

Variabilidade espaço-temporal da perda de solos na área periurbana de São Desidério (BA) e suas relações com a estrutura fundiária e a consolidação do agronegócio no Cerrado Setentrional

Spatiotemporal variability of soil loss in the periurban area of São Desidério (BA) and its relations with the land tenure structure and the consolidation of agribusiness in Northern Cerrado

Variabilité spatio-temporelle de la perte de sol dans la zone périurbaine de São Desiderio (BA) et ces relations avec la structure foncière et la consolidation de l'agrobusiness au Cerrado Setentrional

Mateus Araujo Bezerra Gamper
Universidade Federal de Goiás
mateus.pedageo@gmail.com

Daniel Araújo Ramos dos Santos
Universidade Federal de Goiás
daniel.A.Sants@hotmail.com

Luis Felipe Soares ChereM
Universidade Federal de Minas Gerais
luis.cherem@gmail.br

Resumo

No Cerrado Setentrional, o aumento da pressão da Sociedade sobre a Natureza tem intensificado problemas já existentes, como a perda de solo em áreas produtivas. Nesse artigo, avalia-se a variabilidade espacial e temporal da perda de solos na área periurbana de São Desidério (BA), um dos maiores produtores de grãos do país, e suas relações com a estrutura fundiária e a consolidação do agronegócio na região. Para tanto, foi calculada a Equação Universal de Perda de Solo Revisada – RUSLE – para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020, para cada propriedade rural, classificadas por tamanho de módulo rural. As pequenas propriedades apresentam maiores taxas de perda de solo, seguidas dos minifúndios, médias e grandes. As áreas de proteção

tiveram os resultados mais baixos. No período, houve uma tendência geral ao aumento da perda de solo em torno de 50%. Os minifúndios e as pequenas propriedades tiveram taxas médias duas vezes mais altas frente às médias e grandes, evidenciando a necessidade de melhorar as práticas de manejo dos solos.

Palavra-chave: perda de solo; modelagem ambiental; Cerrado.

Abstract

In the Northern Cerrado, increasing pressure from Society on Nature has intensified existing problems, such as the loss of soil in productive areas. This article evaluates the spatial and temporal variability of soil loss in the periurban area of São Desidério (BA), one of the largest grain producers in the country, and its relationship with the land tenure structure and the consolidation of agribusiness in the region. For this purpose, the Revised Universal Land Loss Equation – RUSLE – was calculated for the years 1990, 2000, 2010 and 2020, for each rural property, classified by rural module size. Small properties have higher soil loss rates, followed by micro, medium and large properties. During the period, there was a general trend towards an increase in soil loss around 50%. The micro and small properties had average rates twice as high compared to the medium and large ones, showing the need to improve soil management practices.

Keyword: soil loss, environmental modeling, Brazilian Savannah.

Résumé

Au nord du Cerrado, la croissante pression de la société sur la nature a intensifié les problèmes existants, tels que la perte de sol dans les zones productives. Cet article évalue la variabilité spatiale et temporelle de la perte de sol dans la zone périurbaine de São Desidério (BA), l'un des plus grands producteurs de céréales du pays, et sa relation avec la structure foncière et la consolidation de l'agrobusiness dans la région. À cette fin, l'équation universelle révisée des pertes de terres – RUSLE – a été calculée pour les années 1990, 2000, 2010 et 2020, pour chaque propriété rurale, classée par taille de module rural. Les petites propriétés ont des taux de perte de sol plus élevés, suivies des micro, moyennes et grandes propriétés. Au cours de la période, il y avait une tendance générale à une augmentation de la perte de sol d'environ 50%. Les micros et petites propriétés avaient des taux moyens deux fois plus élevés que les moyennes et grandes, montrant la nécessité d'améliorer les pratiques de gestion des sols.

Mot-clé : perte de sol ; modélisation de l'environnement ; Savane Brésilienne

Introdução

O solo é um dos recursos naturais mais importante para a humanidade, por ser responsável pela produção de alimentos, suporte da biodiversidade de parte do nosso planeta, responsável por alguns serviços ecossistêmicos e ser o sustentáculo do espaço geográfico (LEPSCH, 2002). As sociedades fazem uso do solo para atividades produtivas desde o início das primeiras civilizações, há 10.000 anos atrás (BERTONI, 2010) e, com o aumento crescente da população mundial, sobretudo nos últimos 100 anos, o aumento do padrão de consumo de alimentos, principalmente carne, fez com que os solos agricultáveis se tornassem um recurso ainda mais valioso, já que toda uma cadeia produtiva depende da constante incorporação de novas áreas para a agricultura e pecuária, e de outros commodities, para produção de combustíveis (seja carvão vegetal, seja etanol e biodiesel).

O constante aumento do consumo de mercadorias em geral, associado ao uso de técnicas não sustentáveis é uma preocupação global desde a década de 1990, quando a

Organização das Nações Unidas (ONU) identificou que cerca de 800 milhões de pessoas no mundo viviam em condições de insegurança alimentar (FAO, 2016). Assim, o direito ao acesso a alimentos seguros e nutritivos, em consonância ao direito à alimentação adequada, sem passar fome, não foi garantido com o aumento exponencial da produção de alimentos no início do século XXI e a produção agrícola em um país com extensas áreas de solos agricultáveis como o Brasil dá o tônus da tendência mundial: o aumento da ocupação de terras agricultáveis não influencia diretamente na expansão da área destinada a produção de alimentos (FAO, 2016). Assim, mesmo que a produção mundial de alimentos seja suficiente para suprir a demanda das 7.3 bilhões de pessoas (projeção da população mundial para o ano da publicação), uma em cada nove pessoas viviam em condição de fome no mundo (FAO, 2016).

Embora os solos sejam reconhecidos como recurso natural não renovável e medidas para sua conservação tenham sido adotadas por parte dos agricultores (BERTONI, 2010; GUERRA, 1999) a perda de solos e de nutrientes ainda é o principal problema enfrentado na agricultura/pecuária, gerando extensas áreas de terras degradadas em um cenário de constante expansão da ocupação de terras agricultáveis (FAO, 2016; FERREIRA JR. et al., 2020; GOMES et al., 2019). Por outro lado, a universalização de técnicas agrícolas mais modernas, desde o a introdução do Plantation (BERTONI, 2010), a crescente preocupação com a conservação dos solos agricultáveis (FAO, 2016; FERREIRA JR. et al., 2020; GOMES et al., 2019), bem como a recente atenção ao sequestro de carbono atmosférico (BRUCE *et al.*, 1999; GOMES, 2006), tem, teoricamente, permitido a reversão do crescente quadro de erosão dos solos em algumas áreas (GUERRA, 1999). Apesar disso, a perda de solos ainda atinge valores espantosos. Além desses impactos diretos, esse quadro tem impactos indiretos bastante significativos, como colocar em risco a segurança alimentar e toda a cadeia produtiva de commodities (FAO, 2020).

A expansão de novas áreas agrícolas ainda é uma realidade tangível em um Brasil que enxerga toda a Amazônia como fronteira agrícola e com atores que se esforçam para que esse avanço seja consolidado (XAVIER, 2019) e que tem, na última década, avançado para a porção setentrional do Cerrado, região com maior área remanescente e menos ocupada por pastagens e culturas nesse Bioma (FERREIRA JR. et al., 2020). Dentre os municípios dessa porção setentrional, São Desidério, localizado no Extremo Oeste Baiano, foi o que mais recebeu investimentos e teve maior produção agrícola no Cerrado Setentrional (IBGE, 2020), sendo ainda, um dos municípios que mais rápido converteu os Cerrados em terras agrícolas nos últimos anos (FERREIRA, 2020).

Essa realidade do agronegócio que se expande para as melhores terras se choca com demanda por alimentos de qualidade e em quantidade adequada para abastecer a população, principalmente no entorno das sedes urbanas, conhecidas por perímetro periurbano, e entorno das Regiões Metropolitanas, conhecidas por Cinturões Verdes (TEIXEIRA e LAGES, 1997; SANTOS, 1996). É nesse entorno onde há o continuum entre o Rural e o Urbano (GRAZIANO DA SILVA, 1997), as principais atividades estão ligadas as explorações de produção de hortaliças e horticultura, granjas, criação de animais

de pequenos portes: como suínos, caprinos e pequenas quantidade de gados, em prol da comercialização dos seus derivados (VALE, 2005), além da criação dos “guetos do lazer” (LEFEBVRE, 1969), com hotéis fazendas, clubes, parques aquáticos, pequenas propriedades com finalidade recreativas de uso final de semana ou feriados prolongados e o turismo ecológico. É nesse espaço periurbano onde o antagonismo entre o uso das terras agricultáveis pelo agronegócio e para a agricultura para produção de alimentos se encontra e pode sintetizar uma variabilidade de processos como na perda de solos.

