municípios do AG-3 do Território dos Cocais foram selecionados (Joaquim Pires, Joca Marques, Luzilândia e Madeiro), considerando-se o potencial de melhoria destes municípios para a exploração extrativista, de acordo com critério estabelecido pela CODEVASF (2006). Também, na seleção dos municípios, foi levada em consideração a representatividade da quantidade de amêndoa de babaçu produzida, pois essas áreas correspondem em média 7% do total do Piauí (IBGE, 2017). A proximidade espacial entres os municípios constituiu-se em fator relevante, visto que estão situados na mesorregião Norte do Piauí e na Microrregião do Baixo Parnaíba Piauiense.

A carta de referência foi a do ano de 1975, enquanto as imagens para análise contemplaram os anos de 1990 LandSat 5 e 2015 LandSat 8, as quais foram trabalhadas no software aberto SPRING. Assim, na Figura 1, encontram-se apresentados os municípios que formam a área amostral no estado do Piauí.

Figura -1 Projeção da área amostral dentro do estado do Piauí (sem escala).



Fonte: Adaptado CODEVASF (2006)

Na análise estatística, foram utilizados os dados IBGE para os municípios estudados para os anos de 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2014.

Recortes dos planos de informação

Recortou-se por meio de máscara (*shapefile* de perímetro do município de Vargem grande) as bandas 4, 5 e 6 referentes ao sensor OLI.

Geração da composição colorida

Optou-se pela composição colorida em falsa-cor das bandas (4B5G6R) referentes às faixas do vermelho, infravermelho próximo e do infravermelho de ondas curtas (*shortwave infrared*) do sensor OLI, composição que foi sugerida por USGS (2015), para análise da cobertura e padrões da vegetação.

Operação de contraste

Com o objetivo de melhorar a qualidade visual da imagem foi realizado um contraste linear. A partir desta composição, foi criada uma imagem sintética que possibilitou a identificação e classificação das formas de uso e ocupação da terra.

Classificação supervisionada

O processo de classificação das imagens foi o supervisionado por segmentação (fragmenta-se uma região em unidades homogêneas, considerando características relativas aos níveis de cinza dos pixels e a textura). O algoritmo de agrupamento usado foi o de Bhattacharya, segundo Moreira (2007) e Almeida (2015), em que os parâmetros usados para a segmentação foram: similaridade de 30% e área mínima de 30 pixels.

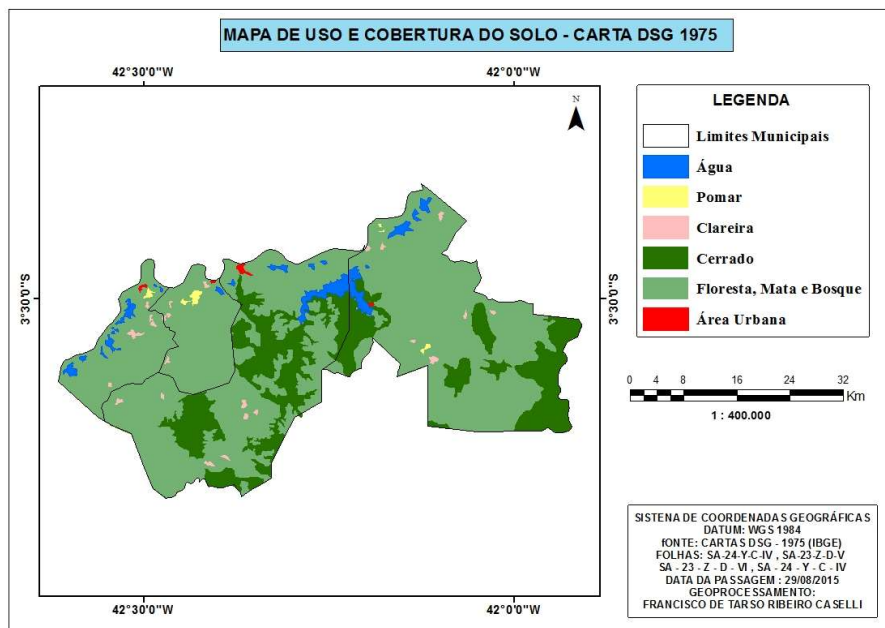
Após o processo de segmentação, foi feita a coleta de amostras (treinamento) para realizar a classificação da imagem. Por meio de uma classificação com limiar de aceitação de 98%, foram delimitadas seis classes de uso e cobertura da terra para a confecção do mapeamento cartográfico final.

