

ÁREAS DE USO RESTRITO (AUR) EM FUNÇÃO DA DECLIVIDADE EM NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Priority areas for conservation facing of declivity in desertification core of brazilian
semiarid

Áreas prioritarias para la conservación frente a la declividad en el centro de desertificación
en semiarido de Brasil

Luciano Cavalcante de Jesus França
Departamento de Ciências Florestais, UFLA.
lucianodejesus@florestal.eng.br

Danielle Piuzana Mucida
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.
dpiuzana@yahoo.com.br

Vicente Toledo Machado de Moraes Junior
Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, Minas Gerais
vicente.moraisjr@gmail.com

Samuel José Silva Soares da Rocha
Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, Minas Gerais
samueljoserocha@gmail.com

Cristiano Rodrigues Reis
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- ESALQ, Piracicaba, São Paulo, Brasil.
crreis28@gmail.com

Gerson dos Santos Lisboa
Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB, Itabuna, Bahia.
gerson.lisboa@gmail.com

João Batista Lopes da Silva
Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB, Teixeira de Freitas, Bahia.
silvajbl@yahoo.com.br

Resumo

Gilbués é o maior núcleo de desertificação do Brasil e encontra-se em intenso estado de degradação ambiental. Por este motivo, estudos de áreas prioritárias para a conservação são necessários em função dos riscos de degradação. Dentre essas áreas pode-se citar as

Áreas de Uso Restrito (AUR) que visam a conservação dos solos por meio do uso de boas práticas agronômicas de produção sustentável. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi mapear as AUR, em função da declividade, do núcleo de desertificação de Gilbués, Piauí. A delimitação destas áreas de encostas, ocorreu em concordância com o novo Código Florestal Brasileiro (CFB) e realizada com auxílio do *Software* ArcGIS 10.0, pelo uso de imagens da base SRTM no formato *raster* para compor o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC). Quantificou-se 19,5 km² de sítios classificados como AUR em Gilbués, que merecem atenção quanto à forma de uso segundo o CFB, como forma de evitar agravamento de processos de degradação. A delimitação da categoria AUR é simples quanto à entrada de dados e processamento, além de servir para fins de fiscalização ambiental no âmbito municipal e em práticas de ordenamento territorial.

Palavras-chave: Código Florestal Brasileiro. Gilbués. Recuperação de Áreas Degradadas. Sistema de Informações Geográficas.

Abstract

Gilbués is the largest desertification nucleus in Brazil and presents an intense state of environmental degradation. For this reason, studies of priority areas for conservation are needed due to the risk of degradation. Among these areas we can mention the Restricted Use Areas (AUR) that aim at the conservation of the soil through the use of good agronomic practices of sustainable production. In this sense, the objective of this study was to map the AUR, in function of the slope, of the desertification nucleus of Gilbués, Piauí. The delimitation of these slope areas occurred in accordance with the new Brazilian Forest Code (CFB) and performed with the aid of ArcGIS 10.0 Software, by using SRTM base images in raster format to compose the Hydrologically Consistent Elevation Digital Model (MDEHC). It was quantified 19.5 km² of sites classified as AUR in Gilbués, which deserve attention as to the use according to the CFB, as a way to avoid aggravation of degradation processes. The delimitation of the AUR category is simple as the input data and processing as well as serving in environmental monitoring at the local level as well as for management areas and land use planning practices.

Key-Worlds: Brazilian Forest Code. Geographical Information System. Gilbués. Recovery of Degraded Areas.

Resumen

Gilbués es el núcleo de desertificación más grande de Brasil y se encuentra en un intenso estado de degradación ambiental. Por esta razón, los estudios de áreas prioritarias de conservación son necesarios en vista de los riesgos de degradación. Entre estas áreas podemos mencionar las Áreas de Uso Restringido (AUR) que apuntan a la conservación del suelo mediante el uso de buenas prácticas agronómicas de producción sostenible. En este sentido, el objetivo de este estudio fue mapear el AUR, en función de la pendiente, del núcleo de desertificación de Gilbués, Piauí. La delimitación de estas áreas de pendiente ocurrió de acuerdo con el nuevo Código Forestal Brasileño (CFB) y se realizó con la ayuda del software ArcGIS 10.0, mediante el uso de imágenes base SRTM en formato ráster para componer el Modelo digital de elevación hidrológicamente consistente (MDEHC). Se cuantificaron 19,5 km² de sitios clasificados como AUR en Gilbués, que merecen atención en cuanto al uso según el CFB, como una forma de evitar el agravamiento de los procesos de degradación. La delimitación de la categoría AUR es simple en términos de entrada y procesamiento de datos, además de servir en la supervisión ambiental a nivel municipal, así como en prácticas de planificación del uso de suelo.

Palabras clave: Código Forestal Brasileño. Gilbués. Recuperación de Áreas Degradadas. Sistema de Informaciones Geográficas.

1. Introdução

A desertificação é um fenômeno complexo induzido por interações multifacetadas que incluem vários fatores (SUN et al., 2019). Na maioria dos casos, resulta de processos interativos tais como escassez e variabilidade interanual das precipitações, posição em baixa latitude que expõe a região à intensa radiação solar, solos litólicos e ventos quentes e secos estimuladores da evaporação, entre outros, e que tendem a se agravar por ações antrópicas (CONTI, 2005). As atividades humanas também são uma causa vital do processo de desertificação (JIANG et al., 2019).

No Brasil, após cinco séculos de ocupação desordenada, o semiárido brasileiro foi degradado pelo manejo inadequado do solo, sendo que as terras áridas são frequentemente afetadas pela erosão acelerada do solo, degradação e desertificação, sobretudo quando associados a perdas de cobertura vegetal (TOMASELLA et al., 2018). Neste cenário, o Núcleo de Desertificação de Gilbués, sul do Estado do Piauí, localizado em área limítrofe

entre as bacias sedimentares fanerozoicas do Parnaíba e do São Francisco, é reconhecido mundialmente como uma das maiores áreas de desertificação do Brasil (CARNEIRO, 2005). Regiões sedimentares apresentam alta vulnerabilidade quando comparada a áreas de embasamento cristalino (MOTA; VALLADARES, 2011).

A região de Gilbués tem sua trajetória de ocupação apoiada historicamente pela atividade pecuária (SILVA, BARROS, 2016), além disso, a exploração mineral pelo garimpo e a tradição da ovinocaprinocultura, juntas são caracterizadas pelo primitivismo dos procedimentos e pela ausência de preocupação de práticas preservacionistas. Com isso, as características edafoclimáticas atreladas à pressão da dinâmica antrópica favoreceram a formação e consolidação de áreas em processo de “desertificação” (CONTI, 2005; GALINDO *et al.*, 2008; PATRÍCIO *et al.*, 2012; FERNANDES *et al.*, 2014; NEVES, SILVA, 2014).

O Código Florestal Brasileiro (CFB), nos termos da Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965), revogado pela Lei Federal nº 12.651 de maio de 2012 (BRASIL, 2012) tem como um de seus objetivos dinamizar a atividade florestal e preservar a diversidade biológica e a variabilidade dos organismos vivos. Assim, novos estabelecidos na atualização do Código Florestal Brasileiro de 2012, dispõem sobre a proteção de vegetação nativa e determina critérios de implantação e utilização das áreas de conservação, sendo: Áreas de Proteção Permanente (APP), Áreas de Reserva Legal (ARL) contempladas em ambas versões do CFB e, as Áreas de Uso Restrito (AUR) uma nova categoria de área de conservação, aperfeiçoada em sua definição e contemplada no novo CFB. Quanto ao uso e ocupação do terreno, as AUR permitem o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como, a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observando boas práticas agrônômicas, sendo vedada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social (BRASIL, 2012).