Quando essa realidade de produção agropecuária em grandes propriedades voltada para exportação de commodities para exportação, que está atrelada a um planejamento nacional, se integra a realidade local voltada para o abastecimento de alimentos para o mercado interno em médias, pequenas e micro propriedades, que está atrelada a um planejamento regional, há um certo antagonismo de forças que pode repercutir diretamente na perda de solos agricultáveis. Nesse sentido, objetiva-se investigar as relações da variabilidade espaço-temporal da perda de solos calculada a partir da equação universal de perda de solos (EUPS-R/RUSLE) com a estrutura fundiária na área periurbana de São Desidério (BA) nos últimos 30 anos, sendo tendo esse município o maior PIB agropecuário do Cerrado Setentrional, para onde a expansão do agronegócio direcionou seus investimentos a partir da década de 2010 (SPAGNOLO,2012).

Método Científico

A estrutura da pesquisa consiste em três etapas principais: (i) definição do perímetro urbano de São Desidério (BA) e classificação da estrutura fundiária, (ii) cálculo da perda de solos a partir da Equação Universal de Perda de Solos Revisada (EUPS-R / RUSLE, da sigla em inglês) para os anos de 1990, 2000, 2012 e 2020, (iii) determinação da perda de solos para cada uma das propriedades rurais e para as reservas legais e interpretação integrada dos resultados. Os dados necessários para a classificação fundiária foram obtidos a partir do Cadastro Ambiental Rural (CAR) (EMBRAPA TERRITORIAL, 2021) e classificados segundo a Lei Federal nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993 (BRASIL, 1993), para o cálculo da RUSLE teve-se com base o Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, o mapa de solos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE de (2001), o Modelo de Elevação Digital (MDE) da ALOS PALSAR (2021) e a coleção de uso e cobertura do solos do MapBiomias.

Definição do perímetro urbano de São Desidério (BA) e classificação da estrutura fundiária

O perímetro periurbano de São Desidério não foi definido em legislação municipal, como é comum para grande parte dos municípios brasileiros, sendo um tema pouco estudado e pouco discutido, conforme Vale (2005). A partir disso, essa área foi delimitada a partir da ideia do continuum do periurbano (GRAZIANO DA SILVA, 1997), com base na estrutura agrária do município e na interpretação de imagens de satélite de alta resolução.

As propriedades rurais em território nacional são definidas mediante ao tamanho, que é condicionado a quantidade de módulos rurais, que se constitui de unidade de medida que

possibilita estabelecer critérios de comparação que não se limite apenas ao tamanho, mas também as condições e atributos presente em cada município brasileiro. Portanto, cada município vai possuir uma classificação de módulos rurais. Perante essa condição, as propriedades estão classificadas segundo a Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, da seguinte forma: (1) Minifúndio: imóvel rural com área inferior a Fração Mínima de Parcelamento; (2) Pequena Propriedade: imóvel com área entre a Fração Mínima de Parcelamento e 4 módulos fiscais; (3) Média Propriedade: imóvel rural de área superior a 4 e até 15 módulos fiscais; e (4) Grande Propriedade: imóvel rural de área superior a 15 módulos fiscais.

As tipologias definidas estão em duas categorias as propriedades rurais, sendo dividida em minifúndios, pequena, médias e grandes, por meio da Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993 (BRASIL, 1993), que dá autonomia para cada município definir o tamanho do módulo fiscal. A segunda categoria de tipologia são as áreas protegidas, como: reservas legais, geoparques. Com o auxílio da Lei nº 12.651/2012, de 25 maio de 2012, criou o Cadastro Ambiental Rural – CAR, proporcionou a criação de banco de dados que possibilita além de compreensão, fiscalização e a criação de políticas públicas (BRASIL, 2012), base que permite avaliar os impactos e passivos ambientais para cada uma das propriedades rurais.

Cálculo da perda de solos a partir da Equação Universal de Perda de Solos Revisada (EUPS-R / RUSLE, da sigla em inglês) para os anos de 1990, 2000, 2012 e 2020

O processo erosivo de transporte de partículas é um fenômeno natural causado por ação do vento ou por ação da água erosões eólica e hídrica respectivamente. (Pruski, 2009). Em regiões tropicais, por conta das condições climáticas como: elevado índice pluviométrico e nas porções que tem influência da continentalidade ainda tem a questão da amplitude térmica influenciando esse processo adquire uma intensidade maior, somado ao uso e ocupação do solo, principalmente por conta do desenvolvimento da agropecuária, sobretudo agricultura tende ocorrer em regiões com menor declividade, facilitando a mecanização e a produção monocultura de commodities, de forma a corroborar para alterar a paisagem. Guerra (1999), aponta que a intensidade e a forma de ocupação provam alterações significativas na biodiversidade, acelerando processo erosivos e alterando o equilíbrio hidrogeomorfológico.

Os processos erosivos podem ser compreendidos em dois grandes grupos os fluxos superficiais, que diz respeito aos escoamentos superficial pluvial e os fluxos subsuperficiais. Para quantificar os processos erosivos superficiais, inúmeros modelos matemáticos e empíricos são utilizados, WEPP, USLE, SWAT (CHRISTOFOLETTI, 1999, WISCHMEIER E SMITH, 1978, LOMBARDI NETO E MOLDENHAUER, 1992), (RENARD *et.al*, 1997, OLIVEIRA *et.al*, 2012, ZHANG *et.al*, 2013, NUNES, 2015, ZHANG *et.al*, 2017, GOMES *et.al*, 2019, KEBEDE, 2020, MHASKE *et.al*, 2021, GETU *et.al*, 2022, SAHA *et.al*, 2022). O modelo selecionado foi a Equação Universal de perda dos solos – Revised Universal Soil Loss Equation - (RUSLE), proposto por Wischmeier e Smith (1978), que determina a relação entre fatores naturais e antrópicos, a partir da determinação do fator A, derivado da equação:

$$A = R.K.(LS). (CP)$$

onde A corresponde a resultante dada perda do solo por unidade de área dado por t/ha; R corresponde ao índice de erosão pela precipitação, consistindo no número que aponta a capacidade da chuva provocar erosão em uma determinada área dado em MJ/ha.mm/ha); K corresponde ao fator de erodibilidade do solo, uma constante obtida em cada tipo solo, mediante a resistência ao processo erosivo; LS corresponde aos fatores de comprimento e declividade da vertente; e CP corresponde aos fatores de uso e ocupação do solo e práticas conservacionistas.

Os dados utilizados na equação são secundários, as fontes utilizadas e o percurso para geração de cada fator estão na figura 1. O fator R , os dados primários consultados das estações pluviométricas foram do Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET1. O Fator K teve como banco de dados o mapeamento na escala de 1:250.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE. Diante da ausência de mapeamentos mais detalhados na região, assumimos essa escala mediante a homogeneidade morfoopedogênica da região. Para construção do fator LS , foi utilizado o Modelo de Elevação Digital -MDE da ALOS PALSAR. O Fator CP a base de dados consultada foi a MapBiomias² coleção 6.0 de uso e cobertura do solo. As tipologias utilizadas são oriundas da base de dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR. No qual as estruturas das tipologias espaciais nas quais analisaremos no município de São Desidério.

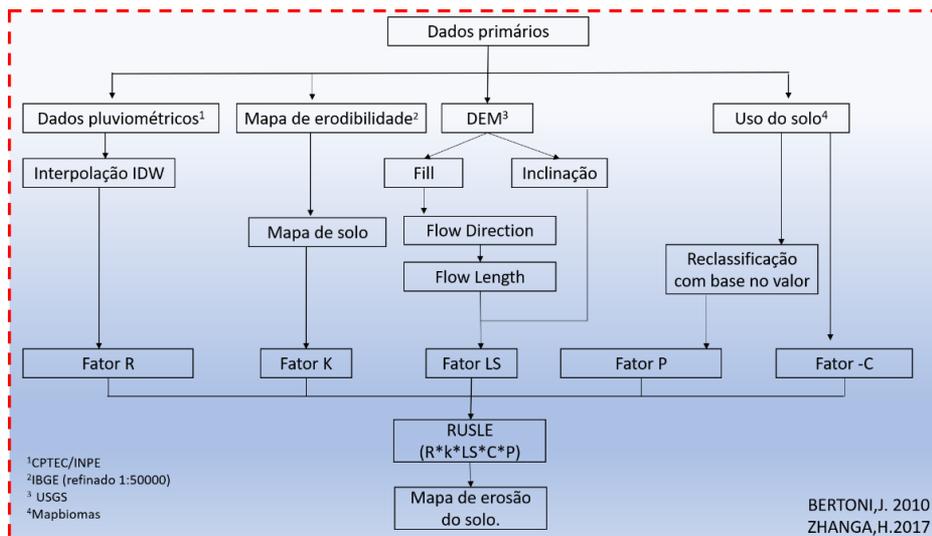


Figura 1: Fluxograma metodológico da RUSLE.