Na imagem classificada, foi realizada uma pós-classificação, objetivando-se uniformizar os temas e tornar a imagem com menor ruído. Para isso, adotou-se um peso dois e um limiar de cinco. A imagem foi, então, convertida para uma estrutura vetorial (*shapefile*) e importada no software QGIS 2.6 para a realização do mapa final de uso e cobertura da terra.

DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

Fundamentando-se nos dados coletados, foram elaborados mapas de uso e cobertura do solo começando pelo ano base de 1975, data em que a carta DSG que engloba os municípios de Joaquim Pires (3° 30' 27" S e 42° 11' 9" W), Joca Marques (3° 32' 0"S e 42° 24' 5"W), Madeiro (03°29'00"S e 42°30'15"W) e Luzilândia (3° 27' 40"S e 42° 22' 18"W) foi elaborada. A Figura 2 mostra o uso ocupação do solo em 1975.

Figura -2 Projeção do uso ocupação do solo em 1975.



Fonte: Elaboração própria (2017)

O trabalho não compreendeu, especificamente, a separação da vegetação que era de babaçu das demais espécies. De acordo com dados da CODEVASF (2006), a área amostral possui considerável quantidade de coco babaçu, e como consequência, o sistema encontra-se organizado em associações de quebradeiras, as quais estão incorporadas no Território dos Cocais.

A partir do estudo de Vieira e Moreira (2017), que realizaram o mapeamento do babaçu no estado do Piauí por meio de georreferenciamento, foram estimadas as áreas disponíveis de babaçual, representando 6% da área dos municípios deste estudo. Assim, utilizando-se as estimativas dos estudos de Putti, Ludwig e Ravazi (2012) de 2,5 t de babaçu/ano por palmeira e considerando-se a densidade média de 200 palmeiras/km², com produtividade média de 2,5 t, obtém-se a estimativa média, segundo dados do IBGE (2017), de R\$ 13.353 milhões de reais por ano o que equivale a 4% do PIB estimado em 2015 (IBGE,2018) para os municípios estudados.

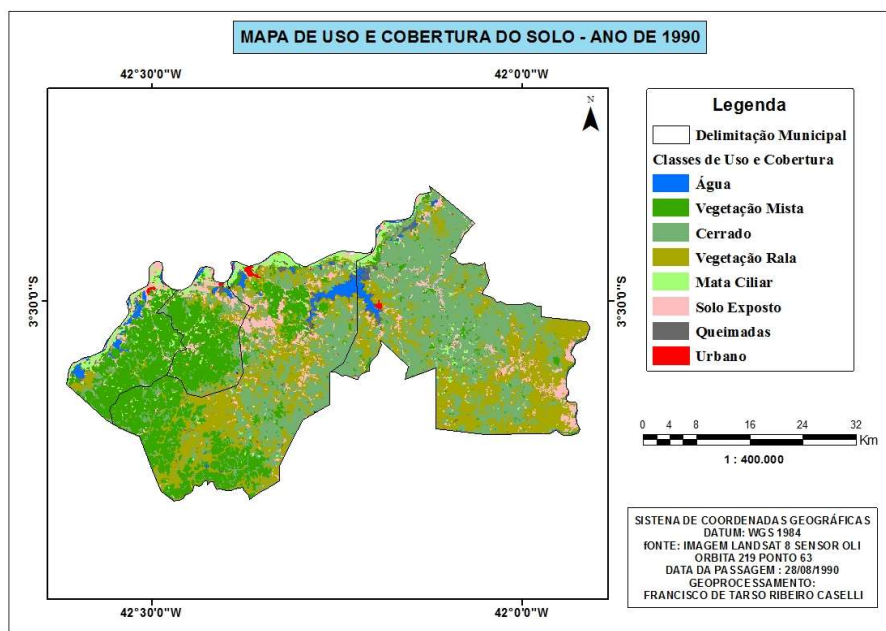
O mapa apresenta intensa cobertura vegetal de floresta e cerrado e baixa incidência de clareiras. Neste momento, a corrida pela expansão da fronteira agrícola ainda não tinha chegado aos cerrados piauienses estando a vegetação bem preservada.

