

Proposição e aplicação de um método para caracterização de áreas rurais em setores censitários sob a ótica do saneamento

Roberta Vieira Nunes Pinheiro

Mestre, UFG, Brasil.
robertavnp@gmail.com

Isabela Moura Chagas

Mestranda, PPGEAS/UFG, Brasil.
isabelamch@gmail.com

Raviel Eurico Basso

Professor Doutor, UFG, Brasil.
basso.raviel@gmail.com

Juliana Dorn Nóbrega

Professora Doutora, UFG, Brasil.
junobreg@gmail.com

Nolan Ribeiro Bezerra

Professora Doutora, IFG, Brasil.
nolanbezerra@gmail.com

Paulo Sérgio Scalize

Professor Doutor, UFG, Brasil.
pscalize.ufg@gmail.com

RESUMO

Considerando-se o conceito da ruralidade, a necessidade de métodos para contextualizar as áreas rurais e o atendimento por serviços de saneamento, o objetivo desse trabalho foi propor e aplicar um método de caracterização em setores censitários (SC) de áreas rurais. Para isso, foi construído um método para classificação de aglomerados rurais, levando-se em conta critérios selecionados com base no Programa Saneamento Brasil Rural e nas demais literaturas técnico-científicas. O método contemplou três critérios: identificação de aglomerados e domicílios dispersos, distância do aglomerado ao centro urbano mais próximo (Dcup) e densidade populacional (Dp). Das 115 áreas rurais do estado de Goiás, foi possível a sua aplicação em 98, pois em 17 o método não pôde ser aplicado diretamente, devido à existência de um ou mais aglomerados com a presença de domicílios que não fazem parte da área rural, ou seja, domicílios não contíguos. Em análise mais detalhada, identificaram-se quatro áreas nas quais o método pôde ser aplicado a um agrupamento de domicílios. Foram totalizadas 103 áreas rurais, com Dcup médio de 27,7 km (DP = 19,42; CV = 0,70) e Dp médio de 50,1 hab./km², nos quais se detectaram 118 aglomerados. Deste total, 6,79% foram classificados nos SC 1b, 2, 7,77% no 3, e 85,44% nos 5 e 7. Concluiu-se que o método pode ser aplicado em uma área rural integralmente e/ou em aglomerado com domicílios contíguos. Por fim, a classificação em SC possibilita uma análise preliminar de proposição de soluções de saneamento básico, sendo estas coletivas e/ou individuais, centralizadas e/ou descentralizadas, conforme critérios técnicos espaciais.

PALAVRAS-CHAVE: Aglomerado rural. Ruralidade. Saneamento rural.

INTRODUÇÃO

As áreas rurais são marcadas por uma grande diversidade humana, com diferentes formas de organização social, representadas por agricultores, povos e comunidades tradicionais, e indivíduos com diversos perfis sócio-ocupacionais (BRASIL, 2019a). No Brasil, a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais os reconhece e define como grupos culturalmente diferenciados, podendo ser categorizados como indígenas, quilombolas, ribeirinhas, ciganos, povos e comunidades de matriz africana ou de terreiro, extrativistas, pescadores artesanais, quebradeiras de coco babaçu e pomeranos (BRASIL, 2007).

A conceituação de rural é composta por diversas áreas do saber, como: a economia, a partir das distâncias a serem superadas; a demografia, a partir da dinâmica populacional; a geografia, pela leitura do espaço/território, e a antropologia, pelas representações sociais (GALIZONI, 2021). Nas últimas cinco décadas, ocorreram mudanças sociais, econômicas, tecnológicas e políticas, como a revolução digital, a descentralização de responsabilidades e de recursos públicos e a conectividade física, que influenciaram e modificaram o modo de vida no ambiente rural. Essas mudanças motivaram a discussão, em diversos países, sobre o conceito de ruralidade e sobre o que diferencia esse ambiente do urbano em particular, nas políticas públicas direcionadas para os setores sociais e de serviços de infraestrutura, contemplando o saneamento rural (MEJÍA; CASTILHO; VERA, 2016; LA ROSA; VILLARREAL, 2020; MÉNDEZ, 2020; SÁNCHEZ *et al.*, 2021).

O Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR) (BRASIL, 2019a), considerando-se o conceito da ruralidade, propôs uma alteração nos setores censitários (SC), reclassificando as áreas em aglomerados urbanos (SC 1a) e aglomerados rurais: próximos ao urbano (SC 1b, 2 e 4), mais adensados e isolados (SC 3), menos adensados e isolados (SC 5, 6 e 7) e sem aglomerações, havendo proximidade com aglomerado ou não (SC 8). Essa forma permite uma maior homogeneidade e revela peculiaridades em termos de soluções coletivas ou individuais de saneamento, sobretudo em função dos critérios demográficos que regem o princípio da economia de escala, densidade demográfica e proximidade de centros urbanos. Ressalta-se, desta forma, que a adoção de soluções individuais não caracteriza acesso inadequado aos serviços de saneamento, desde que cumpram critérios de qualidade e segurança (ROLAND *et*

al., 2019). Esta nova proposição de identificação de aglomerados justifica-se, pois, segundo Lashefski (2021), sem informações adicionais, a classificação original (IBGE, 2017) não permite identificar as áreas rurais para medidas específicas em relação ao saneamento.

Essas áreas devem ser atendidas por serviços de saneamento, que são essenciais para a promoção da saúde, sendo um direito de todos e um dever do Estado pela Constituição Federal (BRASIL, 1988). O conjunto desses serviços públicos é composto por: infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A prestação destes serviços está ligada à qualidade, continuidade e acessibilidade ao serviço, tendo como princípios a universalização de acesso, a efetiva prestação do serviço e a adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais, entre outros (BRASIL, 2020). Essa prestação de serviços pode ser influenciada por fatores econômicos, políticos, sociais, institucionais e legais (ROLAND; REZENDE; HELLER, 2020).