As AUR são áreas de encostas que apresentam inclinação entre 25° e 45°, e é permitido, segundo o CFB, o desenvolvimento de algumas atividades restritas, tais como o manejo florestal sustentável e ocupação agrossilvipastoris, desde que respeitadas as práticas sustentáveis e atendam as orientações técnicas dos órgãos ambientais e de pesquisa (BRASIL, 2012). Entretanto, as AUR que tiveram vegetação suprimida até 22 de julho de 2008 são consideradas áreas consolidadas, sendo vedada a conversão de novas áreas destinadas às atividades citadas anteriormente, com exceção às hipóteses de utilidade

pública e interesses sociais. São consideradas ainda AUR, as zonas pantaneiras, áreas sujeitas a períodos de cheias e de vazante, modalidade considerada exclusivamente à fisionomia do bioma Pantanal.

Nos artigos 10 e 11, Capítulo III, da Lei nº 12.651 - 2012, não apresentam elementos claros que garantam as regras e formas de uso da terra e de proteção destas áreas classificadas como AUR, além de não estabelecerem informações necessárias e suficientes sobre suas funções e práticas agrônômicas e ambientais que são esperadas para estes locais. Concomitante a isto, outra limitação do uso das AUR, consiste na dificuldade nas formas de identificação de tais áreas em campo. Assim, técnicas desenvolvidas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e de Geoprocessamento são eficazes nos processos de identificação, fiscalização e ordenamento ambiental dessas áreas em nível de propriedades rurais, sobretudo pelos benefícios de menores custos econômicos e da desobrigação de equipes em campo. Tais ferramentas possibilitam a obtenção do inventário de dados geográficos, avaliação das condições do ambiente em estudo e o entendimento de consequências causadas pela ocupação antrópica em ambientes naturais (FONSECA et al., 2016).

O relevo é uma condicionante geoambiental relevante na região de Gilbués sobretudo pelos comprimentos de vertentes que exercem influência na mobilização dos sedimentos transportados pelo escoamento superficial e no fluxo de terra para áreas mais rebaixadas. Tais fatores contribuem no processo erosivo por comandarem a velocidade e o volume de enxurradas e constituem parâmetros diagnósticos quanto a fragilidade ambiental da região. Relaciona-se, a isso, a dinâmica climática, caracterizada pela presença de eventos chuvosos intensos (concentrados entre os meses outubro e março) com relevante diminuição de precipitação de um mês para o outro (SILVA, 2013). A declividade possui papel importante no controle da erosão do solo. Amorim *et al.* (2001) ao avaliarem os efeitos da declividade no solo e da energia cinética decorrentes das chuvas inferiram na proporcionalidade nos valores de declividade do terreno e nas taxas de perda de solo e energia, sobre o que compreende-se que a medida em que aumenta a declividade do terreno, aumentam-se taxas de perda do solo e energia da superfície do relevo.

Diversos estudos já discutiram sobre a vulnerabilidade dos solos da região à erosão, fato que está atrelado, principalmente, à sua litologia e ao relevo, visto que em locais de maior declividade observam-se altas taxas de perda de solo devido ao aumento da velocidade e volume da enxurrada que são escoadas pelas vertentes e à má distribuição das

chuvas e sua intensidade ao longo do ano (AMORIM *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2013; SILVA, 2013; SILVA, 2014). Devido a todos esses condicionantes, a área em questão caracteriza-se por intenso processo de degradação dos solos, que se manifestam na forma de erosão, principalmente na porção Centro-Sul (SILVA, 2014). França *et al.* (2017) mapearam a fragilidade ambiental de Gilbués, constatando que a região apresenta naturalmente uma tendência à degradação ambiental, com elevadas taxas de mediana a extremamente alta fragilidade ambiental, sobretudo na porção sul do município, relacionados diretamente aos sítios com maior intensidade de desertificação.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi mapear as AUR, em função da declividade, do núcleo de desertificação de Gilbués, Piauí. Tal estudo pode direcionar os esforços para auxiliar no entendimento das práticas de contenção do processo de desertificação local e direcioná-las para o melhor aproveitamento destas áreas por proprietários rurais da região, em conformidade aos devidos fins estabelecidos no novo Código Florestal Brasileiro.

3. Materiais e métodos

3.1. Localização e caracterização fisiográfica da área

A área de estudo corresponde aos limites do município de Gilbués, com área de aproximadamente 3.495,18 km², na região Sul do Estado do Piauí, Brasil (Figura 1). Localizada entre as coordenadas geográficas 09°49'55'' de latitude Sul e 45° 20' 38'' de longitude Oeste e dista 794 km da capital do estado, Teresina.

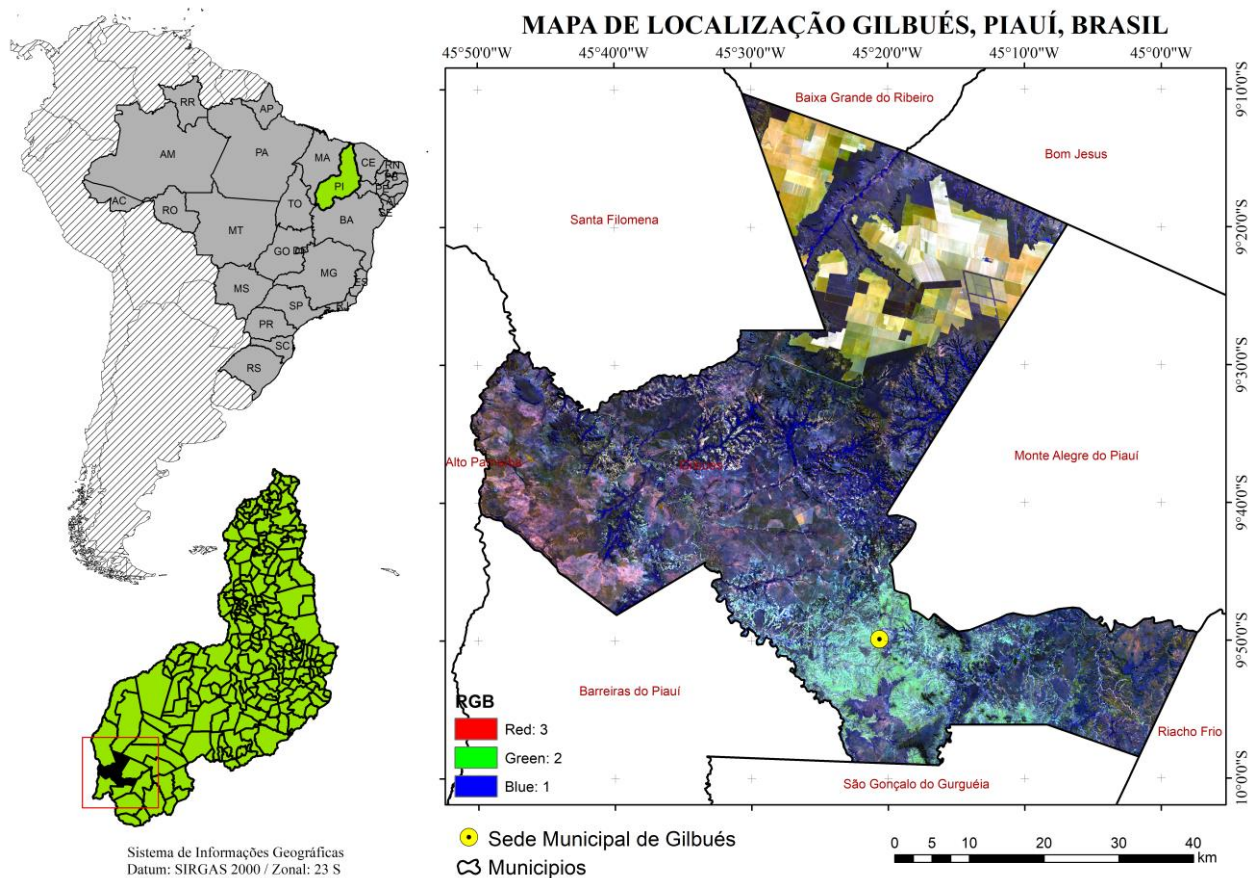


Figura 1. Mapa de localização do município de Gilbués, no contexto do estado do Piauí, Brasil, e mapa de detalhe do município em imagem do satélite RapdEye, composição R3G2B1.

O clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é o semiúmido (Tropical chuvoso com seca no inverno) com 4 a 5 meses de estiagem e temperaturas que variam de 25° a 36°C. A precipitação pluviométrica média anual é definida no regime equatorial e continental, com regime pluviométrico bastante heterogêneo caracterizado por alta amplitude pluviométrica durante o ano, que pode variar de 820 a 1840 mm (SILVA, 2013; 2014).

A área está inserida no limite de duas províncias geológicas: a Bacia Intracratônica do Parnaíba e pela Bacia do São Francisco, ambas sedimentares, de idade fanerozoica. A área do município encontra-se em domínio de “áreas com predominância de rochas sedimentares”, com idades de deposição que datam do Paleozoico Inferior ao Mesozoico Superior. Rochas sedimentares paleozoicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba na região compreendem as formações Sambaíba, Pedra de Fogo, Piauí e Poti e rochas mesozoicas da

Bacia do São Francisco são representadas pelas formações Areado e Urucuia (SILVA, 2014).

A vegetação da região caracteriza-se por uma variação entre Cerrado e Caatinga (Ecótono), predominando, no entanto, espécimes pertencentes ao cerrado (CARVALHO, ALMEIDA-FILHO, 2007). De acordo com dados do IBGE (2011) a região apresenta, em sua maior extensão, a classe vegetacional de Campo Cerrado (Sa – Arborizada) ou cerrado *Stricto Sensu*, predominante em áreas de encostas (Figura 2.C).

As litologias compreendem arenitos, argilas, siltitos, calcários, sedimentos quartzo-arenosos e conglomerados distintos bastante vulneráveis a erosões (Figura 3.A) aos quais se associam, principalmente Latossolos vermelhos, argilosos amarelos e Neossolos quartzarênicos (Figura 2.B). A topografia possui relevo bastante acidentado, intercalada por áreas planas restritas aos tabuleiros da região.

O relevo na região exerce funções geoambientais de extrema dada a influência do comprimento da vertente e variações hipsométricas. Pelo mapeamento hipsométrico observa-se superfícies topográficas de altitudes variando entre 296 a 665 m. As áreas de maiores altitudes, a norte, enquanto ao sul e Oeste são encontradas as menores altitudes entre 296 a 449 m (Figura 2.C). Essa influência está relacionada à mobilização dos sedimentos carregados no escoamento superficial, ao fluxo de solo para as áreas mais baixas e, por conseguinte acentua os processos erosivos por meio do aumento da velocidade e volume das enxurradas (SILVA, 2013).

MAPAS DE CARACTERIZAÇÃO FISIOGRAFICA DE GILBUÉS, PIAUÍ, BRASIL

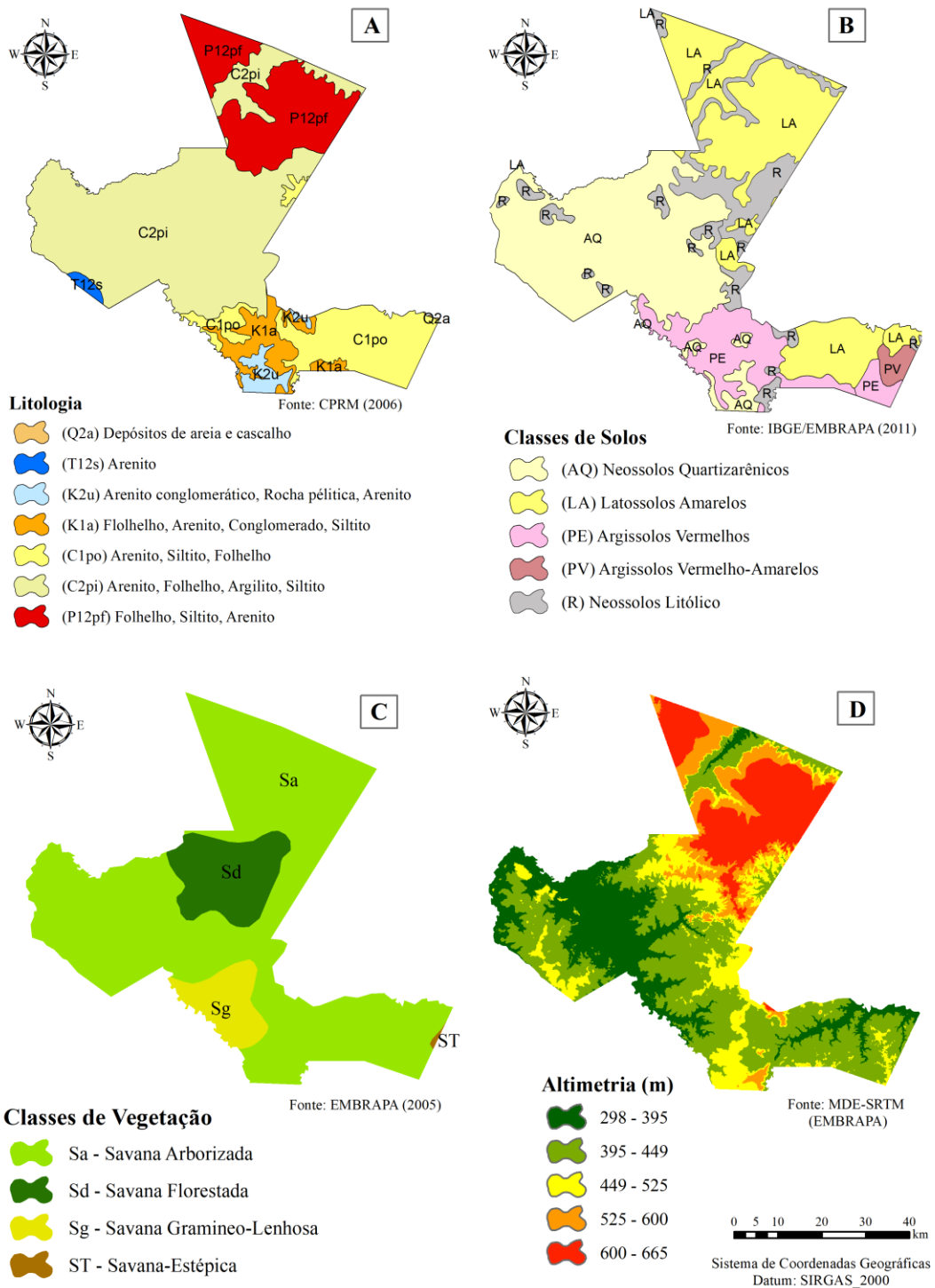


Figura 2. Mapas temáticos de caraterização do município de Gilbués, Piauí. (A) litologias; modificado de CPRM (2006) (B) Classes de Solos; Modificado de IBGE/EMBRAPA (2011) (C) Fitofisionomia; Modificado de IBGE (2012) e; (D) Hipsometria; Modificado de EMBRAPA (2005).

Além da fragilidade natural motivada pelas características edáficas (França et al., 2017) fisiográficas e climáticas, Gilbués se desenvolveu sobre forte e indevida interferência humana. O histórico de ocupação do solo juntamente com a fragilidade natural do ecossistema, contribuiu para que o município atualmente seja classificado como uma das principais áreas suscetíveis a desertificação no país (PEREZ-MARIN et al., 2012). Entre as causas comuns estão o manejo inadequado do solo, as atividades de agricultura e pecuária extensiva, desmatamento, uso descontrolado do fogo, sobrepastejo de caprinos e ovinos e o histórico de exploração mineral da região vinculado ao diamante (ACCIOLY, 2000; SILVA, BARROS 2016).

3.2. Procedimentos metodológicos

Foi elaborado inicialmente, o mapa de declividade do terreno de Gilbués, como base para a posterior geração do mapa de AUR. Como suporte na fase de delimitação destas áreas, confeccionou-se os mapas temáticos da Figura 2 com intuito de auxiliar na interpretação dos dados.