Estudos realizados por Veloso e Strang (1970) descrevem que neste período, havia grande predominância de palmeiras, em especial de carnaúba e babaçu. Foi destacado, ainda que durante este período, fatores como monocultura e expansão urbana, não tinham representatividade neste Território dos Cocais, local em que muitas comunidades de origem tradicional se utilizavam e ainda utilizam do babaçu e de outras árvores nativas para sua subsistência e complementação de renda.

A partir da Figura 3, observa-se também o surgimento de focos de queimadas ao norte do limite dos municípios, ao lado da zona identificada como mata ciliar.

Também, é possível visualizar uma quantidade significativa de vegetação rala que compreende cerca de 13% da área classificada e a de solo exposto, correspondendo a 2%. A ocupação urbana correspondia nesse período a 2%.

Figura -3 Projeção do uso ocupação do solo em 1990



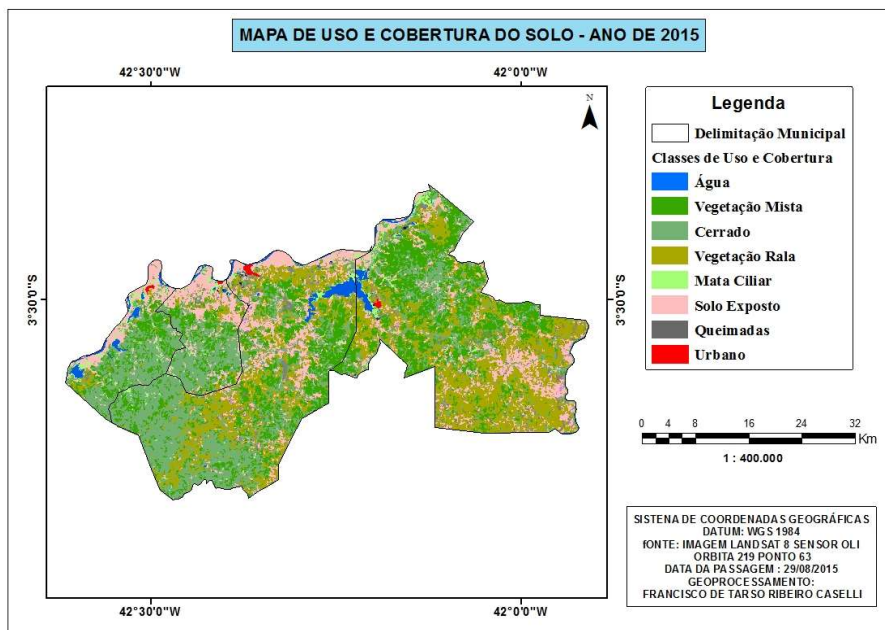
Fonte: Elaboração própria

No ano de 1990, a produção de babaçu no estado do Piauí apresentou declínio de 11% em relação ao ano anterior e perda média de 8%, quando comparada com a média de produção dos anos de 1975, 1980 e 1985 (IBGE, 2017). Aliado ao desmatamento, o desinteresse dos mais jovens pelo trabalho extrativista na região contribui para esta redução da produtividade, conforme pode-se constatar no estudo de Lima, Caselli e Soares (2015). Apesar da queda, o babaçu ainda continuava muito relevante para economia da região na década de 1990. A Figura 4 mostra a ocupação e uso do solo no ano de 2015, permitindo visualizar as mudanças ao longo do tempo baseadas em imagens LandSat 8TM.

É possível observar na Figura 4, o aumento expressivo de zonas de solo exposto e redução das camadas de vegetação. A área exposta desmatada passou de 2% em 1990 para 8% em 2015. Ao compararmos visualmente com a Figura 2, é possível notar o aumento da área de solo exposto. Apesar desse aumento, a ocupação urbana na área classificada se manteve estável com aproximadamente 2%.

Um dado que chama a atenção diz respeito à redução das matas ciliares, que é perceptível na comparação entre os três mapas. Em 1990, esta área era de aproximadamente 2% do total, em 2015 ocupava apenas 1%, ou seja, aproximadamente, metade das matas ciliares foi possivelmente destruída nos últimos 25 anos. Essa redução também pode contribuir para a redução da produção de babaçu, uma vez que segundo Ribeiro e Walter (1998), o babaçu apresentava tendência de ocupar a vegetação ciliar.