O exercício desse direito obriga o Estado a adotar novos modelos de serviços, visando ao atendimento, com condições adequadas de salubridade ambiental, dos povos indígenas e de outras populações tradicionais, bem como das populações rurais e pequenas comunidades, por meio da utilização de soluções compatíveis com as suas características socioeconômicas (BRASIL, 2013). A salubridade ambiental foi definida por Braga, Scalize e Bezerra (2022), como a situação da saúde de uma população, influenciada pelas condições socioeconômicas, pela educação, pelo saneamento básico e pelo ambiente em que vive.

Segundo Brasil (2019a), geograficamente essas populações também estão distribuídas de maneira distinta: em aglomerações ou de maneira dispersa, próximas ou distantes entre si e próximas ou não de áreas urbanas. Assim, além de uma classificação geral das áreas rurais brasileiras pelo PSBR, é de extrema necessidade o desenvolvimento de um método de caracterização individual dessas áreas com o intuito de auxiliar na tomada de decisão das melhores tecnologias de saneamento a serem implantadas e/ou praticadas.

Diante do contexto apresentado e da escassez e limitação de informações universais para a caracterização do espaço rural brasileiro (RIGOTTI; HADAD, 2021), o objetivo desse trabalho foi propor um método para caracterizar áreas rurais em setores censitários, sob a ótica do saneamento básico, e aplicá-lo em comunidades rurais do estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

Proposição do método para a caracterização de áreas rurais em setores censitários (SC)

O método é aplicável para áreas rurais que apresentam aglomerados com domicílios contíguos, caracterizando uma área integrada, e foi desenvolvido considerando o PSBR (BRASIL, 2019a), as discussões realizadas sobre os conceitos de ruralidade (MEJÍA; CASTILHO; VERA, 2016; FREITAS, 2021; GALIZONI, 2021) e os métodos de delimitação espacial de áreas rurais (HAN *et al.*, 2019; LASCHEFSKI, 2021; RIGOTTI; HADAD, 2021). Essa forma de classificação proposta pelo PSBR possui uma maior capacidade de delineamento e representação da diversidade de ocupações presentes no ambiente rural (ROLAND *et al.*, 2019).

Para serem utilizadas como critérios desse método, foi realizado um estudo de literatura sobre as principais características, sua relevância para a caracterização das áreas rurais e suas especificações sob a ótica da prestação dos serviços de saneamento. Os critérios mais

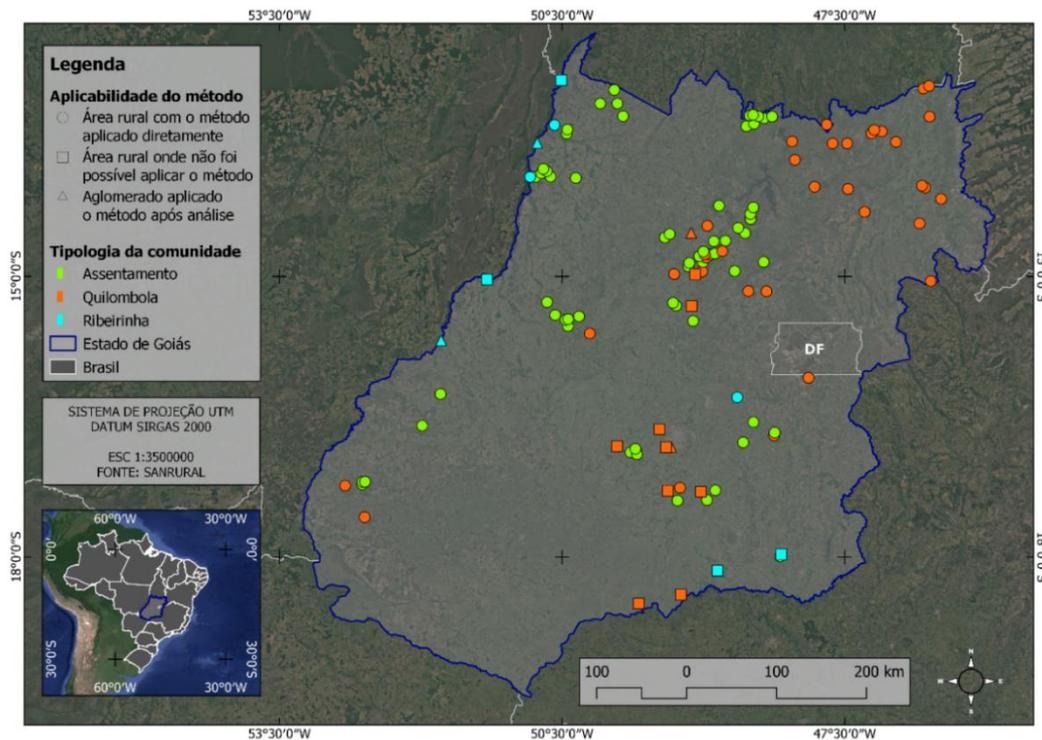
representativos para a caracterização espacial da área rural foram selecionados, organizados em faixas de valores e inseridos em um fluxograma decisório de aplicação.

Foi sugerido um método específico para a obtenção dos valores para cada critério, em cada um dos aglomerados, para, posteriormente, classificá-los em setores censitários rurais (1b a 7), possibilitando sua aplicação em qualquer área rural de mesma natureza.

Aplicação do método proposto

O método proposto foi aplicado em 115 áreas rurais, distribuídas em 43 municípios do estado de Goiás, Brasil (Figura 1). Estas áreas são compostas por 53,9% (62/115) de assentamentos, 38,3% (44/115) de comunidades quilombolas e 7,8% (9/115) de comunidades ribeirinhas.

Figura 1: Distribuição geográfica das 115 áreas rurais, caracterizadas em setores censitários (SC), Goiás - Brasil



Fonte: elaborada pelos autores.