A delimitação das AUR foi realizada utilizando-se de uma série de procedimentos no *software* ArcGIS 10.0 (ESRI, 2004). A base de dados utilizada foram imagens *raster* da base MDE (Modelo Digital de Elevação), originário da missão de mapeamento do relevo terrestre SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução espacial de 90 m, obtida no sítio eletrônico da Empresa Monitoramento por Satélite (EMBRAPA, 2016). A partir do Modelo Digital de Elevação, foi executada identificação e remoção das depressões espúrias ou falsas depressões, segundo metodologia de Peluzio et al. (2010), a partir dos comandos *Flow Direction* e *Sink*, bem como o preenchimento dessas depressões, por meio do comando *Fill*, utilizando o pacote de ferramentas do *Hidrology* do ArcGIS. O MDE gerado a partir de dados SRTM, geralmente apresenta estas falhas (depressões espúrias) no relevo, que são consideradas erros por padrão, pois são morfologias raras no relevo, entretanto comuns no interpolador devido aos erros sistêmicos do processo de imageamento (FRANÇA, 2018). A presença dessas irregularidades é natural no relevo, sendo mais frequente em áreas com inclinações de superfície maiores que 20°, devido ao sombreamento gerado pelo radar (LUEDELING et al., 2007).

O MDE foi submetido ao comando *Slope* do ArcMap para a geração do arquivo formato *raster* de declividade. A classificação das AUR foi realizada a partir do comando

Classify do layer *Symbology*, dividido em duas classes: áreas com menos de 25° de declividade e áreas acima de 25°. Em seguida, foi utilizada a ferramenta *Reclassify* para obter a reclassificação para o novo arquivo de formato *raster*, seguida pela conversão para *shapefile*, a partir do comando *Raster to Polygon*. Com a execução de tais procedimentos fez-se a segregação das feições com declividade inferiores de 25° e cálculo de áreas dos polígonos e consequente cálculo das AUR de declividade (Figura 3).

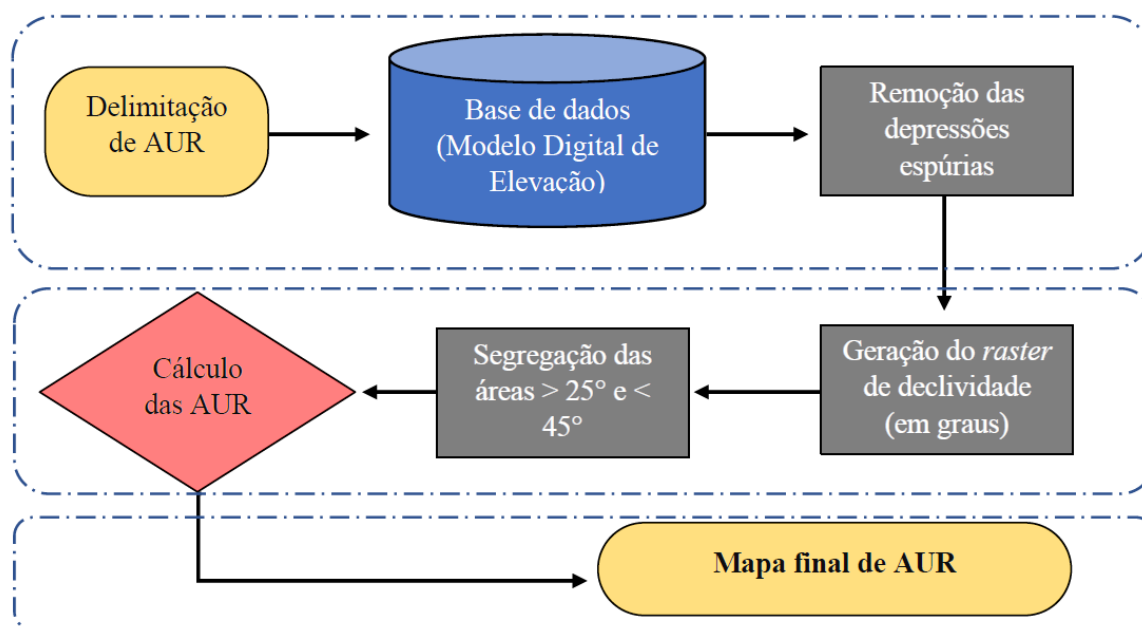


Figura 3. Fluxograma dos procedimentos de delimitação das Áreas de Uso Restrito (AUR).

Para maior acurácia das análises interpretativas e feições da região, realizou-se diagnóstico e reconhecimento em *in loco* em alguns segmentos do município. As avaliações em campo ocorreram em julho de 2015, com análises em nível de escala da paisagem, dos fatores fisiográficos da região, além de averiguações das condições dos recursos hídricos, áreas desertificadas, áreas habitadas, encostas e chapadas de tabuleiros, dentre outras feições características da região.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise do mapa de declividade do terreno de Gilbués (Figura 4) pode-se constatar que sua maior parte é classificada como Plano (43,56%) e Suave Ondulado (39,07%). Cerca de 1,14% de sua área é Forte-Montanhoso e 2,14 % Montanhoso (Tabela 1), concentrando-se a Norte e Leste do município, correspondendo principalmente as

bordas dos tabuleiros e encostas de morros. A declividade do terreno na área do município não ultrapassa inclinações de $31,8^\circ$, não apresentando, portanto, áreas classificadas como APP (Áreas de Preservação Permanente) de encostas de morros ($>45^\circ$), constatando-se, portanto, somente as áreas do tipo AUR, segundo o novo Código Florestal (BRASIL, 2012).