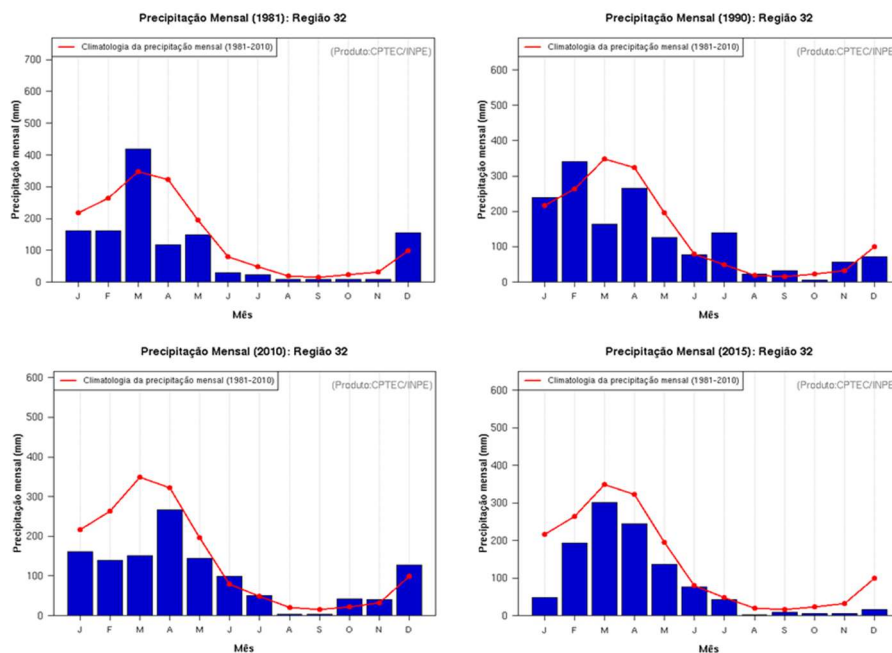
Figura -4 Projeção do uso ocupação do solo em 2015



Fonte: Elaboração própria

A destruição das matas ciliares tem relação direta com o assoreamento dos rios. Neste contexto, o Rio Parnaíba tem sofrido um processo rápido de assoreamento, que atinge todo seu curso, tendo alguns pontos com elevada concentração de sedimentos, tais como Teresina (NUNES; GOMES; PAULA, 2014). Também, se observa a redução do índice pluviométrico anual, conforme pode ser observado na Figura 5.

Figura -5 Precipitação da região estudada ao longo dos anos estudados



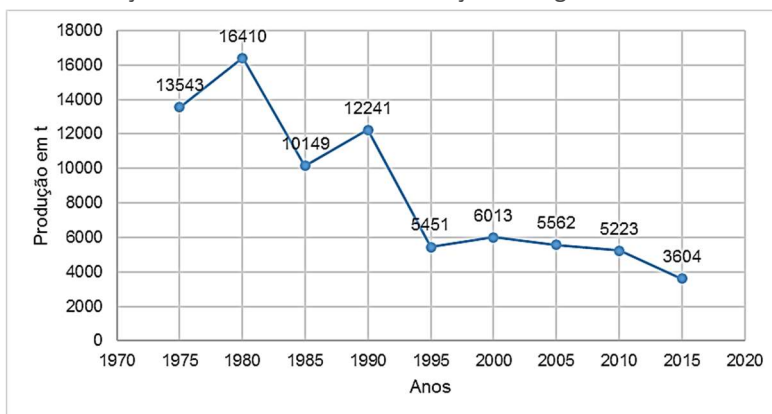
Fonte: INPE (2017)

Constata-se ao longo do tempo, que as chuvas foram diminuindo, tornando-se mais escassas. Embora, não existam estudos oficiais para a região específica, diversos trabalhos como o de Vasconcelos et al. (2013) e Liu et al. (2015) apontam para a relação entre desmatamento e redução da precipitação ao longo do tempo.