Os dados foram coletados em visita às áreas rurais, no período de agosto de 2018 a agosto de 2019, e estão elencados a seguir: nome e sua tipologia, município ao qual pertencem, quantidade total de habitantes, quantidade de domicílios e suas coordenadas geográficas. Além disso, foi realizada a delimitação das áreas e determinada a sua distância ao centro urbano mais próximo.

Em visita a cada comunidade, coletaram-se as coordenadas geográficas dos domicílios se utilizando o aplicativo Android e/ou iOS de georreferenciamento. As delimitações geográficas das áreas rurais foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) ou determinadas com o auxílio do QGIS, definindo-se o perímetro de abrangência, usando-se as coordenadas dos domicílios mais externos como limite. A partir disso, foi

estabelecido um *buffer* de 200 m para obtenção da área. Ressalta-se que, no caso dos aglomerados localizados em centros urbanos, manteve-se o cálculo apenas do aglomerado, sem considerar uma possível inserção desses domicílios em um bairro ou região.

Quanto à localização, obteve-se a menor distância de acesso viário entre cada aglomerado das áreas rurais e o centro urbano mais próximo. Para essa etapa, foram utilizados arquivos vetoriais em formato *shapefile* para os perímetros urbanos das sedes municipais, disponibilizados pelo SIEG (2014), considerando-se, ainda, as expansões urbanas existentes na imagem do *Google Satellite*. Já para os distritos, usaram-se as informações disponíveis no SIEG (2017) e delimitaram-se os perímetros dos distritos com base na imagem do *Google Satellite*. Na discussão, julgou-se que a dificuldade de acesso a partir de 60,0 km é maior, conforme adotado em estudos realizados em áreas rurais nos Estados Unidos e na União Europeia (LASCHEFSKI, 2021).

Todos os dados foram obtidos no âmbito do Projeto Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás (PROJETO SANRURAL, disponível em: <https://sanrural.ufg.br/>), desenvolvido na Universidade Federal de Goiás (UFG).

De posse dos dados, foi possível descrever e caracterizar as áreas rurais e o ambiente ao qual pertencem sob a ótica do saneamento. As informações obtidas para o universo amostral foram tratadas e apresentadas de acordo com cada critério utilizado e também segundo a classificação dos aglomerados em SC. Os resultados foram discutidos conforme os eixos do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais e drenagem), trazendo um panorama das características encontradas nas comunidades rurais estudadas em Goiás.

RESULTADOS

Método para a caracterização de áreas rurais em setores censitários

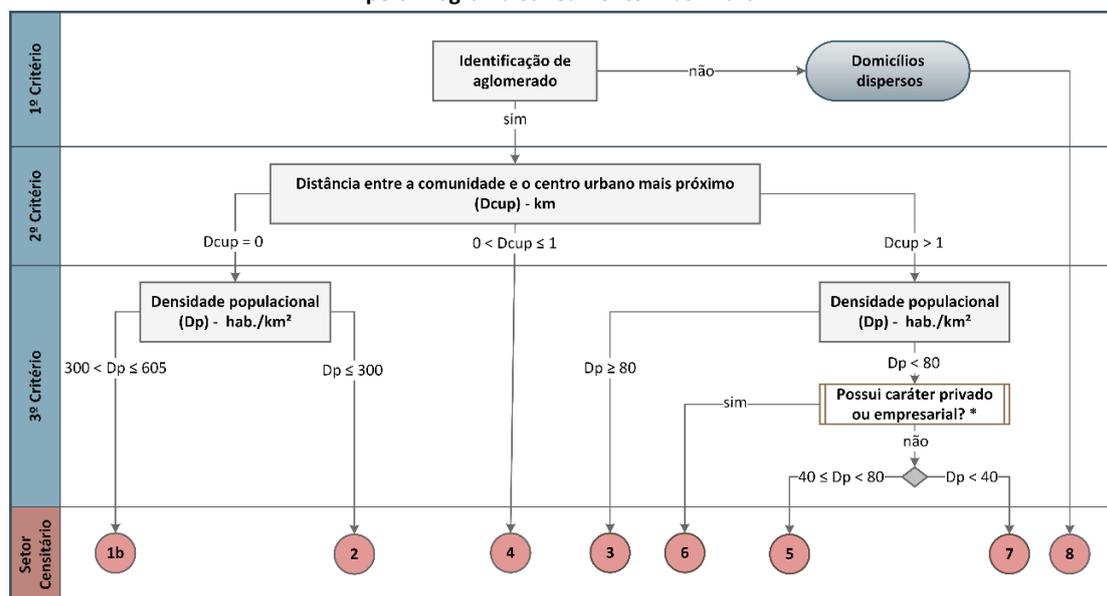
Foram identificados critérios que podem ser utilizados para a caracterização de áreas rurais, sob a ótica do atendimento aos serviços de saneamento: acessibilidade a centros de serviços; características de vizinhança (outras áreas rurais ou urbanas); densidade demográfica (RIGOTTI; HADAD, 2021); distribuição espacial dos domicílios; organização em associações comunitárias; qualidade de água disponível (ROLAND *et al.*, 2019); renda; índice de desenvolvimento humano; percentagem de emprego no setor primário (LASCHEFSKI, 2021); número total de habitantes; sua relação com a densidade populacional; tipo de ocupação do território (atividade agropecuária ou florestal) e infraestruturas de saneamento já existentes (MEJÍA; CASTILHO; VERA, 2016).

O critério de existência de determinados elementos da infraestrutura urbana (edificações, atividades econômicas, equipamentos urbanos, posto de saúde, templo religioso, entre outros), adotado pelo IBGE (2017), não foi incluído neste estudo, pois esta definição não considera qualitativamente o modo de vida dos seus habitantes (LASCHEFSKI, 2021). Com relação à utilização do critério “características de vizinhança”, optou-se em não o utilizar, visto que a proposta é possibilitar a caracterização individual de uma área rural. Já a população total foi considerada a respeito da área do aglomerado (densidade populacional), buscando uma melhor caracterização da ocupação da área rural estudada. A utilização de dois ou mais critérios para essa classificação auxilia na operacionalização e análise da perspectiva de oferta de serviços

básicos, tais como saúde, educação, saneamento e energia elétrica (MEJÍA; CASTILHO; VERA, 2016).