¹ Todas as 5 estações são convencionais: Barreiras 86236; Bom Jesus da Lapa 83288; Posse 83332; Taguatinga 83235; Correntina 83286.

² É importante ressaltar que os dados obtidos no mapbiomas não passaram por nenhum processo de refino tanto na classificação tipológica quanto da escala utilizada.

Determinação da perda de solos para cada uma das propriedades rurais e para as reservas legais e interpretação integrada dos resultados

As taxas de perda de solo foram calculadas para todo o perímetro periurbano em uma base matricial a partir da qual foram derivados os valores medianos, máximos e mínimos dessas taxas para cada uma das propriedades rurais, em uma base vetorial de polígonos. Esses polígonos foram, por sua vez, agrupados de acordo com seu tamanho na classificação da estrutura fundiária em micro, pequenas médias e grandes propriedades, além das áreas de preservação, das quais, por sua vez, foram calculados os valores máximos, mínimos, medianos 2º e 3º quartis. Assim, tem-se os valores das perdas de solo de acordo com a estrutura fundiária. Esses cálculos foram feitos para todos os anos considerados (1990, 2000, 2012 e 2020) e analisados de acordo com a estrutura Boxplot.

A área de estudo

O município de São Desidério (FIGURA 2), está na Latitude: -12.3521 Longitude: -44.9842. Desta forma, localizada na mesorregião do Extremo Oeste Baiano. Com uma área de 15.156,712 km² (IBGE,2021), e com uma população estimada de 34764 habitantes. E cerca de 70% da população do município é rural, com uma densidade de apenas 1,82 hab/km² (IBGE,2021), com uma população masculina de cerca 52% (IBGE,2021).

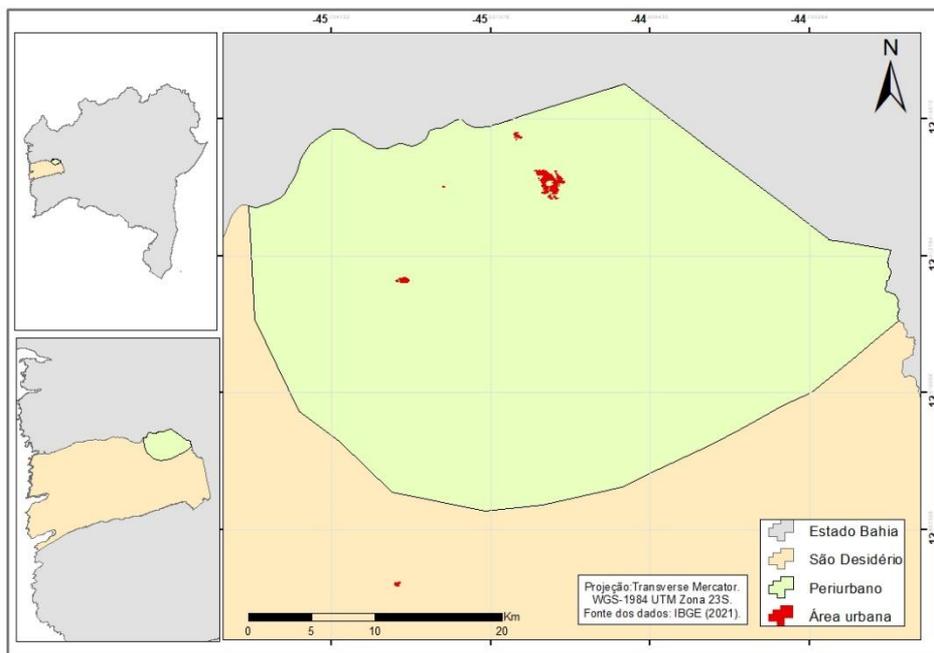


Figura 2: Mapa de Localização de São Desidério-BA.

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima é Aw (tropical tropical, com inverno seco e verão chuvoso), a precipitação anual média é de 1330 mm (Abatzoglou, 2020), chuvas concentradas entre os meses de outubro a abril. A temperatura apresenta uma amplitude média entre 21°C e 27°C. O município possui uma rede de drenagem que tem 24 rios perenes, com potencial hídrico elevado, o rio Grande, principal afluente da margem esquerda do São Francisco tem sua nascente no município. O município tem catalogado 146 grutas no município. Situado no chapadão oeste da Bahia, a variação altimétrica é baixa, variando de 471 a 1030m em relação ao nível do mar.

Os solos são bem intemperizados e com baixa fertilidade natural, geralmente bem drenado e com baixa capacidade de retenção de água (SANTOS et al., 2008). Nas áreas mais planas ocorrem o predomínio de latossolos vermelho e latossolo vermelho-amarelo. Outros solos encontrados na região são: O neossolo quartzarênico, neossolo litólico além de argissolos. A geologia é composta por dois grupos geológicos Urucuia (Cretáceo) e O Grupo Bambuí (Neoproterozóico) (SPAGNOLO, 2012). No que tange a vegetação o Cerrado é predominante.

Apresentação dos resultados

A estrutura fundiária periurbana em São Desidério

A estrutura fundiária no perímetro periurbano do município de São Desidério (BA) evidencia o predomínio de minifúndios (532), seguido de pequenas propriedades (72), médias propriedades (42) e grandes propriedades (17) (TABELA 1). Essa ordem se inverte quando se trata do tamanho total dessas propriedades, pois as 17 grandes propriedades correspondem a 49,4% da área total do perímetro periurbano (TABELA 1), já as 42 médias correspondem a 30,1%, as 72 pequenas, a 12,5% e os 532 minifúndios amargam apenas 8,0% da área do perímetro periurbano. Essa estrutura fundiária é clássica no Brasil: uma estrutura marcada pela concentração de terras em grandes latifúndios. (FIGURA 3).

Tabela 1: Estrutura agrária do periurbano do município de São Desidério-BA.

Tamanho	Número de propriedades	Porcentagem dos números	Área em Hectares	Porcentagem da área
Minifúndios	532	80,2	91,4	8,0
Pequenas	72	10,9	143,0	12,5
Médias	42	6,3	343,6	30,1
Grandes	17	2,6	564,3	49,4

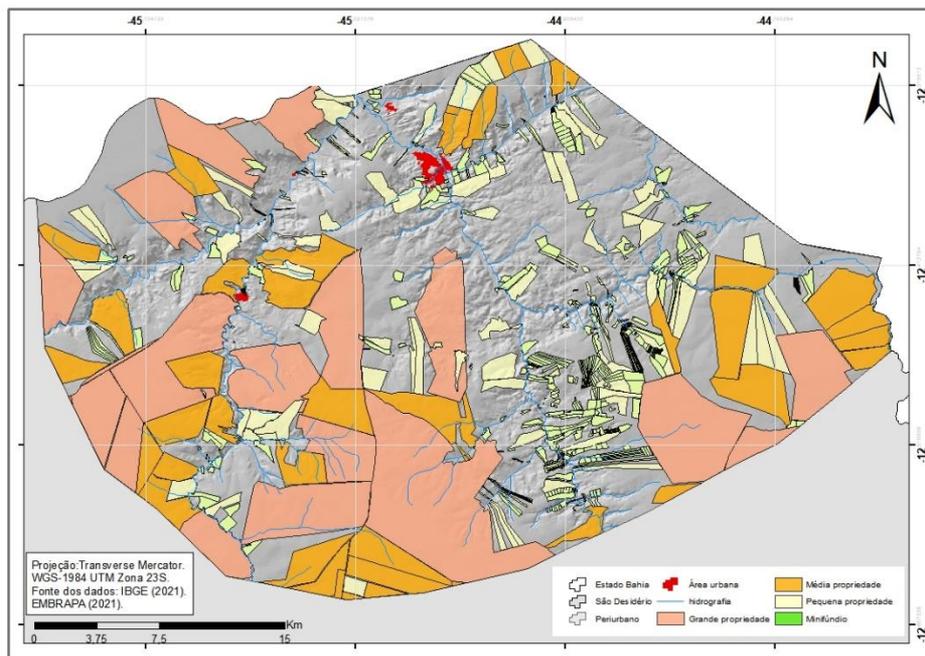


Figura 3: Propriedades rurais no periurbano no município de São Desidério-BA classificadas por estrutura fundiária.

Cálculo da Perda de Solos a partir da Equação Universal de Perda de Solos Revisada

Cada um dos quatro fatores para o cálculo final da perda de solo foi calculado (R, K, LS e CP) (Figura 4).