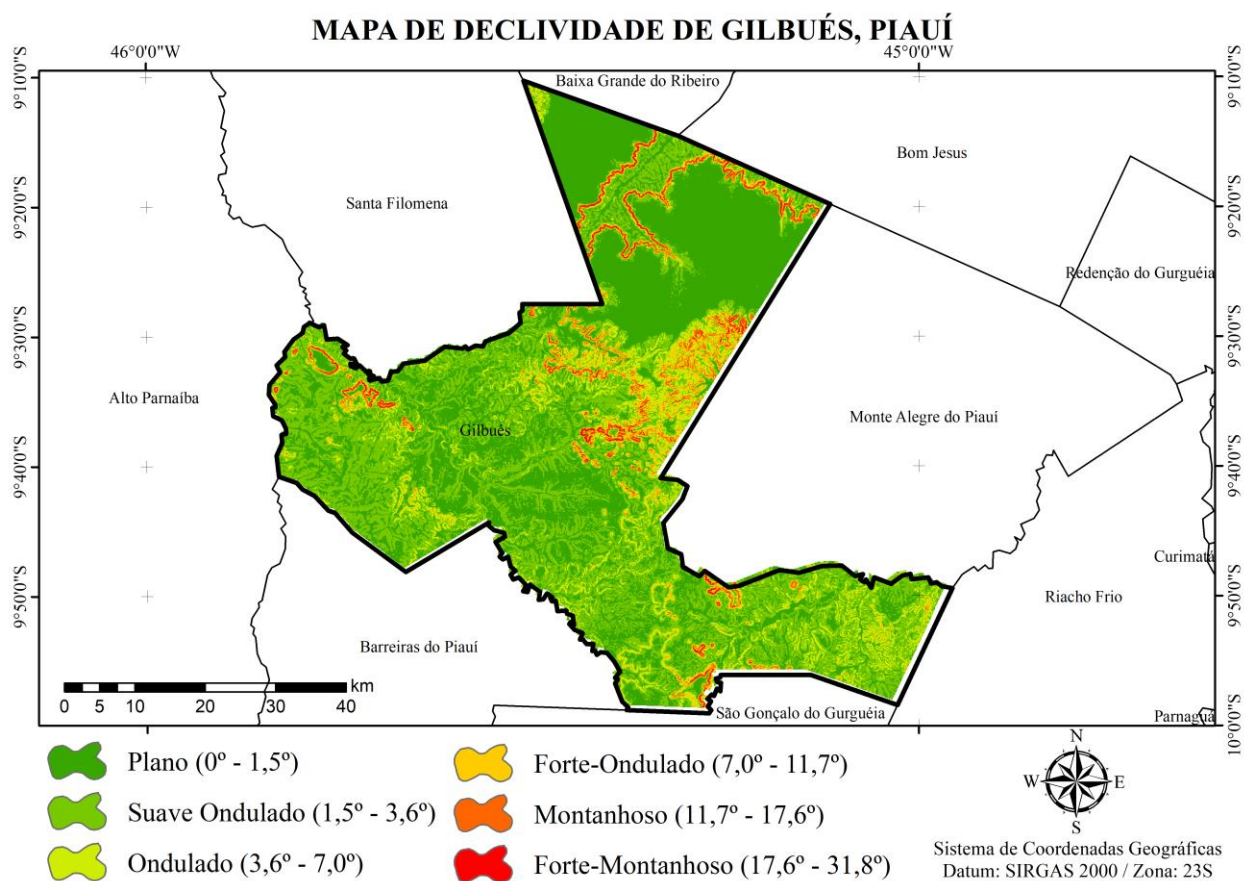


Figura 4. Mapa de Declividade de Gilbués, Piauí, Brasil.

Tabela 1. Áreas (km^2) e percentuais das diferentes classes de declividade do terreno na região de Gilbués, Piauí, Brasil.

Classes de Declividade do Terreno	Área (Km^2)	Área (%)
Plano	1.492,50	43,56
Suave-Ondulado	1.338,60	39,07
Ondulado	346,90	10,12
Forte-Ondulado	136,00	3,97
Montanhoso	73,30	2,14

Forte-Montanoso	39,10	1,14
Total (Σ)	3.426,40*	100

*A área total obtida pelo somatório da extensão de cada tipo de declividade, não equivale exatamente a área oficial do município de Gilbués (3.495,18 km²), devido a imprecisões na extensão geográfica dos vetores utilizados para as operações de mapeamento. Portanto, a área de cada classe de declividade calculada aqui, deve ser tomada como uma aproximação média.

Ao comparar os mapas de classes de solos (Figura 2.B), altimetria (Figura 2.D) e declividade (Figura 4) observa-se que as encostas dos morros e tabuleiros apresentam em sua maioria, constituição os Neossolos Litólicos, quantificados cerca de 501,7 km² da área do município. Normalmente caracterizam-se por topografias acidentadas com afloramentos rochosos. Horizontes pouco evoluídos (rasos) facilitam a erosão superficial, haja vista a rápida saturação dessa camada (LOPES *et al*, 2011).

Apesar de grande parte do município apresentar áreas planas e suave ondulada, as áreas com maior declividade têm significativa influência na erosão do solo. Para Sales (2003) e Lopes; Soares (2016) as principais causas do processo de degradação do solo vinculam-se à geologia local, uma vez que as litologias (siltitos, arenitos e conglomerados) das bacias sedimentares fanerozoicas do Parnaíba e do São Francisco são vulneráveis à erosão. O relevo correspondente a estas litologias são superfícies tabulares de estrutura horizontal (chapadões) e feições em rampas intensamente dissecadas por processo de escoamento concentrado, que atuam na erosão laminar. Além disso, a dinâmica dos processos erosivos é condicionada ao aspecto climático, devido aos efeitos da erosão eólica e hídrica acarretando na remoção dos horizontes A e B dos solos no período seco que vai de maio a outubro e devido ao elevado e concentrado índice pluviométrico, em torno de 1.200mm anuais de dezembro a março respectivamente (CONTI, 2005; PFALTZGRAFF, 2010; SILVA, 2014).

As ravinas, sulcos e voçorocas são reflexos de processos erosivos e podem ser verificadas com frequência na região (Figuras 5.A; 5.C e 5.D). Áreas com esse diagnóstico são improdutivas e favorecem ainda o assoreamento dos rios e outros cursos de d'água na região, por sedimentos oriundos da erosão hídrica e eólica, provocando redução na vazão dos mesmos (Figura 5.B). Dessa forma, Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) devem ser executados para diminuir a atenuação da problemática para áreas adjacentes.

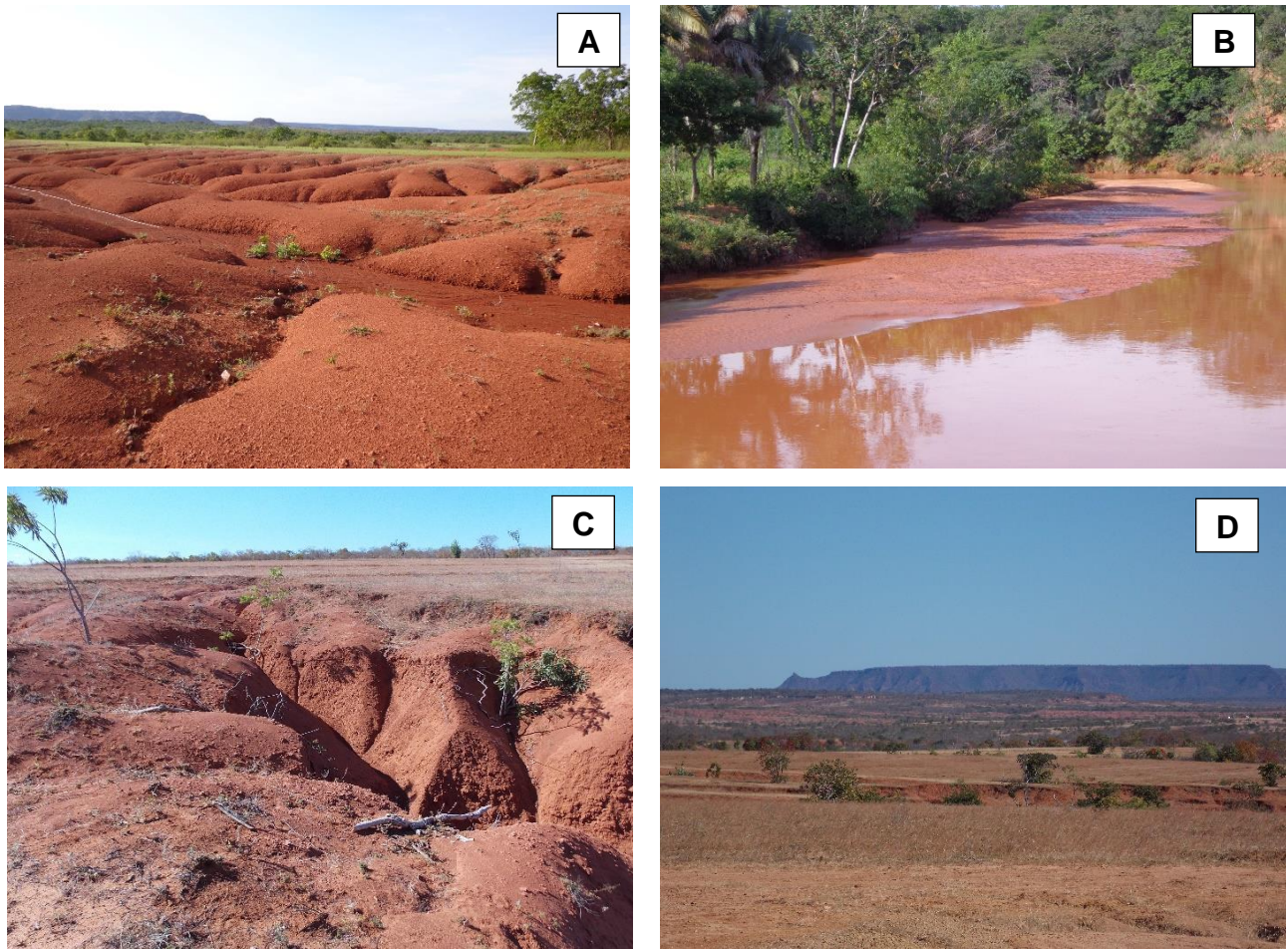


Figura 5. (A) Caracterização física dos solos com processos erosivos em expansão; (B) Banco de areia em curso de drenagem (assoreamento dos cursos de água); (C) Voçoroca em área desertificada; e (D) áreas degradadas em primeiro plano, com visualização de voçorocas e, ao fundo, área declivosa.