Dessa forma, para o método proposto, foram eleitos três critérios para a classificação das comunidades rurais em SC: **1º critério** - identificação de aglomerados e domicílios dispersos; **2º critério** - distância até o centro urbano mais próximo (Dcup), e **3º critério** - densidade populacional (Dp). O 2º e 3º critérios foram utilizados conforme recomendação de Rigotti e Hadad (2021), e o 1º critério serviu de suporte para a definição dos demais critérios, uma vez que os domicílios das áreas rurais não possuem uma distribuição espacial homogênea. Assim, o 1º critério pode apresentar um ou mais aglomerados e domicílios dispersos, sendo considerado como um aspecto da ruralidade (ROLAND *et al.*, 2019). Esses critérios estão descritos nos itens subsequentes e, a partir destes, classificaram-se as áreas rurais nos setores censitários 1b a 8, conforme apresentado no fluxograma da Figura 2.

Figura 2: Fluxograma decisório de classificação de áreas rurais de acordo com os setores censitários redefinidos pelo Programa Saneamento Brasil Rural



Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: (*) = O caráter privado ou empresarial analisado é somente quando $Dp < 80$ hab./km² (LASCHESKI, 2021).

1º Critério: Identificação de aglomerados e domicílios dispersos

Com base na literatura técnico-científica, esse critério foi escolhido em função da sua relevância e importância para a escolha de soluções individuais e/ou coletivas e como suporte para a aplicação dos demais critérios (MEJÍA; CASTILHO; VERA, 2016; ROLAND *et al.*, 2019; GALIZONI, 2021).

A distribuição espacial foi considerada como critério para selecionar o tipo de solução (coletiva ou individual) de abastecimento de água a ser implantada em 15 comunidades rurais brasileiras (RAID, 2017). Para locais com domicílios considerados dispersos, foram sugeridas soluções alternativas individuais. Com o objetivo de selecionar tecnologias, individuais ou coletivas, de esgotamento nessas comunidades, foram considerados como critérios a disponibilidade hídrica, por meio da identificação da existência de abastecimento de água

adequado para determinação da possibilidade de uso de banheiro com descarga sanitária, e a densidade populacional (SILVA, 2017).

Inicialmente, se devem obter as coordenadas de cada domicílio da área rural a ser caracterizada, o que possibilita identificar os agrupamentos de domicílios com base nas distâncias, podendo, para isso, usar diversos métodos de regionalização de áreas (Método *complete linkage*; *Ward*; *ClustGEO*; *SKATER*, entre outros). Para a metodologia proposta, sugere-se a análise *cluster* em conjunto com o método *K-média* (HOSKING; WALLIS, 1997; NAGHETTINI; PINTO, 2007), o qual classifica as distâncias dos domicílios dentro dos grupos em concordância com os agrupamentos, utilizando-se a distância euclidiana entre um domicílio e os demais da comunidade (Equação 1).

$$D_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (\text{Equação 1})$$

Nota: D_{ij} é a distância entre o domicílio “i” e o domicílio “j”, x_i , x_j , y_i e y_j são as latitudes e longitudes em coordenadas projetadas de cada domicílio, respectivamente.

A visualização descritiva da matriz de distâncias pode ser realizada com o auxílio da linguagem R e do gráfico *box-plot*, e o número ótimo de agrupamentos com o método *k-means* da biblioteca *factoextra* (KASSAMBRA; MUNDT, 2020). O agrupamento *cluster* pode ser aplicado com base na biblioteca *stats*, disponível no repositório CRAN (*R Code Team*, 2021). Logo, com os dendrogramas, determinam-se os agrupamentos com distâncias semelhantes entre os domicílios.

Para a identificação dos aglomerados, sugere-se uma distância superior a 2,5 km entre os agrupamentos e/ou os domicílios dispersos. Essa distância foi baseada em valor estabelecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS), como trajeto máximo de 30 minutos para acesso à fonte água de potável (WHO, 2004), que foi extrapolado para conceituar a condição de dispersão de domicílios rurais, com uma velocidade média de marcha de 140 cm/s (NOVAES; MIRANDA; DOURADO, 2011). Foi adotada essa distância considerando-se a integração e/ou viabilidade de atendimento aos serviços de saneamento. No entanto, para outros serviços, essa distância deve ser menor, tal como em estudo na China, onde se levou em conta que, acima de 2,5 km, apresenta acessibilidade extremamente baixa a mercados de agricultores (WANG; ZHOU, 2022).

2º Critério: Distância até o centro urbano mais próximo (Dcup)

A escolha do critério Dcup foi motivada pela possibilidade de ampliação da oferta de bens e serviços mais complexos, como a acessibilidade aos serviços de saneamento básico existentes na área urbana, refletindo diretamente no modo de vida e na configuração da área rural (IBGE, 2017). Diante disto, a Dcup foi conceituada como a menor distância de acesso viário entre o perímetro do centro urbano até o domicílio mais próximo do aglomerado da área rural. Centro urbano são todas as sedes e distritos municipais, os quais se configuram como centros de serviços (BRASIL, 1938; LASHEFSKI, 2021; AIHW, 2004), estabelecendo-se as seguintes possibilidades: (i) a Sede do próprio Município (SM); (ii) o Distrito do Próprio Município (DPM); (iii) Outra Sede Municipal (OSM), e (iv) o Distrito de Outro Município (DOM).

Destaca-se que a Dcup deve considerar o sistema viário (AIHW, 2004), justificado pela necessidade de transporte, normalmente por rodovias, dos resíduos sólidos coletados até a sua

próxima etapa de manejo (unidade de tratamento, transbordo ou disposição final) (BARROS, 2012). O acesso e o transporte também são necessários para os demais eixos do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de águas pluviais), visando à manutenção e operação das infraestruturas existentes na área rural (BRASIL, 2020).