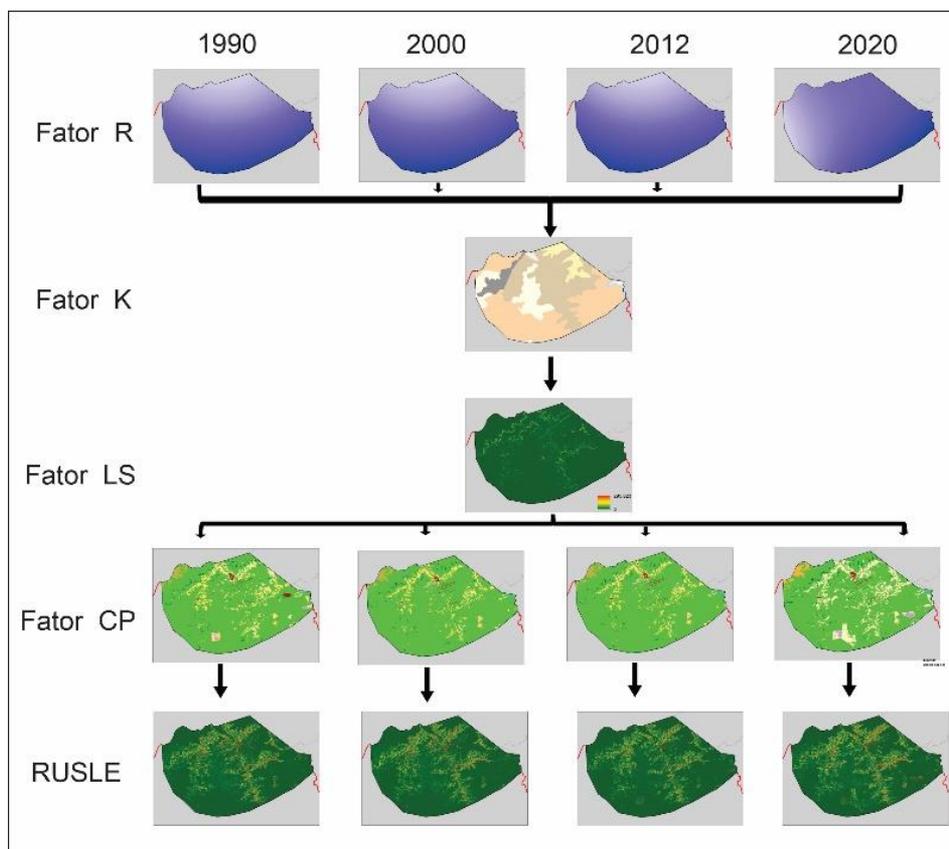


Figura 4: Resultado de cada fator da Equação Universal de Perda de Solo Revisada periurbano do município de São Desidério (BA).

Tais análises ocorrem em áreas plenamente alteradas e sobretudo nas suas bordas e nas regiões agrícolas, para observar as diferentes culturas e a variação do grau de suscetibilidade ao longo do espaço e tempo em uma área (FIGURA 5).

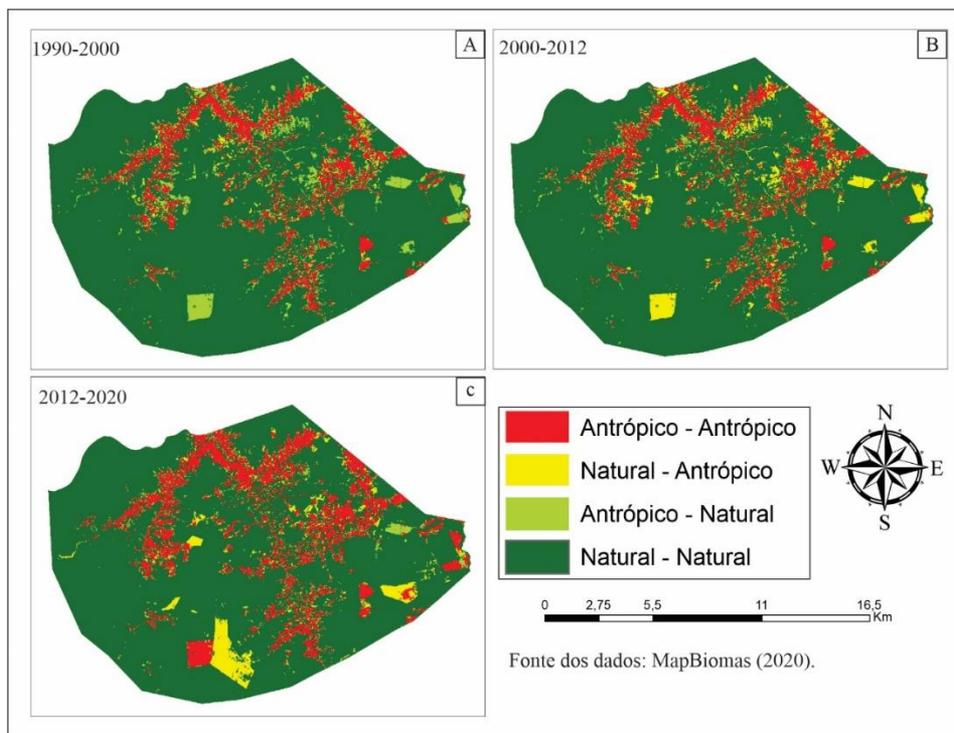


Figura 5: Conversão do uso do solo do periurbano do município de São Desidério (BA) entre 1990 e 2000 (A), 2000 e 2012 (B) e entre 2012 e 2020. A classificação utilizada segue os critérios estabelecidos pelo Mapbiomas para cobertura natural e uso antropizado, na coleção 6.0.

Após aplicação desta equação e obtenção da capacidade de transporte anual, possível projetar susceptibilidade erosiva e análises multitemporais para avaliar os efeitos de tais alterações na produção de sedimentos. O resultado de forma cartográfica é apresentado na figura 6, o mapa da RUSLE no periurbano do município de São Desidério.

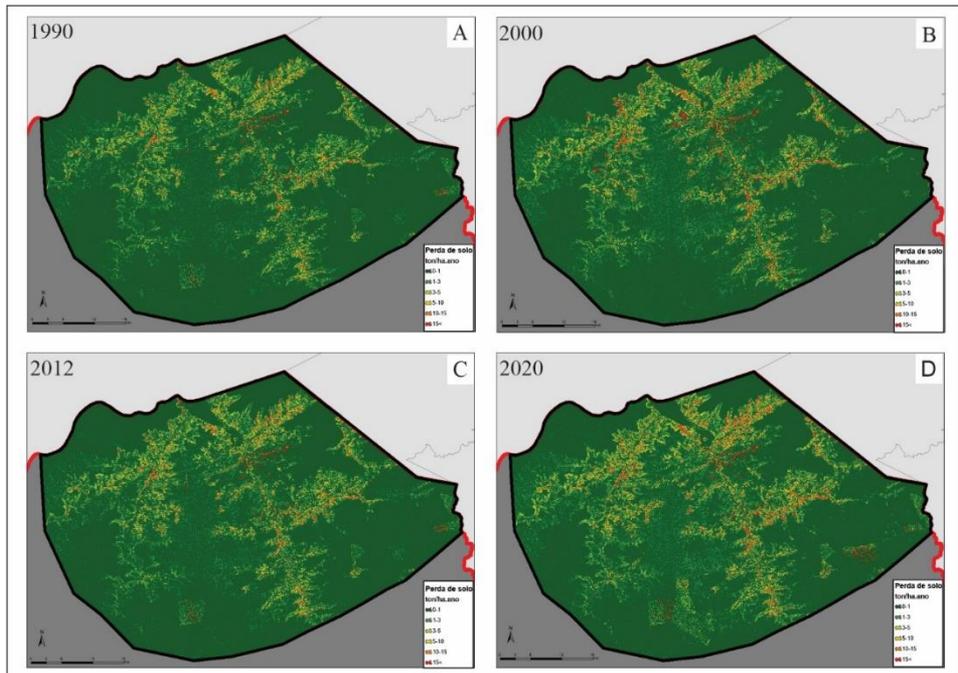


Figura 6: Perda anual de solo ($\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) do perímetro periurbano de São Desidério (BA) para os anos de 1990 (A), 2000 (B), 2012 (C) e 2020 (D).

A RUSLE com uso tecnologia de SIG, permite a geração de dados que compilados e analisado estatisticamente possibilita uma compreensão cenário a cenário escolhido e também de um todo do processo espaço-temporal dos elementos naturais analisados. Além de, oportunizar o diálogo com os espectros socioeconômicos que envolve a transformação da paisagem geográfica tanto local quanto as relações com o global.