No ciclo do babaçu, ocorre variação na exigência de água, existindo períodos com elevada exigência, e outros em que a quantidade vai decrescendo. Recebendo menor volume de água que o necessário para o correto desenvolvimento, a capacidade produtiva tende a cair. Deste modo, existem indícios que a redução da produção não se deve apenas ao desmatamento dos babaçuais, mas também, devido à redução das chuvas. Contudo, também existem outros fatores que contribuem para redução da produção como o desinteresse pela atividade conforme já mencionado anteriormente. Dentre os fatores que causam este desinteresse, Portela et al. (2016) destacam a falta de ações que promovam a preservação da identidade e interesse dos jovens, enquanto Souza Santos Mourão (2016) ressaltam que se trata de uma atividade insalubre, que ocasiona diversas doenças relacionadas ao trabalho como problemas de coluna ao longo do tempo. Outro fator a ser considerado diz respeito ao desinteresse das novas gerações pelas práticas extrativistas do babaçu no Piauí, devido à dificuldade de escoar a produção, além da baixa rentabilidade como aponta estudo de Silva, Araújo e Barros (2015).

Os fatores anteriormente citados interferem diretamente na produção de produtos extrativistas da floresta, devido à diminuição da área de floresta/mata disponível. A Figura 6 mostra a produção de babaçu entre os anos de 1975 e 2015 no Piauí.

Figura -6 Produção de amêndoa de coco babaçu ao longo dos anos no Piauí



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados de IBGE (2017).

O gráfico construído a partir dos dados do IBGE (2017) mostra que a produção de amêndoa de coco babaçu no Piauí vem decrescendo. Em 1975, a produção de amêndoa atingiu 13.543 t, enquanto que em 2015 chegou a apenas 3.604 t. Constata-se queda de aproximadamente 73% em 40 anos. Lamentavelmente, verifica-se a gradual substituição de um produto de relevante importância social para as comunidades tradicionais do Piauí por similares mais baratos (HERRMANN et al., 2005). Deste modo é preciso realizar estudos para preservação e melhor uso do babaçu na região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca de mecanismos para facilitar e estimular o monitoramento ambiental, com a perspectiva de preservação do meio ambiente, constitui-se meta do meio técnico-científico em diversas áreas do planeta. O sensoriamento remoto consiste em uma poderosa ferramenta de monitoramento ambiental para apoio ao planejamento e tomada de decisão para gestores que lidam com as questões de meio ambiente.

Utilizando-se a ferramenta de sensoriamento remoto, a partir de imagens de satélite LandSat 5 e 8 TM, foram elaborados mapas de uso e ocupação do solo para quatro municípios no Território dos Cocais no estado do Piauí, em que se observou aumento da área de solo exposto de 2% para 8% do território estudado, enquanto a mata ciliar foi reduzida a 50% da área entre 1990 e 2015. Na mesma toada, a produção de amêndoa de coco babaçu sofreu redução de 73%, quando analisada a série dos anos compreendidos entre 1975 e 2014, confirmando-se uma tendência histórica de decréscimo.

Verifica-se, portanto, que o sensoriamento remoto é de grande valia para o processo decisório de gestores públicos e privados. Preservar o meio ambiente é necessário e verificar os danos já causados constitui medida salutar para a modificação do quadro atual. São necessários, contudo, mais dados para a completa constatação da devastação perpetrada no Território dos Cocais e seus reflexos na produção do coco babaçu no Piauí.

Time analysis of the soil coverage in the territory of the cocais region using remote sensing

ABSTRACT

Geographic Information Systems – GISs are one of the most important tools for the analyses of the use and covering of the soil. The present research focus on the use and covering of the soil in the region of the Territory of the Cocais, in the State of Piauí, Brazil, and the huge impacts in the deforestation in the babassu production. For the analysis some images from the LandSat 5 and 8 satellites were used. With that, it was possible to build some maps of the use and occupation of the soil for 4 towns located in the Territorial of Cocais area between 1990 and 2015. It was also used some data made available by IBGE regarding the production of the babassu in the study area. The results show the increasing of the deforestation, with a rising from 2% to 8% in the study area. The study also reveals that there was a reduction of 50% of the riparian forest between 1990 and 2015. The production of the babassu coconut was reduced in 73% when compared with previous data for the years between 1975 e 2015.

KEYWORDS: Geographic Information System. Land use. Babassu.