A Dcup pode ser determinada utilizando-se *softwares* como *ArcGIS*, *Google Earth Engine*, *QGIS* e diversas fontes de dados de sistema viário como o *Google Road*, *Bing Maps* e *Google Satellite*. Sugere-se, para a determinação da Dcup, a utilização do sistema viário disponível no *Google Road* e/ou no *Google Satellite*, com o auxílio do *software QGIS*. Após a determinação da Dcup, classifica-se o aglomerado rural em área urbana (Dcup = 0 km), próximo à área urbana ($0 < Dcup \leq 1$ km), e isolado da área urbana (Dcup > 1 km) (BRASIL, 2019a).

3º Densidade populacional (Dp)

Segundo Roland *et al.* (2019) e Rigotti e Hadad (2021), a densidade populacional (Dp) é um critério que deve sempre ser considerado para a classificação de áreas rurais, sabendo-se que essas localidades apresentam menor nível de adensamento que as áreas urbanas. Assim, a Dp foi calculada pela relação entre a população residente e a área de cada aglomerado rural.

Para os aglomerados localizados em áreas urbanas (Dcup = 0 km), considerou-se como áreas muito adensadas aquelas com $300 \text{ hab./km}^2 < Dp \leq 605 \text{ hab./km}^2$, e áreas pouco adensadas como aquelas com $Dp \leq 300 \text{ hab./km}^2$. Essa faixa foi adotada com base no IBGE (2017) e em Rigotti e Hadad (2021). Para as áreas isoladas (Dcup > 1 km), as áreas adensadas são aquelas com $Dp \geq 80 \text{ hab./km}^2$, e com médio e pouco adensamentos as com $Dp < 80 \text{ hab./km}^2$. Esse valor de Dp foi considerado mais adequado para a realidade brasileira (LASHEFSKI, 2021), diferente do método da *Organization for Economic Co-operation and Development*, que utiliza 150 hab./km^2 em comunidades rurais na União Europeia (RIGOTTI; HADAD, 2021). Nas áreas rurais isoladas, sem caráter privado ou empresarial, as áreas com $40 \text{ hab./km}^2 \leq Dp < 80 \text{ hab./km}^2$ têm adensamento médio, e pouco adensadas são as com $Dp < 40 \text{ hab./km}^2$. O valor original (80 hab./km^2) foi fracionado para a criação de duas novas subfaixas de mesma amplitude, possibilitando a sua diferenciação em aglomerado com médio e pouco adensamentos, sendo que essa variação de densidade, no contexto dos SC, é uma alternativa metodológica para tentar compreender as complexidades de áreas rurais (GALIZONI, 2021).

Classificação em setores censitários (SC)

Uma vez determinados os três critérios, as áreas rurais foram classificadas em: i) SC1b: localizada dentro de área urbana (Dcup = 0), muito adensada ($300 \text{ hab./km}^2 < Dp \leq 605 \text{ hab./km}^2$); ii) SC2: localizada dentro de área urbana (Dcup = 0), pouco adensada ($Dp \leq 300 \text{ hab./km}^2$); iii) SC4: localizada entre área urbana e área isolada ($0 < Dcup \leq 1$ km); iv) SC3: isolada (Dcup > 1 km), adensada ($Dp \geq 80 \text{ hab./km}^2$); v) SC6: isolada (Dcup > 1 km), com caráter privado ou empresarial, média ou pouco adensada ($Dp < 80 \text{ hab./km}^2$); vi) SC5: isolada (Dcup > 1 km), sem caráter privado ou empresarial, médio adensada ($40 \text{ hab./km}^2 \leq Dp < 80 \text{ hab./km}^2$); vii) SC7: isolada (Dcup > 1 km), sem caráter privado ou empresarial, pouco adensada ($Dp < 40 \text{ hab./km}^2$).

Caracterização de áreas rurais

Identificação de aglomerados e domicílios dispersos

Constatou-se, *in loco*, a existência de 5.621 domicílios com 16.819 habitantes dentro das 115 áreas rurais. No entanto, 11 comunidades quilombolas e seis ribeirinhas não atenderam ao critério do método para ser aplicado diretamente, devido à existência de um ou mais aglomerados com presença de domicílios que não fazem parte da comunidade, ou seja, com domicílios não contíguos. Assim, o método proposto apresenta essa limitação para ser aplicada diretamente em áreas rurais, com a presença de domicílios de uma determinada tipologia, inseridos entre domicílios de uma outra área rural (Figura 3a) ou ainda em uma área urbana (Figura 3b). Para esses casos, o método pode ser aplicado após análise detalhada, identificando-se possíveis aglomerados com domicílios contíguos existentes. Neste contexto, há aglomerado(s) com domicílios contíguos nas Comunidades Quilombolas Jardim Cascata (Figura 3c) e João Borges Vieira, e nas Comunidades Ribeirinhas São José dos Bandeirantes (Figura 3d), Registro do Araguaia e Fio Velasco (Tabela 1), não sendo aplicado o método em outras nove comunidades quilombolas e três ribeirinhas.