Pela análise visual interpretativa do mapa de declividade do terreno (Figura 4) e classes de solos (Figura 2.B) pode-se indicar relativa correlação que condiciona aos fatores aqui citados no favorecimento de processos erosivos. São áreas que apresentam maiores porcentagens de inclinações (Fortemente-Montanoso) e predominância de formações litólicas, identificados como áreas sensíveis, e nomeadamente, após aplicação do método de delimitação, correspondem às AUR. Estas áreas, de modo geral são mais susceptíveis ao surgimento de ravinas, erosões e voçorocas e por encontrarem-se principalmente nas áreas de encostas de morros e tabuleiros. O mapa final das AUR, é apresentado na Figura 6, de acordo com o que rege a especificação do Código Florestal em vigor (BRASIL, 2012). Onde foram quantificadas 19,52 km² de sítios do enquadrados na classe de AUR.

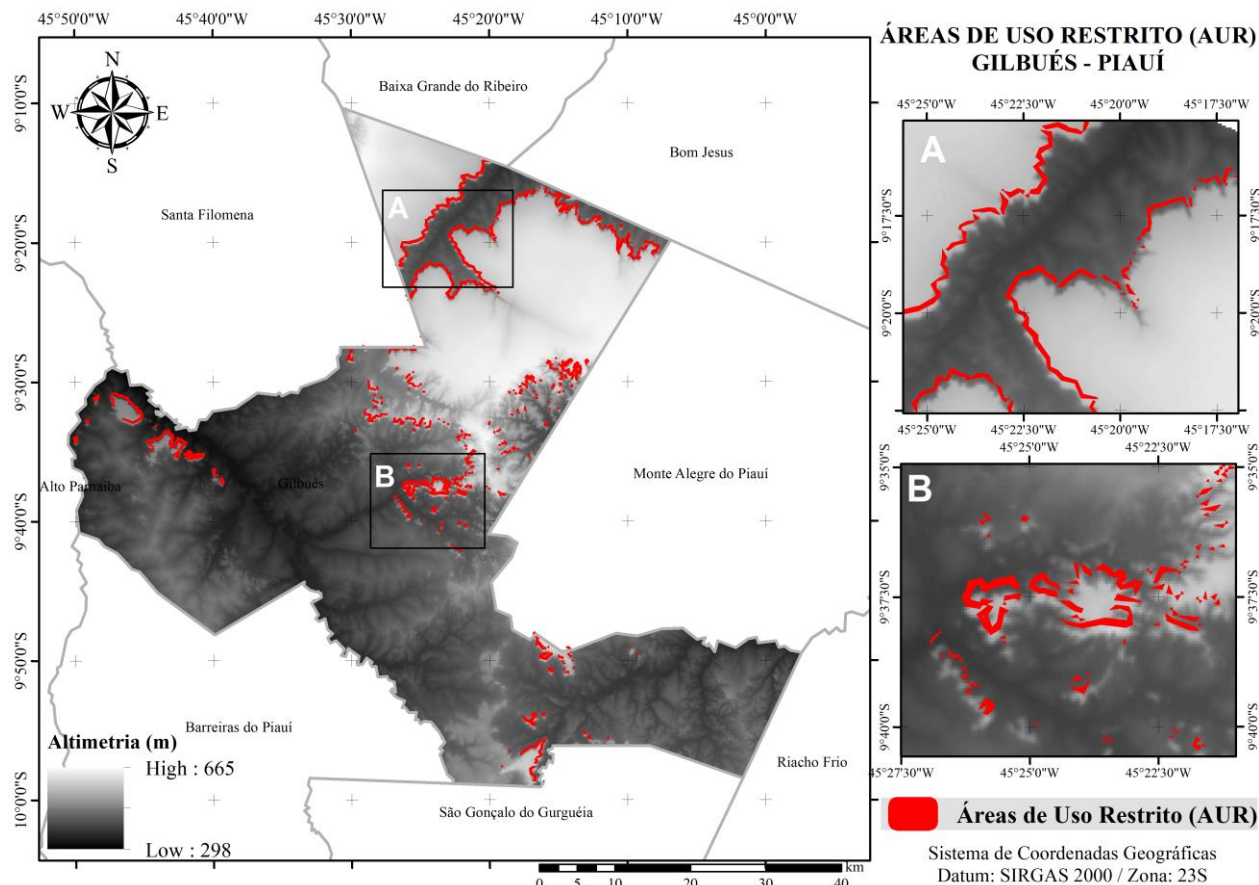


Figura 6. Áreas de Uso Restrito (AUR) de acordo com novo Código Florestal, para Gilbués (PI).

Espera-se portanto, com este estudo, um aperfeiçoamento para maior aplicabilidade da legislação em vigor para as AUR, ainda pouco discutidas sobre sua forma de uso e aproveitamento, de forma a flexibilizar e orientar técnicas para utilização destas áreas por proprietários rurais, apoiando o desenvolvimento sustentável de sistemas agrossilvipastoris, agricultura de baixo impacto, programas de Manejo Florestal Sustentável, como subsídio de renda para agricultores. Desse modo, de forma a garantir à sociedade o uso racional dos recursos naturais e promover a proteção destas áreas, que embora possam ser passíveis de atividades antrópicas de baixo impacto, ainda assim são áreas com algum grau de susceptibilidade à processos erosivos e, conseqüentemente de degradação, sobretudo quando do manejo inadequado destes sítios. O uso das AUR, pode chancelar principalmente programas de agricultura familiar, para que além das suas áreas de uso convencionais, possam aproveitar de forma sustentável estes terrenos de maiores inclinações, vedando a possibilidade de conversão para uso alternativo do solo. Em outras

regiões do Brasil com climas de maiores pluviosidades e temperaturas amenas, as AUR podem ser utilizadas também para implantação de Vinhedos.

Deste modo, ao se considerar todos os fatores fisiográficos apresentados, declividade do terreno, classes de solos, altimetria da região, cobertura vegetal, unidades geológicas, composição litológicas e das as averiguações de campo realizadas, pode-se pressupor que trata-se de uma região com fatores que caracteriza-a com significativo grau de susceptibilidade à processos erosivos e alterações alta de mobilidade de substrato. Tais fatores, podem ser considerados para tomadas de decisões nas definições do uso destas AUR, uma vez que estas, quando cobertas por vegetação, protegem o solo dos efeitos erosivos oriundos do relevo. Santos *et al.* (2013), ao estudarem os fatores de erosão e susceptibilidade magnética em diferentes compartimentos de declividades em Gilbués, concluíram que as perdas de solo, potencial de erosão natural e risco de erosão apresentou relação espacial direta com o fator topográfico da região.

Um panorama geral paisagístico dos elementos físicos de Gilbués, é apresentado na Figura 7, em que, na Figura 7.B, observa-se o nível da espacialização das áreas desertificadas, onde as manchas mais claras sem formato definido, caracterizam o processo de desertificação na região de Gilbués. Contudo, vê-se ainda as áreas de grandes latifúndios agrícolas ao norte do município (Figura 7.B), instalados nas áreas de tabuleiro, áreas de maior altimetria e declividade mais plana do terreno, sobretudo com as maiores áreas de Latossolos Amarelos, áreas que apresentam, geralmente, características muito favoráveis a instalação de projetos agrícolas, tais como as monoculturas de soja.