A variabilidade da perda de solos na zona periurbana

Nos minifúndios ocorre um aumento significativo nas taxas de perda de solos do ano de 1990 em relação ao ano de 2000 em todos os momentos, no valor mínimo que em 1990 era de $0,02 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ e em 2000 é $0,03 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (FIGURA 7). No 1º quartil, os valores respectivos são de $0,38 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para $0,48 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ com aumento de 21%. Já na mediana, os valores são de $1,03 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ em 2012 e $1,28 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ em 2020, o que representa 20% a mais que o cenário anterior. No 3º quartil, a perda de solos sobe de $2,23 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para $2,93 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, um aumento quase 24%. No 4º quartil, ocorreu um aumento mais expressivo não somente na análise dos dados dos minifúndios do periurbano, mas de todo o amostral, pois, em 1990 o valor máximo foi de $91,52 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ e em 2000 foi de $309,28 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, o que representa 337 % de aumento (FIGURA 7).

Diferente do cenário anterior, no qual houve aumento em todos os cenários, na comparação do ano de 2000 em relação ao ano de 2012 há uma significativa redução das perdas de solo, o fato de somente o valor mínimo não ter sido alterado, mantendo em $0,03 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ tanto em 2000 quanto em 2012 (FIGURA 7). Entretanto, nos demais pontos de análise houve uma redução nos demais momentos. No 1º quartil, os valores respectivos são de $0,48 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ à $0,42 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, relativamente estáveis. O mesmo ocorre para os valores de mediana e 3º quartil, com valores de $1,28 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2000 e $1,16 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2012, em 2000 o valor é de $2,93 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e vai para $2,46 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, respectivamente. No 4º quartil, ocorreu uma redução significativa de 309,28 em 2000 e de apenas 102,46 em 2012 (FIGURA 7).

No último cenário comparativo de 2012 a 2020, novamente não houve alteração no valor mínimo ($0,03 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$). Em contrapartida, a os demais momentos apresentam elevação nas taxas de perda de solos (FIGURA 7). No 1º quartil, os valores respectivos são de $0,42 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $0,55 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, um aumento de 24%. Já na mediana, os valores são de $1,16 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2012 e $1,55 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2020, o que representa 26% a mais que o cenário anterior. No 3º quartil o valor é de $2,46 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e vai para $3,14 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ com elevação de 22%. Essa tendência foi observada também no 4º quartil, ocorreu uma variação positiva, todavia menor que no cenários anteriores, pois em 2012 era de $102,46 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e foi para $124,37 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2000, um aumento de 18% (FIGURA 7).

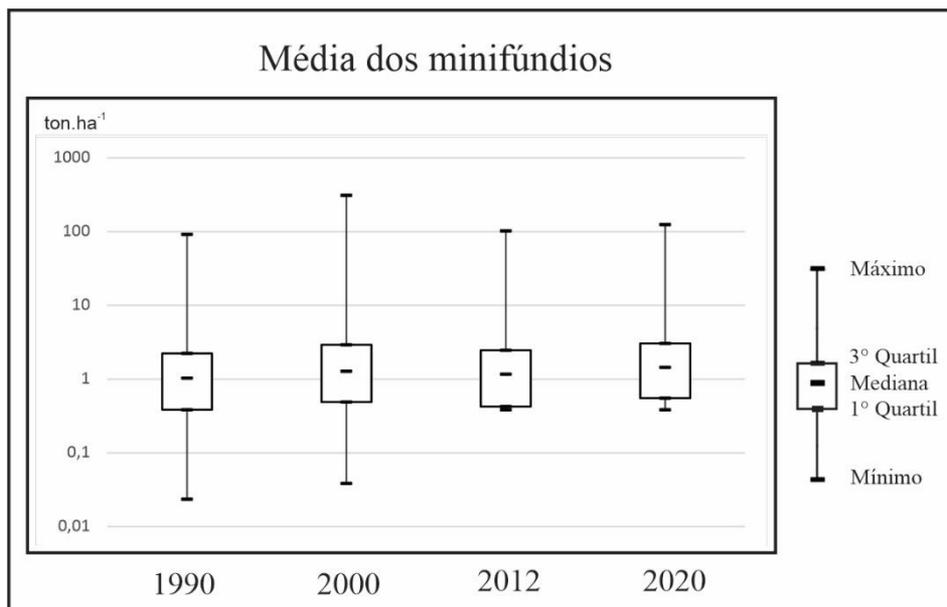


Figura 7: Boxplot das taxas de perda de solos nos minifúndios do perímetro periurbano de São Desidério (BA).

Nas pequenas propriedades, quando comparando os cenários de 1990 e 2000, apenas o valor mínimo da perda de solos mínimo não aumentam (FIGURA 8), correspondendo a 0,01 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em ambos períodos. No 1º quartil, os valores ficam relativamente estáveis, sendo 0,30 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 1990 e para 0,36 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ com aumento de 17%. Já na mediana, os valores são de 0,77 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 1990 e 0,99 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2000, o que representa 23% a mais que o cenário anterior. No 3º quartil, houve o aumento de 1,42 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 2,12, ton.ha⁻¹.ano⁻¹ uma elevação de 44%. No 4º quartil, ocorreu um aumento significativo, já que em 1990 era de 97,72 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ e tendo atingido 143,29 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2000, com um aumento real de 42% (FIGURA 8).

Na comparação do de 2000 em relação ao ano de 2012, o valor mínimo as taxas de perda de solos mantiveram-se estável, variando de 0,01 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 0,02 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente (FIGURA 8). Essa estabilidade também foi observada no 1º quartil, com taxas variando de 0,36 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, em 2000 a 0,34 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 2012. Contudo, nos demais comparativos verifica-se uma redução nas taxas de perda de solos na mediana, os valores são de 0,99 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2000 e 0,85 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2012, o que representa 15% a menos que o cenário anterior. No 3º quartil, em 2000 o valor é de 2,12 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ é vai para 1,56 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, tendo havido redução de 27%. No 4º quartil, ocorreu uma redução significativa de 143,29 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2000 e em 2012 107,14 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ com uma redução de quase 26% (FIGURA 8).

No último cenário comparativo de 2012 a 2020, o valor mínimo das taxas de perda de solos mante-se estável, sendo, respectivamente, 0,02 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ e 0,01 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGURA 8). Apesar disso, todos os demais momentos comparativos apresentam elevação nas taxas de perda de solos. No 1º quartil, os valores respectivos são de 0,34 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 0,41 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ com aumento de 18%. Já na mediana, os valores são de 0,85 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2012 e 1,02 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2020, o que representa 17% a mais que o cenário anterior. No 3º quartil o valor é de 1,56 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2012 e vai para 1,99 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, tendo sido 22% de elevação. No 4º quartil, ocorreu um aumento de 33% pois os valores em 2012 é 107,14 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ e em 2020 o valor é de 159,31 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGURA 8).

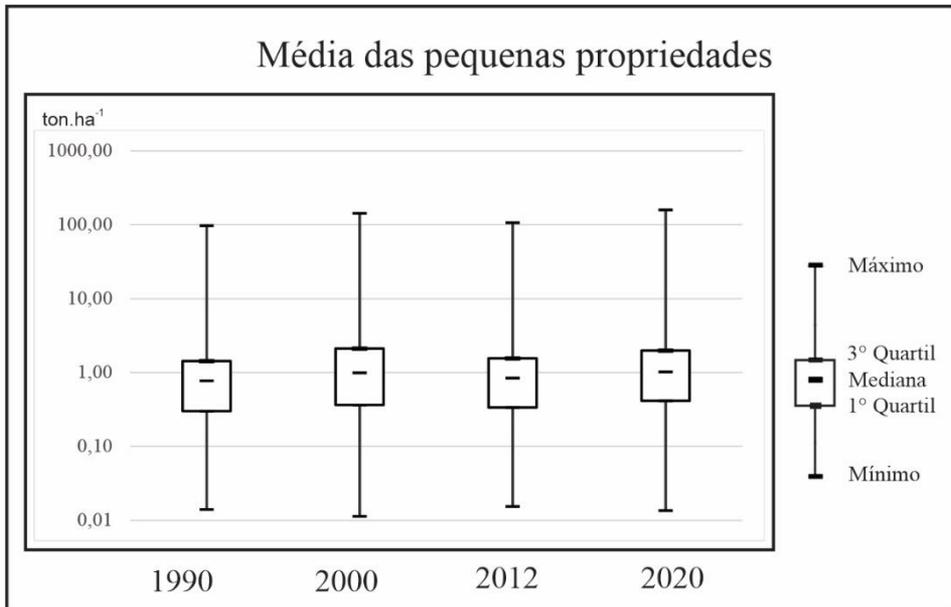


Figura 8: Boxplot das taxas de perda de solos nas pequenas propriedades do perímetro periurbano de São Desidério (BA).