Figura 3: Mapa de localização dos domicílios da Comunidade Povoadado Veríssimo, da Comunidade Valdemar de Oliveira (b), Comunidade Jardim Cascata (c) e Comunidade São José dos Bandeirantes (d)



Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 1: Descrição da quantidade de aglomerados e domicílios dispersos das áreas rurais do estado de Goiás

Nome da área rural	Tipologia	Área com domicílios não contíguos	Quantidade (unid.)		
			AR ^(a)	AGL ^(b)	DD ^(c)
Castelo/ Retiro/Três Rios	Q	não	1	4	0
Capela	Q	não	1	3	2
Fazenda Santo Antônio da Laguna	Q	não	1	3	0
Abobreira, Almeidas, Canabrava, Diadema, Sumidouro e Vazante	Q	não	6	2	0
Rafael Machado	Q	não	1	1	2
Buracão, Mesquita e Quilombo do Magalhães	Q	não	3	1	1
Água Limpa (Q), Baco Pari, Boa Nova, Brejão, Cedro, Engenho 2, Extrema, Forte, José de Coletto, Kalunga dos Morros, Mimoso/ Queixo Dantas, Pelotas, Pombal, Porto Leocádio, Povoado Levantado, Povoado Moinho, Povoado Vermelho, São Domingos, Taquarussu e Tomás Cardoso	Q	não	20	1	0
Lagoa do Lago, Landi e Olhos d'Água	R	não	3	1	0
17 de Abril, Acaba Vida, Água Limpa, Água Quente, Aranha, Arraial das Antas II, Boa Esperança, Buriti, Campo Alegre, Cantoneiras, Canudos, Céu Azul, Conceição, Cora Coralina, Dom Roriz, Engenho da Pontinha, Engenho do Bom Sucesso, Florestan Fernandes, Formiguinha, Fortaleza, Gustavo Martins, Independência, Itajá II, João de Deus, José Martí, Julião Ribeiro, Lageado, Lagoa Genipapo, Lagoa Santa, Lagoa Seca, Limoeiro, Madre Cristina, Monte Moria, Mucambão, Nascente São Domingos/Terra Viva, Noite Negra, Novo Horizonte II, Piracanjuba, Pouso Alegre, Presente de Deus, Rio Araguaia, Rio Vermelho, Roberto Martins Melo, Rochedo, Rosa Luxemburgo, Salto para o Futuro, Santa Fé da Laguna, Santa Maria do Crixás-Assu, Santa Rita do Broeiro, Santo Antônio das Areias, São José, São José do Pissarrão, São Judas, São Lourenço, São Salvador, Sebastião da Garganta, São Thiago, Sebastião Rosa da Paz, Serra das Araras, Tarumã, Umuarama e Vitória	A	não	62	1	0
Registro do Araguaia	R	sim	1	3	1
Fio Velasco	R	sim	1	1	1
São José dos Bandeirantes	R	sim	1	1	0
Jardim Cascata e João Borges Vieira	Q	sim	2	1	0
Arraial da Ponte, Itacaiú e Povoado Veríssimo	R	sim	NA	NA	NA
Ana Laura, Balbino dos Santos, Córrego do Inhambú, Goianinha, Nossa Senhora Aparecida, Raízes do Congo, Recanto Dourados, Valdemar de Oliveira e Vó Rita	Q	sim	NA	NA	NA
Total			103	118^(d)	9
Legenda:	Área rural com método aplicado diretamente	Área rural onde foi aplicado o método após análise	Área rural onde não foi possível aplicar o método		

Nota: Área Rural = AR; (b) Aglomerado = AGL; (c) Domicílio disperso = DD; (d) total de aglomerados considerando-se as 103 áreas rurais; assentamento = A; comunidade quilombola = Q; comunidade ribeirinha = R; não se aplica = NA. Fonte: elaborada pelos autores.

O método proposto foi aplicado, após análise, nos sete aglomerados de cinco áreas rurais e diretamente em 98, auxiliado pelo fluxograma decisório (Figura 2). O total foi de 103 áreas rurais com 118 aglomerados, sendo que 90,29% (93/103), 5,83% (6/103), 2,91% (3/103) e 0,97% (1/103) possuem, respectivamente, 1, 2, 3 e 4 aglomerados. Constatou-se a existência de nove domicílios dispersos, inseridos em cinco comunidades quilombolas e duas comunidades ribeirinhas (Tabela 1). Os assentamentos não apresentaram domicílios dispersos. Essa realidade

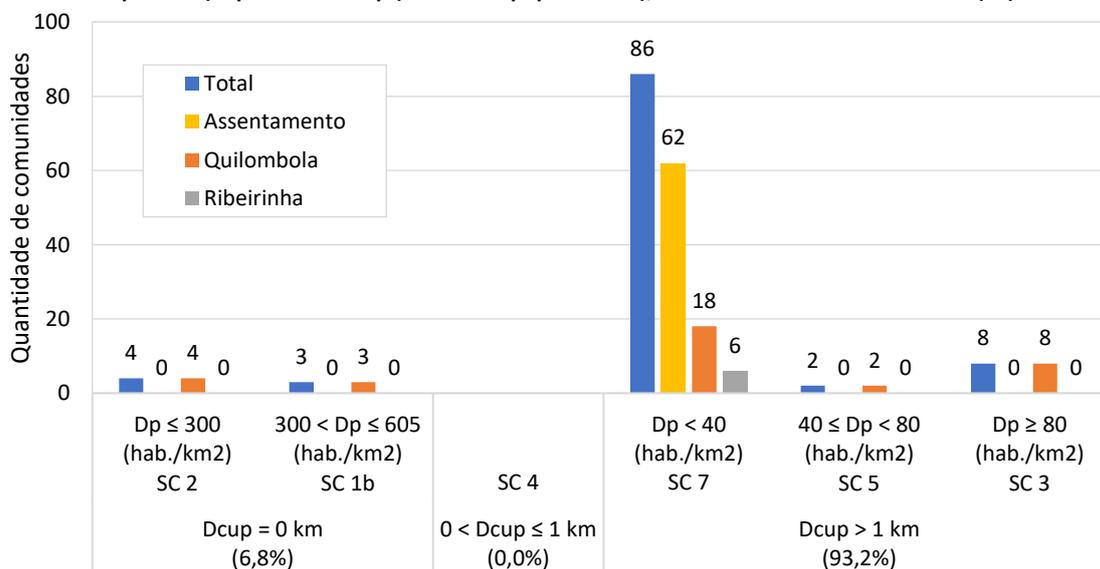
de dispersão geográfica também foi relatada na Comunidade Rural de Queimadas (CE), dividida em três aglomerados, onde a maior parte dos domicílios estava concentrada em um aglomerado principal, que possuía atividades comerciais e de prestação de serviços (RAID, 2017).