REFERÊNCIAS

AGROPECUÁRIO. IBGE Censo. Disponível. Anuário estatístico agropecuário do Brasil [IBGE] 1970 à 2015 em:< <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?acervo=periodico&campo=todos¬qry=&opeqry=&texto=censo%20agropecu%C3%A1rio&digital=true&fraseexata=1> >. Acesso em: 30 maio 2017.

ALMEIDA, R. P. et al. Uso e ocupação do solo em áreas de assentamentos rurais no norte de Minas Gerais. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 62, p. 13-31, 2015. Disponível em:< <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/34053> >. Acesso em: 10 jun. 2017.

CARVALHO, I. SH. Políticas Públicas para o extrativismo sustentável no Cerrado. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA – ECOECO, 1, 2005. Brasília. **Anais...** Brasília-DF, 23 a 25 de novembro de 2005. Disponível em:< http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi_en/artigos/mesa2/politicas_publicas_extrativismo_sust_cerrado.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.

CASTRO, A. G. de; MORROT, S. Perspectivas de desenvolvimento sustentável para o setor florestal na América Latina. **Estudos Avançados**, v. 10, n. 27, p. 321-347, 1996. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141996000200019 >. Acesso em: 30 maio 2017.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA – CODEVASF, Plano de Ação. Integrado da Bacia do Parnaíba. **PLANAP**: síntese, 2006. Disponível em: < https://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais/pdf/livro_02.pdf >. Acesso em: 10 jan. 2017.

EDUARDO, L. V. et al. Índice de área verde e de cobertura vegetal no perímetro urbano central do município de Mossoró-RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 13-17, 2013. Disponível em:< <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1831> >. Acesso em: 10 mar. 2017.

FARIAS, R.R.S.; CASTRO, A.A.J.F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo Campo Maior, PI, Brasil. **Acta. Bot. Bras.**, v.18, n.4. p. 949-963, 2004. Disponível em: < <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XS2010100470> >. Acesso em: 10 jun. 2017.

HERRMANN, I. et al. Coordenação no SAG do babaçu: exploração racional possível. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ECONOMIA E GESTÃO DE NEGÓCIOS AGROALIMENTARES. Ribeirão Preto: FEA-USP, 2001. **Anais...** Disponível em:< <http://www.fundacaofia.com.br/pensa/anexos/biblioteca/133200715431.pdf> >. Acesso em: 20 maio 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Evolução mensal e sazonal das chuvas**. 2017. Disponível em:< <http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

LIMA, F. E. G. ; CASELLI, F. T. R.; SILVA, M. S. . Levantamento do Fluxo da Cadeia Produtiva do Babaçu na Mata dos Cocais PI/MA. In: XXXV, 2015, Fortaleza. Anais... XXXV ENEGEP, 2015. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_222_27660.pdf > Acesso em:20 set. 2017.

LIU, W. et al. Response of flow regimes to deforestation and reforestation in a rain-dominated large watershed of subtropical China. **Hydrological Processes**, v. 29, n. 24, p. 5003-5015, 2015. Disponível em:< <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hyp.10459/full> >. Acesso em: 15 jul. 2017.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. São Paulo: Bookman Editora, 2009.

MARTINS, F. et al. Análise de ferramentas de SIG para estimativa de biomassa potencial: um estudo de caso em região de contato floresta/savana. In: Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso (ALICE). SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR: SBSR, 2011. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/989171/1/Trabalho6Martinsetal2011.pdf> >. Acesso em: 10 jul. 2017.

MILAN, E.; MORO, R. S.. O conceito biogeográfico de ecótono. **Terr@ Plural**, v. 10, n. 1, p. 75-88, 2017. Disponível em: < <http://177.101.17.124/index.php/tp/article/view/9667> >. Acesso em: 20 maio 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba**. Brasília - DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. Fonte: < http://www.mma.gov.br/estruturas/161/publicacao/161_publicacao03032011023605.pdf >. Acesso em: 20 maio 2017.

MOREIRA, M. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Editora UFV. 3. ed. Viçosa/MG: UFV, 2007.

NUNES, H. K. B.; GOMES, M. L.; PAULA, J. E. A. Assoreamento e formação de bancos de areia no leito do rio parnaíba, na zona urbana de teresina-piauí. **Revista Geonorte**, v. 5, n. 20, p. 156-160, 2014. Disponível em: < <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1537/1419> >. Acesso em: 10 mar. 2017.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E; KUPLICH, Tatiana Mora. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. ed. 1ª reimpressão. São Paulo: Oficina de Textos 2015.