Nas médias propriedades ocorre o valor mínimo da taxa de perda de solo foi de, em 1990, 0,04 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ e, em 2000, 0,06 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGURA 9). No 1º quartil, os valores respectivos são de 0,11 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ a 0,15 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, um aumento de 27%. Já na mediana, os valores são de 0,26 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 1990 e 0,32 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2000, tendo um aumento de 19%. No 3º quartil, 0,69 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 0,75 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, houve certa estabilidade com apenas 8% de elevação. No valor máximo, houve redução significativa de 26,07 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 1990 e de apenas 3,41 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2000, uma redução de 87% (FIGURA 9).

Na comparação do de 2000 em relação ao ano de 2012, os valores mínimos são 0,06 ton.ha⁻¹ para 0,05 ton.ha⁻¹. No 1º quartil os valores são 0,15 ton.ha⁻¹ à 0,12 ton.ha⁻¹ com redução de 20% (FIGURA 9). Já na mediana, os valores são de 0,32 ton.ha⁻¹ em 2000 e 0,29 ton.ha⁻¹ em 2012, indicando certa estabilidade. No 3º e 4º quartil, ocorrem aumentos nas taxas de perda de solos. No 3º quartil, em 2000 o valor é de 0,75 ton.ha⁻¹ ficando em 0,78 ton.ha⁻¹ para 2012, também indicando certa estabilidade. Já o valor máximo reduziu 89% entre 2000 e 2012, de 29,07 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 3,41 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGURA 9).

No último cenário comparativo de 2012 a 2020, o valor mínimo permanece estável, variando de 0,05 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 0,06 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGURA 9). O mesmo acontece para os valores mínimos, variando de 0,12 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 0,14 ton.ha⁻¹.ano⁻¹. Já na mediana, os valores aumentam de 0,29 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2012 para 0,35 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2020, um acréscimo de 18%. No 3º quartil, há certa estabilidade entre os valores

de perda de solos de 2012 e 2020, sendo $0,78 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $0,86 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, respectivamente. Por sua vez, para o valor máximo, há uma redução significativa de $29,07 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2012 e de apenas $13,14 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2000, correspondendo a 55% (FIGURA 9).

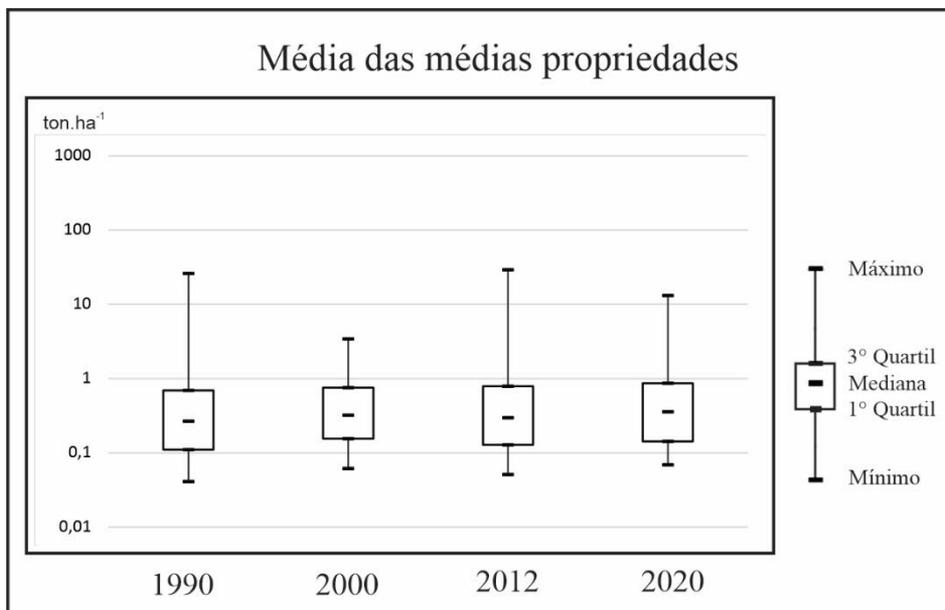


Figura 9: Boxplot das taxas de perda de solos nas médias propriedades do perímetro periurbano de São Desidério (BA).

Nas grandes propriedades, o valor mínimo da taxa de perda de solo em 1990 era de $0,08 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e em 2000 é $0,11 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (FIGURA 10). No 1º quartil, os valores respectivos são de $0,16 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $0,18 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, respectivamente. Os valores da taxa mediana variaram de $0,37 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, em 2012, para $0,43 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, em 2020, um aumento de 14%. No 3º quartil a taxa de perda de solo aumenta de $0,63 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $0,92 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, havendo um aumento de 40% e o valor máximo aumenta de $1,6 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, em 1990 para $3,69 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2000, com um aumento de 57% (FIGURA 10).

Diferente do cenário anterior que houve aumento em todos os cenários, na comparação do de 2000 em relação ao ano de 2012, verifica uma redução nas taxas de perda de solos em todos os momentos (FIGURA 10). O valor mínimo varia pouco entre 2000 e 2012: de $0,11 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $0,09 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. No 1º quartil, os valores também ficam estáveis, variando de $0,18 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $0,17$. O mesmo ocorre para a mediana, com $0,43 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2000 e $0,42 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2012. No 3º quartil, em 2000 o valor é de $0,92 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e cai ligeiramente para $0,71 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, com redução de 33%. Para o valor máximo, houve queda significativa na taxa de perda de

solos, de 3,69 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2000 para 1,76 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2012, uma redução de 53% (FIGURA 10).

Em geral, entre 2012 e 2020, houve certa estabilidade nas taxas de perda de solos (FIGURA 10). No valor mínimo ocorre alteração de 0,09 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 0,11 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente. No 1º quartil, os valores respectivos são de 0,17 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ e 0,19 ton.ha⁻¹.ano⁻¹. Já na mediana, os valores são de 0,42 em 2012 e 0,55 em 2020, um aumento de 24%. No 3º quartil, a taxa fica estável, sendo 0,77 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, em 2012, e 0,73 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, em 2020. O valor máximo aumenta 16%, de 1,76 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2012, para 2,09 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, em 2000 (FIGURA 10).

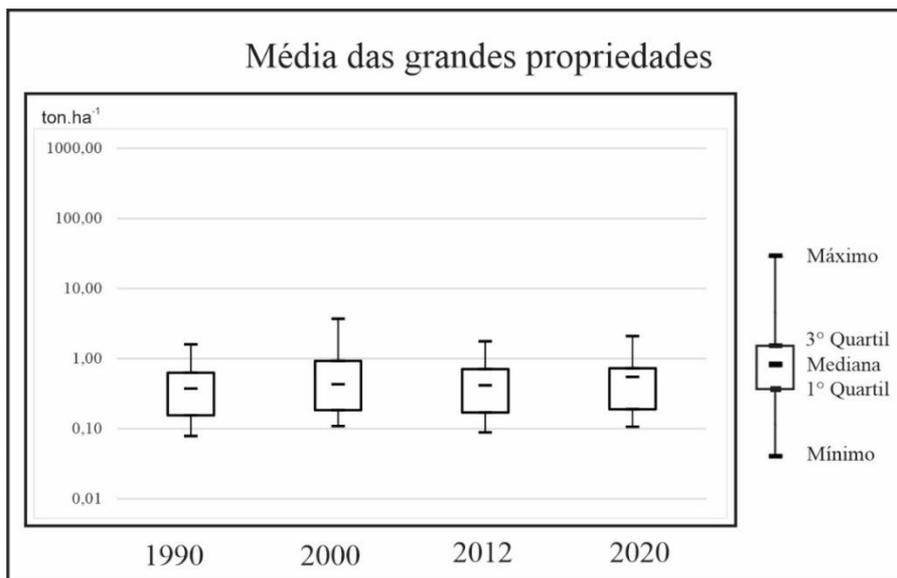


Figura 10: Boxplot das taxas de perda de solos nas grandes propriedades do perímetro periurbano de São Desidério (BA).

Nas reservas legais entre os anos de 1990 e 2000, os valores mínimos são 0,12 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 0,16 ton.ha⁻¹.ano⁻¹. No 1º quartil, houve de 0,16 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 0,18 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGURA 11). Já os valores da mediana aumentaram 28%, de 0,49 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2012 para 0,68 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2000. No 3º quartil, o valor das taxas sobe 32%, de 1,53 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 2,22 ton.ha⁻¹.ano⁻¹. No 4º quartil, o aumento é 57% subindo de 158,09 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 1990 para 205,56 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2000 (FIGURA 11).