Distância até o centro urbano mais próximo (Dcup)

Quanto ao 2º critério analisado (Dcup), 6,8%, 0,0% e 93,2% das áreas rurais estudadas estavam localizadas, respectivamente, nas faixas: Dcup = 0 km; $0 < Dcup \leq 1$ km e $Dcup > 1$ km (Gráfico 1), apresentando um Dcup médio de 27,7 km. Assim, a maioria (93,2% com $Dcup > 1$ km) pode estar influenciada pela distância ou pela situação de isolamento. A Dcup interfere nas práticas de segregação e de queima dos resíduos nesses locais, onde distâncias superiores a 800 m do centro urbano têm seus serviços, como a coleta seletiva, dependentes do poder público, e a comercialização de resíduos motivada pela iniciativa dos moradores e do mercado no entorno das comunidades (HAN *et al.*, 2015).

Nesse cenário, identificaram-se oito (7,8%) áreas rurais que podem ser impactadas negativamente pela situação de dificuldade de acesso, Dcup ≥ 60 km (75,0% de assentamentos: Cantoneiras, Lagoa Genipapo, Santa Maria do Crixás-Assu, São Judas, Salto para o Futuro e Tarumã; 12,5% comunidade quilombola: Kalunga dos Morros, e 12,5% ribeirinha: Landi), sendo que 75,0% dessas áreas estão localizadas no município de Nova Crixás. Essas e outras 39 áreas rurais (37,9%) estão localizadas a distâncias superiores a 30,0 km, podendo necessitar da implantação de estações de transbordo para viabilizar a prestação do serviço de manejo de resíduos sólidos de forma coletiva (BRASIL, 2019b).

Gráfico 1: Distribuição da quantidade de áreas rurais por faixas de Dcup (distância até o centro urbano mais próximo) e por faixa de Dp (densidade populacional), classificada em setor censitário (SC)



Fonte: elaborado pelos autores.

Verificou-se, ainda, que 57 áreas rurais estavam mais próximas da própria sede municipal, 25 de distritos do próprio município, 20 de outras sedes municipais, e uma de um distrito de outro município. Sendo a Dcup um critério que impacta a viabilidade da implantação de soluções coletivas de saneamento (MEJÍA; CASTILHO; VERA, 2016), pode ser limitante para a

prestação desses serviços, ressaltando-se que a responsabilidade pelo provimento e pela prestação dos serviços coletivos é do município (BRASIL, 2019a). Deste modo, as 21 áreas rurais mais próximas de outras sedes ou distritos municipais podem se beneficiar das estruturas existentes nesses centros urbanos, no entanto, podem ter dificuldades com a integração dos serviços de saneamento. Como exemplos, citam-se a Comunidade Quilombola Taquarussu, que pertence ao município de Campos Belos-GO, porém está mais próxima da sede municipal de Novo Alegre -TO (10,1 km), e o Assentamento Lagoa Santa, mais próximo da sede municipal de Barro Alto (22,8 km), apesar de pertencer ao município de Santa Rita do Novo Destino.

Além de longas distâncias, constataram-se, em quatro comunidades (Monte Moria, Novo Horizonte II, Porto Leocádio e Povoado Vermelho), trechos hidroviários, de forma permanente, devido à presença de travessias, o que torna o percurso mais lento. Segundo Brasil (2019a), além dos trechos hidroviários permanentes, os temporários, com a presença de áreas inundáveis, também são limitantes para a implantação e prestação de serviços de saneamento. Por exemplo, o serviço de coleta dos resíduos sólidos pode ser influenciado pelo acesso, mensurado pela relação entre a quantidade de estradas e o atendimento da população (MORAIS *et al.*, 2019). Em trajetos e acessos em condições adversas de transporte, como a hidroviária, a distância limitante pode ser reduzida para 30,0 km, citando-se, por exemplo, condições como as dos biomas Pantanal e Amazônia (LASCHEFSKI, 2021).

Densidade populacional (Dp)

A média da Dp dos aglomerados principais das 103 áreas rurais foi de 50,1 hab./km² (DP = 151,9; CV = 3,3). Considerando-se os 118 aglomerados, a Dp média foi de 45,8 hab./km², variando de 2,6 a 1.175,8 hab./km² (DP = 142,3; CV = 3,11). A maior Dp ocorreu na Comunidade quilombola João Borges Vieira de 1.175,8 hab./km² (Dcup = 0), sendo bem superior aos próximos aglomerados, Dp = 800,0; 530,5 e 250,0 hab./km². Essa comunidade é uma extensão da sede municipal de Professor Jamil-GO, sendo atendida por toda a infraestrutura de saneamento da área urbana.

Observou-se que 93,2% (96/103) das áreas rurais apresentaram um Dcup > 1 km (Gráfico 1), com uma Dp entre 2,7 e 250,0 hab./km² (média = 22,9 hab./km²; DP = 44,8; CV = 1,9), sendo que 83,5% (86/103), que ficaram com Dp < 40 hab./km², compostas por 100% (62/62) dos assentamentos (média = 7,5 hab./km²; DP = 3,9; CV = 0,52), 100,0% (6/6) das comunidades ribeirinhas (média = 21,5 hab./km²; DP = 7,8; CV = 0,36) e 51,4% (18/35) das comunidades quilombolas (média = 11,4 hab./km²; DP = 6,8; CV = 0,59).

Das quatro áreas rurais com Dcup = 0 e Dp ≤ 300 hab./km², 50,0% (2/4) tiveram Dp compatíveis com as áreas rurais isoladas e média adensadas (40 hab./km² ≤ Dp < 80 hab./km²): Comunidades Cedro e Forte, e 50,0% às isoladas e muito adensadas (Dp ≥ 80 hab./km²): Comunidades Quilombolas Mesquita e Vazante, com 142,6 e 200,0 hab./km², respectivamente.