Ao aumentar-se a escala de visualização para 1:5.000, de modo a se observar áreas menores e com maior riqueza de detalhes (Figura 7.A), foi possível caracterizar as AUR frente aos processos erosivos de Gilbués. Na Figura 7.A, é apresentado uma área de tabuleiro (matriz vegetacional), com presença de fitofisionomia de Cerrado *stricto sensu*, bordado por áreas em intenso processo de expansão da desertificação, demonstrado pela pelas feições de Voçorocas avançando à base superficial do tabuleiro. Deste modo, evidencia-se que a utilização das AUR, principalmente no que diz respeito a atividades de uso agrícola de pequenos produtores, uma vez que a cobertura do solo com lavouras, plantio direto, cultivo mínimo, sobretudo a presença do homem no manejo e manutenção destas áreas, pode interromper a expansão dos processos erosivos e consequentemente a desertificação, bem como protegendo as encostas destes tabuleiros da possibilidade de erosão laminar promovida pela declividade do terreno. As áreas de tabuleiro, áreas

desertificadas, voçorocamento, pastagens degradadas e AUR foram identificadas na Figura 7.A.

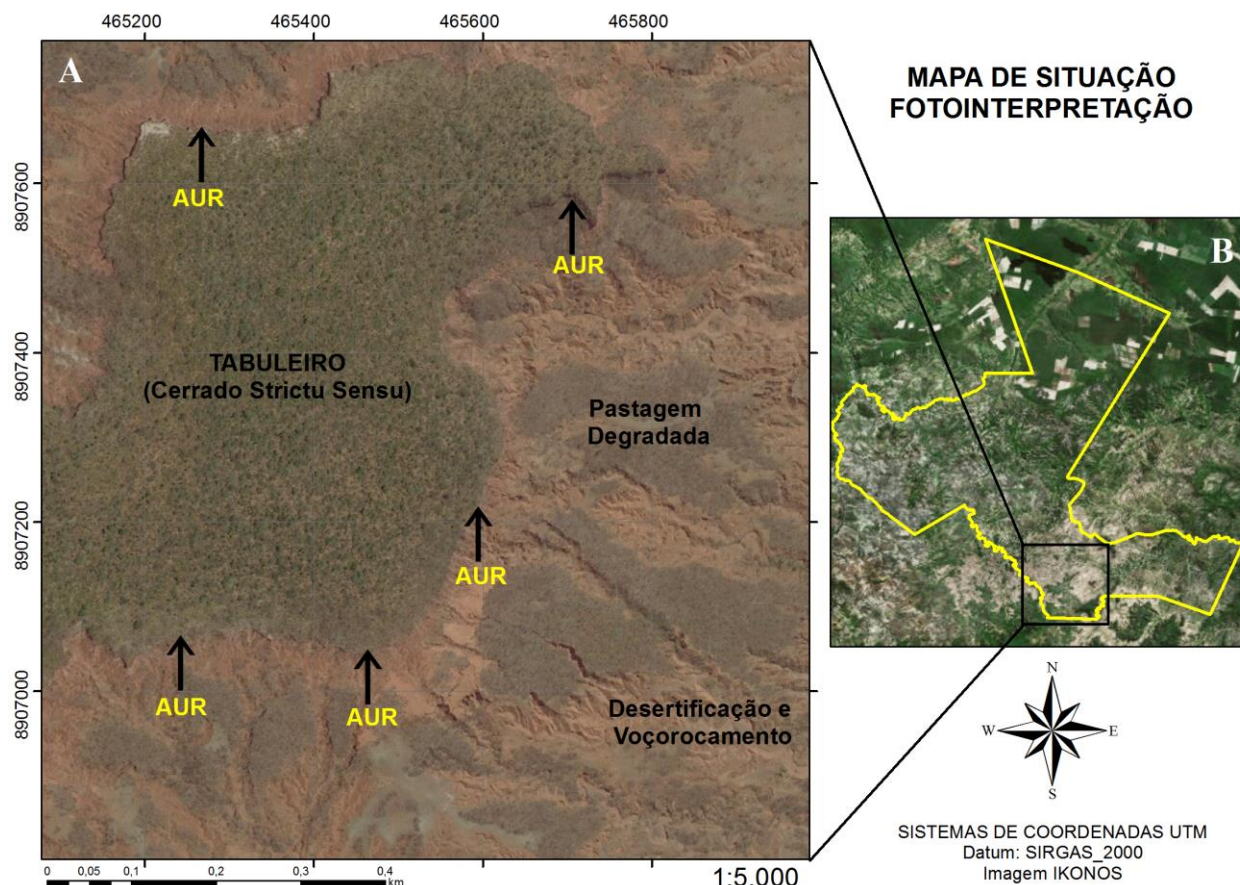


Figura 7. Expansão da desertificação e voçorocamento sobre as AUR e matriz vegetal (Tabuleiros), e pastagens degradadas, vistos a partir de imagem de alta resolução (IKONOS).

A partir destes fatores, confere-se que preservação e conservação da vegetação nativa e manejo adequado do solo, apresentam alto grau de relevância para a região em estudo. Santos et al. (2014) por meio do uso de técnicas de sensoriamento remoto avaliou dentre vários parâmetros, o IVDN (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) para 1994 e 2010, e sua relação com o processo de desertificação apresentados neste domínio de estudo, onde foi diagnosticada que a remoção da vegetação nativa é um fator direto para indicação de áreas em processo de desertificação e/ou degradação ambiental, de igual modo que, apresentou correlação com redução de radiação líquida da superfície, aumento dos fluxos de calor do solo, redução de energia utilizada para a evaporação e aumento na

energia utilizada para o aquecimento do solo e do ar, fazendo com que o aumento de temperatura, e um aumento sistemático do déficit de umidade do solo na região estudada, fatores que influenciam na expansão da degradação ambiental.

Almeida-Filho e Carvalho (2009), realizaram mapeamento das áreas degradadas em Gilbués, obtiveram resultados de desertificação cobrindo uma área quase contínua de aproximadamente 600 km² em Gilbués e toda sua região em volta, destacam ainda que ao longo das últimas duas décadas, a degradação do solo tem-se concentrado principalmente ao longo e nas cabeças dos sistemas de drenagem. Um padrão que indica a remoção das matas ciliares, agravando o problema grave da carga de sedimentos nos rios da região.

Bertoni e Neto (2005) propõem práticas para conter à erosão e conseqüente conservação do solo. Dentre elas, destacam-se alternativas para as áreas mapeadas como prioritárias, tais como: o florestamento e reflorestamento; adoção de sistemas de manejo de solos, prática de cultivo em faixas e diversificação de culturas, para descansar e desintoxicar os solos; quebra-ventos, que diminuem os efeitos das secas e previnem contra erosão eólica e adoção de barragens para controle de voçorocas.

Para combate à desertificação e aproveitamento econômico da região, subsidiados pela conservação e proteção do solo, faz-se necessário o fortalecimento da comunicação rural e difusão da informação sobre a desertificação e seus efeitos, auxiliados por assistência técnica à comunidades e produtores da região, de modo a qualificá-los em temáticas de gestão de recursos naturais em áreas sujeitas a desertificação, que, dentre elas, o uso das AUR, que se gerida corretamente pode gerar renda e ainda proteger os solos da região. Além dessas ações, faz-se necessário a busca da participação da sociedade civil na implementação e efetivação do Plano Nacional de Combate à Desertificação.

5. CONCLUSÕES

A adoção da metodologia de SIG para delimitação de AUR, mostrou-se eficiente e permitiu sua delimitação automática na região de estudo, o que pode auxiliar em diretrizes de uso do solo e ordenamento territorial na região de Gilbués. A metodologia proposta visou fornecer bases para direcionar os esforços na diminuição do efeito de desertificação e, conter as perdas de solos produtivos assegurando a função econômica do meio ambiente para as gerações futuras. Entendendo-se que, de acordo com a legislação brasileira vigente, nas AUR as atividades antrópicas agrônômicas e de uso do solo já existentes poderão ser mantidas, todavia, são vedadas novas supressões de vegetação nativa, além de

se fazer necessário boas práticas de manejo e conservação do solo e água, de modo que se proteja por meio de vegetação agrícola ou florestal, tais áreas de maiores declives.