Em 2012, houve a redução geral nos valores da taxa de perda de solos em comparação do de 2000 (FIGURA 11). Os valores mínimos vão de 0,16 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 0,13 ton.ha⁻¹.ano⁻¹. No 1º quartil cai de 0,18 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para 0,13 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, uma redução de 25%. Já na mediana, os valores são de 0,68 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2000 e 0,54 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ em 2012, o que representa uma queda de 21%. No 3º quartil, em 2000 o valor é de 2,22 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ cai

24% para $1,69 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. O valor máximo da taxa de perda de solo foi reduzido em 16%, de $205,56 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2000 para $173,33 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2012 (FIGURA 11).

De 2012 para 2020, houve o aumento geral nas taxas de perda de solos (FIGURA 11). Os valores mínimos e os valores de 1º quartil são respectivamente os mesmos, apresentando aumento de 24%, de $0,13 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $0,17 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Os valores medianos sobem 25%, de $0,54 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2012 para $0,72 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em 2020. No 3º quartil, o aumento foi de 27%, de $1,69 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $2,31 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. O valor máximo sobe 27%, de $173,33 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $236,68 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (FIGURA 11).

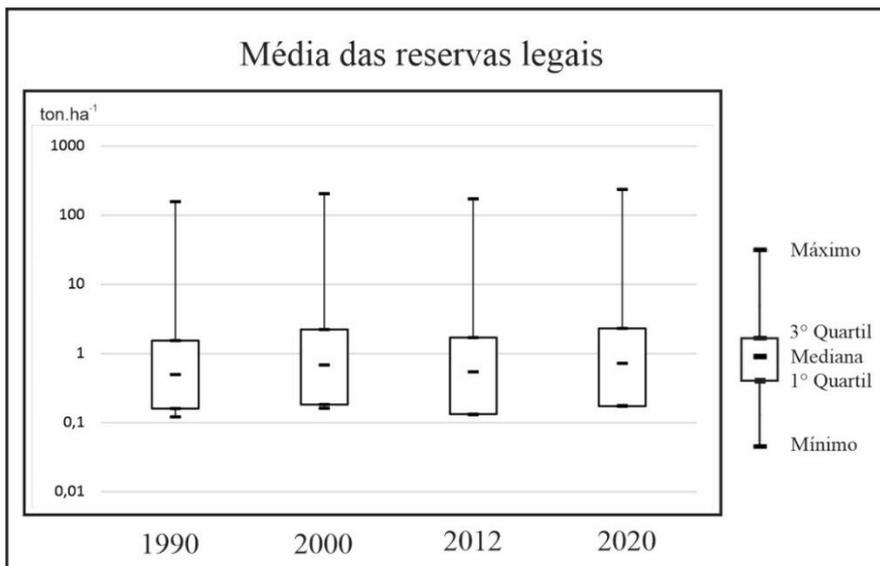


Figura 11: Boxplot das taxas de perda de solos nas reservas legais do perímetro periurbano de São Desidério (BA).

Discussão

O intervalo temporal analisado apresenta uma tendência variação de redução e aumento das taxas de perdas dos solos, que podem estar relacionados com fenômenos atmosféricos de *El Niño* e *La Niña*, pois, os mesmos interferem diretamente no regime pluviométrico da região. Segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -CPTEC/INPE, houve o registro de *La Niña* no biênio 2009/2010 e também 2020/2021. O que resultou no aumento das taxas de perdas do solo. No primeiro cenário (1990) e no terceiro (2012), não foi registrado ocorrência de nenhum dos fenômenos atmosféricos. O que corrobora para a relevância do fator- R erosividade, na equação da RUSLE, na região, uma vez que os demais fatores apresentam pouca variação.

Mediante os resultados, podemos compreender que a perda de solos nas propriedades rurais no perímetro periurbano de São Desidério (BA) apresentou dois grandes agrupamentos: (1) minifúndios e pequenas propriedades e (2) médias e grandes

propriedades. O primeiro agrupamento apresentou taxas medianas entre 2,0 e 4,0 $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ (uma ordem de grandeza de 10^0), sendo sempre mais alta para as pequenas propriedades e com tendências semelhantes. Nesse agrupamento, as taxas máximas têm a ordem de grandeza de 10^2 e as mínimas, de 10^{-2} , o que evidencia uma elevada amplitude.

O comportamento da distribuição dos valores das taxas medianas de perda de solo por propriedade desse primeiro agrupamento revela como há grande variabilidade da cobertura e do manejo dos solos em minifúndios e pequenas propriedades, tendo taxas mais baixas que as grandes propriedades e tão baixas quanto as reservas legais. Por outro lado, estão as taxas elevadas que revelam o outro lado da moeda, propriedades com as mais altas taxas que revelam um certo nível de degradação dos solos agrícolas.

O segundo agrupamento apresentou taxas entre 1,5 e 0,5 $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ (uma ordem de grandeza de 10^1), sendo mais alta nas médias propriedades em 1990, 2012 e 2020 e nas grandes propriedades em 2000. Em geral, a mediana da perda de solos nas grandes propriedades girou em torno de 0,5 $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$. Nesse agrupamento, as taxas máximas têm a ordem de grandeza que variam de 10^0 a 10^2 e as mínimas, de 10^{-1} , o que evidencia uma reduzida amplitude, especialmente nos valores mínimos e, em geral, quando comparada com o outro agrupamento dos minifúndios e pequenas propriedades. As reservas legais, por sua vez, apresentam taxas máximas na ordem de 10^2 , e médias, do 1º quartil e mínimas da ordem de 10^{-1} .

O comportamento da distribuição dos valores das taxas medianas de perda de solo por propriedade desse primeiro agrupamento revela como há pequena variabilidade da cobertura e do manejo dos solos em médias e grandes propriedades. As grandes propriedades não têm as menores taxas mínimas, mas, em média, tem baixas taxas com baixíssima variabilidade entre as taxas máxima e mínima. Assim, o manejo do solo, certamente atrelado a técnicas avançadas do plantio direto, tem papel importante, mas que não conseguem atingir taxas mínimas de perda de solos tão baixas como àquelas de minifúndios e pequenas propriedades. Os valores máximos mais elevados em médias propriedades são significativamente mais elevados do que nas grandes propriedades, o que evidencia que há nesse tipo de propriedade uma grande variabilidade de manejo e uso do solo.

Essa tendência observada no perímetro periurbano de São Desidério (BA) são um retrato o que acontece em geral no cerrado, exceto pelo ainda grande número de minifúndios e pequenas propriedades rurais. Enquanto as grandes propriedades tem acesso a financiamentos que sustentam a aplicação de técnicas mais robustas de manejo e conservação de solo oriundas da mecanização do cultivo, nas pequenas propriedades e minifúndios, o menor acesso a esses recursos requer que haja maior organização social e qualificação dos proprietários para melhorar a conservação dos solos, especialmente por ser nessas propriedades que, em geral, são produzidos os alimentos que abastecem o centro urbano de São Desidério (BA).

Considerações finais

Por intermédios dos resultados obtidos na RUSLE nos anos de 1990, 2000, 2012 e 2020 foi possível analisar as propriedades rurais do periurbano do município de São

Desidério mediante a sua classificação e também as reservas legais obtendo assim suas taxas de perdas dos solos. Além disso, podemos constatar que no ano de 2020 todos os 5 cenários apresentaram os maiores valores de mediana dentre os anos analisado. Situação que não podemos apenas apontar como causador do processo erosivo os fenômenos climáticos, mas também a transformação no bioma Cerrado na região.

Os minifúndios e pequenas propriedade apresentam as maiores variações entre si, nos anos representados. As pequenas propriedades apresentam o maior valor mediano de taxas de perdas do solo, seguidos pelos minifúndios. Os valores obtidos por meio da RUSLE, evidencia uma característica do periurbano, o processo erosivo na agricultura familiar e de subsistência; no cinturão verde que envolve não somente as metrópoles, mais também as pequenas e médias cidades que estão conectadas aos circuitos superiores do mundo globalizado. Isso, devido a pouca ou nenhuma prática preservacionista do solo, além de serem carregados ainda do tradicionalismo de técnicas rurais que promovem o processo erosivo. Somado ao fato dessas propriedades estarem muito relacionadas com lazer, “os guetos do lazer” (LEFEBVRE,1969), estando relacionadas atividades que não demandam uma preocupação com os processos de desnudação.

As médias propriedades apresentaram o menor valores mediano no ano de 2000 de todos os recortes analisados. Entretanto, quando analisamos dados, percebemos que as médias propriedades, tem uma aproximação dos dados das reservas legais e das grandes propriedades. As grandes propriedades rurais, obtém números medianos nas taxas de perda dos solos baixos. Se analisamos apenas as propriedades, as grandes teriam larga vantagem comparada as demais propriedades. O único cenário espacial que elas apresentam números maiores que a reserva legal é de 2000. Os demais cenários 1990; 2012 e 2020, as grandes propriedades apresentaram valores iguais ou muito próximo aos valores das reservas legais. Apresentando se com praticamente uma “constante” que valida o valor de resistência do solo. Vale destacar que no ano de 2020 o valor da grande propriedade é menor que nas reservas legais.