PORTELA, R. L., et al. O conhecimento tem que ser repartido: notas sobre identidade cultural, desenvolvimento de produtos e artesanato entre designers e um grupo extrativista de coco babaçu. **Blucher Design Proceedings**, 2(9), 5613-5624, 2016. Disponível em: < <http://pdf.blucher.com.br/designproceedings/ped2016/0532.pdf> > Acesso em 30 ago. 2018.

PUTTI, F. F.; LUDWIG, R.; RAVAZI, A. S. Análise da viabilidade e rentabilidade do uso do babaçu para a produção do biodiesel. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 7, 2012. Disponível em: < https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/335 > Acesso em: : 20 set. 2017.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M.T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/554094> > Acesso em 30 ago. 2018.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JÚNIOR, E. B.; SOARES, C. J. R. S. Cocais: zona ecotonal natural ou artificial?. **Revista Equador**, v. 2, n. 1, p. 02-13, 2013. Disponível em:< <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador/article/view/1043> >. Acesso em: 10 jan.2017.

SILVA, A. J, ARAÚJO, J. L. L.; DE BARROS, R. F. M. O desafio do babaçu (*orbignya speciosa mart. ex spreng*) no piauí. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 33, p. 44-74, 2015. Disponível em:< <http://revistas.ufpr.br/raega/article/view/31960> >. Acesso em: 10 jun. 2017.

SILVA, J. L. C. *Webgis*: uso de georreferenciamento na identificação de objetos e seres vivos do sítio arqueológico São Francisco. **Negócios**, v. 1, n. 6, 2014. Disponível em:< <http://revistas.unibrasil.com.br/cadernosnegocios/index.php/negocios/article/view/43> >. Acesso em: 10 jun. 2017.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA (SIDRA) – Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) 2017. Disponível em:< <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2015> >. Acesso em: 20 abr. 2017.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA (SIDRA) – PIB dos municípios. Disponível em:< <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas> >. Acesso em: 02 nov. 2018.

SOUSA SANTOS MOURÃO, Iracema et al. Aspectos socioambientais e de saúde das quebradeiras de coco babaçu na microrregião do Bico do Papagaio, Tocantins, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, 2016. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/html/928/92852596014/> > Acesso em 30 ago. 2018.

THALES, M. C. **Imagem fração sombra na caracterização mapeamento de babaçu (*Attalea speciosa Mart ex Spreng.*) em áreas de floresta.** São José dos Campos. 140p.(8382-TDI/720). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)-INPE, 1999.

U.S. Geological Survey. Landsat—Earth observation satellites. **USGS Publications Warehouse**. 2015. Disponível em:<

<http://pubs.er.usgs.gov/publication/fs20153081> >. Acesso em: 20 mar. 2017.

VASCONCELOS, S. S. et al. Variability of vegetation fires with rain and deforestation in Brazil's state of Amazonas. **Remote sensing of environment**, v. 136, p. 199-209, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425713001491>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

VELOSO, Henrique Pimenta; STRANG, Harold Edgard. Alguns aspectos fisionômicos da vegetação do Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 68, n. 1, p. 9-76, 1970. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0074-02761970000100002&script=sci_arttext&lng=es>. Acesso em: 20 mar. 2017.

VIEIRA, V. de B. C. B., MOREIRA, M. A. Sistema de informação geográfica para o agronegócio do babaçu: SIG babaçu [recurso eletrônico]. 2ª Ed rev. e ampl., Teresina, IFPI, 2017. Disponível em: <<http://sardes.ifpi.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/000041/0000411e.pdf>> Acesso em: 11 de mar. de 2018.

Recebido: 15 fev 2018.

Aprovado: 28 nov 2018.

DOI: [10.3895/rts.v15n37.7778](https://doi.org/10.3895/rts.v15n37.7778)

Como citar: CASELLI, F.T.R., ESPINDOLA, G.M. e LOPES, J.B.. Análise temporal da cobertura do solo no território dos cocais usando sensoriamento remoto. **R. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 15, n. 37, p. 40-55, jul/set. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/7778>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