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, L. J. O. Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p.23-25, 2000.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Disponível em <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 23 abril de, 2016.

Almeida-Filho, R.; Carvalho, C. M. (2010). “Mapping land degradation in the Gilbues region, northeastern Brazil, using Landsat TM images”. *International Journal of Remote Sensing*, 31(4), 1087-1094. <http://www.revista.ufpe.br/jhrs/index.php/revista/article/view/33>. (consultado 16-06-2016)

AMORIM, R. S. S.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. P.; MATOS, A. T. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.124-130, 2001.

ANA. (2016). <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>. (consultado 28-11-2015)

AQUINO, C.M.S. **Suscetibilidade geoambiental das terras secas do Piauí à desertificação.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí, 2002.

BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** São Paulo: Ícone, 355p. 2005.

BRASIL, LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências**, Brasília, DF, 28 mai. 2012.

BRASIL. **Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm>. Acesso em 30 de Junho de 2016.

BRASIL. **Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em 19 de abril de 2016.

CARVALHO, C.M.; ALMEIDA-FILHO, R. Uso de imagens Landsat-TM para avaliar a extensão da desertificação na região de Gilbués, sul do estado Piauí. Em: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 4365-4372, 21-26, abril, 2007.

CONTI, J. B. A questão climática do nordeste brasileiro e os processos de desertificação. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p.07-14, 2005.

CPRM. Informações vetoriais de unidades geológicas e litologia. 2016. <http://geobank.cprm.gov.br>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Brasil em Relevo**. Disponível: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/mg/mg.htm>> Acesso em 23 de abril de 2016.

ESRI. **Geoprocessing in ArcGIS**. Redlands: Environmental Systems Research Institute, 2004.

ESRI. **World Imagery**: ArcGIS® software by Esri. Disponível em < www.esri.com>. Acesso em julho de 2016. 2011.

FERNANDES, M. M.; OLIVEIRA, T. M.; FERNANDES, M. R. M.; CASTRO, V. C.; ALVEZ, A. R. Aspectos biológicos e espécies potenciais para restauração ecológica de áreas em desertificação no Sul do Piauí – Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.2, p.06-13. 2014.

FONSECA, C. J.; SILVA, G. M. F.; MARQUES, L. S.; BARBUDA, L.; CASTRO, C. M. S. Importância do SIG para o cadastramento territorial e planejamento rural no Brasil. **Revista Eletrônica da Fainor**, Vitória da Conquista, v. 9, n.1, p. 74-88, 2016.

FRANÇA, L. C. J. Fragilidade ambiental potencial da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM. 114p., Diamantina, 2018.

FRANÇA, L.C.J.; PIUZANA, D.; ROSS, J. L.S. Fragilidade Ambiental Potencial e Emergente em núcleo de desertificação no semiárido brasileiro (Gilbués, PiauÍ). **Revista Espacios**, v.38, n. 31, 21p., 2017.

GALINDO, I. C. L.; RIBEIRO, M. R.; SANTOS, M. F. A. V.; LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. A. L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1283-1296. 2008.

IBGE. Mapas: Carta de Solos. 2016. <http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos.html>

JIANG, L.; JIAPAER, G.; BAO, A.; KURBAN, A.; GUI, H.; ZHENG, G.; MAEYER, P. Monitoring the long-term desertification process and assessing the relative roles of its drivers in Central Asia. **Ecological Indicators**, v. 104, p. 195-208, 2019.

LOPES, L. S.; SOARES, R. C. Suscetibilidade à desertificação das terras secas de Gilbués (estado do PiauÍ) e Cabrobó (estado de Pernambuco), nordeste do Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, n. 56, p. 307-323. 2016.

LOPES, L.S.O.; SANTOS, R. W. P. FILHO, M.A.M. Núcleo de Desertificação de Gilbués (PI): Causas e Intervenções”. **Revista Geografia**, v. 20, n.2, p.053-066. 2011.

LUEDELING, E.; SIEBERT, S.; BUERKERT, A. Filling the voids in the SRTM elevation model - A TIN - based delta surface approach. **Photogrammetry & Remote Sensing**. V. 62, p.283-294, 2007.

MELO, A. S. T. Núcleos de desertificação na Paraíba: diagnóstico de reconhecimento dos núcleos de desertificação nos municípios de São João do Cariri e Caraúbas – PB. João Pessoa (PB): Universidade de João Pessoa – Unijpê. Centro Universitário de João Pessoa. 2000.

MOTA, L.H.S.O.; VALLADARES, G.S. Vulnerabilidade à degradação dos solos da bacia do Araracá, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**. Vol. 42, n. 1. 2011.

NEVES, C. E.; SILVA, G. M. F. Dinâmica da paisagem em 10 municípios do cerrado piauiense entre 1991, 2001 e 2010 através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, v.10, n.4, p.41-46. 2014.

PAN-BRASIL. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN- Brasil). Brasília: Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Recursos Hídricos. 2004.
http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/arquivos/pan_brasil_portugues.pdf

Patrício, M. C. M.; Silva, V. M. A.; Ramos, A. R. D. Gilbués - núcleo de desertificação do Piauí, caracterização física, variabilidade climática e impactos ambientais. **Polêmica**, v.11, n.3. 2012.

PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A. R. S.; FIEDLER, N.C. Mapeamento de áreas de preservação permanente no ARCGIS 9.3. Alegre, ES: CAUFES, 58p. 2010.
http://www.mundogeomatica.com.br/livros/livro_mapeamento_apps_arcgis93/livro_mapeamento_apps_arcgis93.pdf

PEREZ-MARIN, A. M.; CAVALCANTE, A. M. B.; MEDEIROS, S. S.; TINOCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parcerias Estratégicas**, v.17, p.87-106. 2012.

PFALTZGRAFF, P. A. S. Geodiversidade do Piauí. Recife: CPRM.
http://www.cprm.gov.br/publique/media/Geodiversidade_PI.pdf. 2010

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. São Paulo: Oficina de Textos, 165 p. 2015.

SALES, M. C. L. Degradação Ambiental em Gilbués, Piauí. **Revista Mercator**, 02, 04, 115-124, 2003.

SANTOS, E. G.; SANTOS, C.A.C.; BEZERRA, B.G. Analysis of environmental parameters in Gilbués-PI using satellite image. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 4, n. 4, p. 100-110. 2014.

- SANTOS, H. L., MARQUES JÚNIOR, J., MATIAS, S. S. R., SIQUEIRA, D.S., & MARTINS FILHO, M. V. Erosion factors and magnetic susceptibility in different compartments of a slope in Gilbués-PI, Brazil. **Engenharia Agrícola**, 33(1), 64-74. 2013.
- SILVA, I. A. de S. Clima e arenização em Gilbués-Piauí: dinâmica das precipitações e a vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviais intensos. 184f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Goiás, Goiás. 2014. <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/3036>
- SILVA, I. A. de S. Degradação ambiental em Gilbués-PI: bases conceituais, condicionantes geoambientais e impactos na paisagem”. **Revista Equador**, Vol.1, n.1, p. 14-29. 2013
- SILVA, I. A. S.; BARROS, J. R. Degradação ambiental, cobertura e uso das terras: uma análise geográfica do município de Gilbués - PI. **Revista Equador**, v.5, n.2, p.190-204, 2016.
- SUN, J.; HOU, G.; LIU, M.; FU, G.; ZHAN, T.; ZHOU, H.; TSUNEKAWA, A.; HAREGEWEYN, N. Effects of climatic and grazing changes on desertification of alpine grasslands, Northern Tibet. **Ecological Indicators**, v. 107, p.105-647, 2019.
- TOMASELLA, J.; VIEIRA, R. M. S. P.; BARBOSA, A. A.; RODRIGUEZ, D. A.; SANTANA, M. O.; SESTINI, M. F. Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000-2016. **International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation**, v. 73, p. 197-206, 2018.