As reservas legais, apresentaram os menores valores médios das taxas de perdas de solo em três de quatro anos dos amostrais e no ano que não obteve o menor valor, essa diferença foi mínima. Assim, podemos compreender que dentro do nosso amostral, as reservas legais estabeleceram um patamar de resiliência do solo aos processos erosivos, delimitando o que seria uma dinâmica natural e os impactos gerados pela alteração antrópica no solo. É necessário ressaltar que mesmo ela obtendo valores menores que os demais recortes analíticos, esses valores estão sobre a influência de toda degradação no Cerrado nas últimas décadas.

Referências

- BRASIL. *DECRETO Nº 8.447, DE 6 DE MAIO DE 2015*. Dispõe sobre o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba e a criação de seu Comitê Gestor. Brasília. 2012.
- BRASIL. *DECRETO Nº 10.473, DE 24 DE AGOSTO DE 2020*. Declara a revogação do decreto nº 8.447, de 6 de maio de 2015. Brasília. 2012.
- BRASIL. *LEI Nº 8.629, DE 25 DE FEVEREIRO DE 1993*. regulamenta e disciplina disposições relativas à reforma agrária. Brasília. 1993.

BRASIL. *LEI Nº 12.651 DE 25 DE MAIO DE 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília. 2012.

BRUCE, J. P.; FROME, M.; HAITES, E.; JANZEN, H.; LAL, R. *Carbon sequestration in soils*. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v. 5, p. 382-389, 1999

BERTONI, J. *Conservação do solo*. José Bertoni, Francisco Lombardi Neto .7 ° edição São Paulo: Ícone,2010

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*/Antonio Christofoletti.1° edição-São Paulo:Edgard Bllucher,1999.

EMBRAPA TERRITORIAL. *Agricultura e preservação ambiental: uma análise do cadastro ambiental rural*. Campinas, 2020. Disponível em: < www.embrapa.br/car >. Acesso em: 27 jul. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Solos 1:5000000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção Agrícola Municipal 2020*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

LEFÉBRVE, H. *O direito à cidade*. São Paulo: Ed. Documentos, 1969.

LEPSCH, Igo F. *Formação e Conservação dos Solos*/ Igo F. Lepsch. -São Paulo: Oficina de textos,2002.

GRAZIANO DA SILVA, J. G. Sobre a delimitação do rural e do urbano no Brasil: testando as aberturas geográficas das novas Pnads. In: congresso brasileiro de economia e sociologia rural: O público e o privado na agricultura brasileira, 35., Natal, RN, 1997. *Anais*. Brasília: SOBER, p.114-45, 1997

GRAZIANO DA SILVA, J. G. *O novo rural brasileiro*. Campinas: Ed. Unicamp, 1999.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. *Erosão e conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 1999.

GOMES, J. *Emissão de gases do efeito estufa e mitigação do potencial de aquecimento global por sistemas conservacionistas de manejo do solo*. 2006. 126 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GOMES, L.; SIMÕES, S.J.C.; NORA, E.L.D.; SOUSA-NETO, E. R. de; FORTI,M. C.;OMETTO,J.P. H. B. *Agricultural Expansion in the Brazilian Cerrado: Increased Soil and Nutrient Losses and Decreased Agricultural Productivity*. Land. 2019.

GETU, L. A.; NAGY, A.; ADDIS,H.K. *Soil loss estimation and severity mapping using the RUSLE model and GIS in Megech watershed, Ethiopia*. Environmental Challenges.2022.

FERREIRA JR, L.G.; OLIVEIRA-SANTOS, C.; MESQUITA, V.V.; PARENTE, L.L. *Dinâmica das pastagens brasileiras: Ocupação de áreas e indícios de degradação – 2010 a 2018*. UFG: Goiânia. 2020. 19p.

KEBEDE, Y.S.; ENDALAMAW, N. T.; SINSHAW, B.G.; ATINKUT, H. B. *Modeling soil erosion using RUSLE and GIS at watershed level in the upper beles, Ethiopia*. Environmental Challenges.2022.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Desempenho do crédito rural. Safra 2019/2020*. SPA/MAPA: Brasília. 2020.

MHASKE, N. S.; PATHAK, P.; DASH, S.S.; NAYAK, D.B. *Assessment and management of soil erosion in the hilltop mining dominated catchment using GIS integrated RUSLE model*. Journal of Environmental Management.2021.

MAPBIOMAS. *Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020*. São Paulo: MapBiomass, 2021. 93p.

MOYA PELLITERO, A; ANTUNES, C; LOPES, A; BARÃO, J. *Agricultura peri-urbana multifuncional: novos paradigmas culturais e processos de transformação na Ria de Alvor e na Campina de Faro (Algarve)*. IN: MARQUES, C. A. Planeamento cultural urbano em áreas metropolitanas. Revitalização dos espaços pós-suburbanos, Caleidoscópio: Lisboa. 2015. 187-200.

NUNES, Elizon Dias. *Modelagem de processos erosivos hídricos lineares no município de Mineiros - GO*. 2015. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

OLIVEIRA, P. T. S. O; WENDLAND, E. W; NEARING, M. A. N. *Rainfall erosivity in Brazil: A review*. Catena.2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO - FAO, 1996. *Declaração de Roma Sobre a Segurança Alimentar Mundial e Plano de Ação da Cimeira Mundial da Alimentação*. Disponível em:<<http://www.fao.org/3/w3613p/w3613p00.htm>>. Acesso em 15 jul. 2021.

PROJETO MAPBIOMAS – *Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil*, acessado em 05 de julho de 2020, através do link: <<https://mapbiomas.org/download>>.

PRUSKI, F. F. Fatores que interferem na erosão hídrica do solo. In: PRUSKI, F. F. *Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica*. 2ª ed. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2009a. p.41-74.

RENARD, K.G.; FOSTER, G.R.; WEESIES, G.A.; McCOOL D. K.; YODER, D. C. (Coord.). Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). *U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook*, n. 703, 1997, 404 p.

SAHA, M.; SAUDA, S.S.; REAL H.R.K.; Mahmud, M. *Estimation of annual rate and spatial distribution of soil erosion in the Jamuna basin using RUSLE model: A geospatial approach*. Environmental Challenges.2022.

SANTOS, M. *A urbanização Brasileira*. 3ª ed., São Paulo: Hucitec, 1996.

TEIXEIRA GUERRA, SILVA, A.S.da S, BOTELHO, G.M. (Org). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

TEIXEIRA, M. A.; LAGES, V. N. *Transformações no espaço rural e a geografia Rural: ideias para discussão*. Geografia. São Paulo, v. 14, p.9-33, 1997.

VALE, A. R. *Expansão urbana e plurifuncionalidade no espaço periurbano do município de Araraquara (SP)*. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro: [s.n.], 2005

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Department of Agriculture, Science and Education Administration, 1978.

XAVIER, G.L. *MATOPIBA: l'occupation de la nouvelle frontière agricole dans les cadres du modèle d'exportation de la spécialisation productive*. Open Edition Journals.2019.

ZHANG,H.; YANG, Q.;LI,R.;LIU,Q.; DEMIE, M.; PENG, H.; COEN, J.R.; VIOLETTE, G. *Extension of a GIS procedure for calculating the RUSLE equation LS fator*. Computers & Geosciences. 2013.

ZHANG,H., JICHENG,W.; QINKE, Y.;JANTIENE E.M.B.;, LINGTONG, G.;XIAOMEI Y.;SHUQIN, L.;JIANTAO, Y.;COEN J. R.;VIOLETTE G. *An improved method for calculating slope length (λ) and the LS parameters of the Revised Universal Soil Loss Equation for large watersheds*. Geoderma.2017.

Mateus Araujo Bezerra Gamper

Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás -UFG e
Pedagogia pelo Instituto Consciência de Goiás-ICG.

Pós graduação lato sensu em educação em astronomia pelo planetário da
Universidade Federal de Goiás -UFG.

Atualmente é discente de mestrado do Programa de Pós-Graduação em
Geografia pela Universidade Federal de Goiás -UFG.

Daniel Araújo Ramos dos Santos

Geografo – UFT

Mestre em Geografia - UFT

Atualmente é discente de doutorado do Programa de Pós-Graduação em
Geografia pela Universidade Federal de Goiás

Luís Felipe Soares Cherem

Geografo – UFMG

Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais – UFMG

Doutor em Geologia – UFOP

Doutor em Ciências Ambientais – Universidade de Aix-Marselha

Recebido para publicação em fevereiro de 2022.

Aprovado para publicação em setembro de 2022.