A Dp influencia a viabilidade técnico-econômica de soluções de saneamento, embora não possa ser analisada de forma isolada. Áreas rurais com Dp alta (SC 1b, 2, 3 e 4) possuem maiores índices de atendimento de soluções coletivas e centralizadas, principalmente de abastecimento de água, enquanto as áreas mais isoladas (SC 5, 6 e 7) possuem déficit em atendimento e maior proposição de soluções individuais e/ou descentralizadas (ROLAND *et al.*, 2019). Para o abastecimento de água, uma alta Dp favorece a adoção de soluções coletivas, com distribuição por meio de redes. Para média e baixa Dp, se identifica a coexistência de redes de

abastecimento com o uso de poços, nascentes e cisternas, o que impede uma determinação exata de qualidade e de quantidade de fornecimento. Já as soluções de esgotamento sanitário tendem a acompanhar a expansão do abastecimento de água, porém, com menores índices de atendimento e priorização (ROLAND *et al.*, 2019). Para o manejo de resíduos sólidos em áreas rurais, Han *et al.* (2019) identificaram que a Dp alta ou média favorece a prestação do serviço de forma coletiva, com o seu tratamento centralizado, e a Dp baixa motiva a implantação de modos de tratamento descentralizados ou por meio de unidades móveis.

Classificação em setores censitários

O método proposto permitiu classificar 103 áreas rurais, dentre as 115 áreas estudadas, em cinco setores censitários (Tabela 2). Ressalta-se que, para aquelas comunidades com mais de um aglomerado e/ou presença de domicílio disperso, o método foi aplicado mais de uma vez, sendo adotado para definição do SC o aglomerado com maior número de domicílios. Assim, houve 6,8% classificadas nos setores censitários definidos como rurais próximos ao urbano (SC 1b e SC 2), 7,8% como rurais isoladas e mais adensadas (SC3), e 85,4% como rurais isoladas e menos adensadas (SC 5 e SC 7). Nenhuma delas foi classificada nos SC 4, 6 e 8. A prevalência de comunidades classificadas no SC 7 (83,5 %) ocorreu devido às características de isolamento (Dcup > 1,0 km) e baixa densidade (Dp < 40,0 hab./km²) (Gráfico 1). As comunidades classificadas nos SC 1b, 2, 3 e 5 eram todas da tipologia quilombola.

Tabela 2: Descrição das áreas rurais estudadas no estado de Goiás, de acordo com a tipologia e a sua classificação em setor censitário (SC)

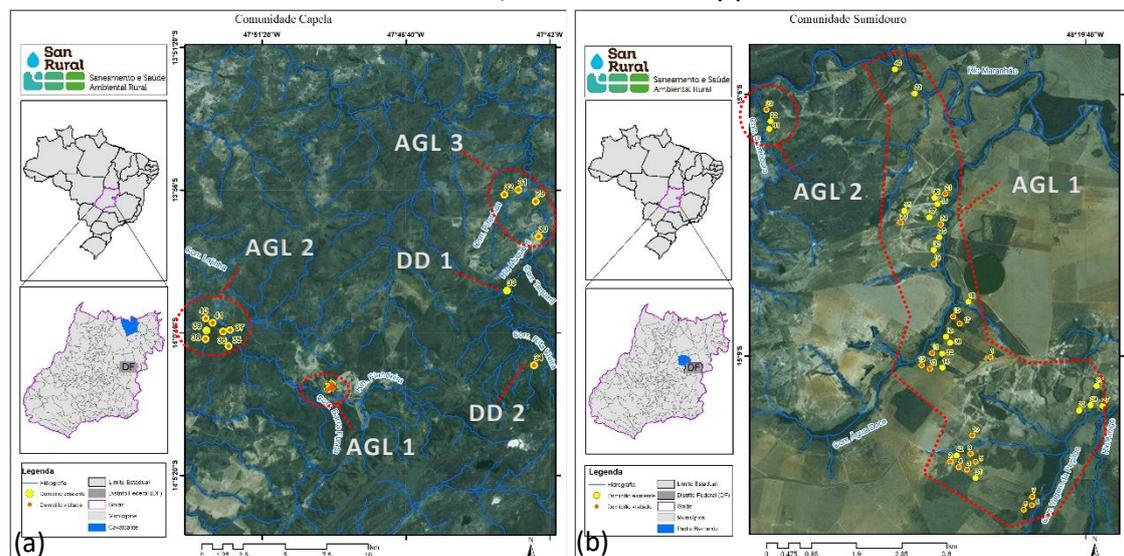
Descrição	SC ⁽¹⁾	Qde.	Nome da área rural	Tipologia
Próximas ao urbano	1b	3	Boa Nova, Jardim Cascata e João Borges Vieira	Quilombola
	2	4	Cedro, Forte, Mesquita e Vazante	Quilombola
Isoladas e mais adensadas	3	8	Capela, Baco Pari, Engenho II, Extrema, Mimoso/ Queixo Dantas, Povoado Levantado, Povoado Moinho e São Domingos	Quilombola
	5	1	Brejão	Quilombola
		19	Abobreira, Água Limpa (Q), Almeidas, Baco Pari, Buracão, Canabrava, Castelo/Retiro/Três Rios, Diadema, Fazenda Santo Antônio da Laguna, José de Coleto, Kalunga dos Morros, Pelotas, Pombal, Porto Leucádio, Quilombo dos Magalhães, Rafael Machado, Sumidouro, Taquarussu e Tomás Cardoso	Quilombola
	6		Fio Velasco, Lagoa do Lago, Landi e Olhos D'água, Registro do Araguaia, São José dos Bandeirantes	Ribeirinha
Isoladas e menos adensadas	7		17 de Abril, Acaba Vida, Água Limpa (N), Água Quente, Aranha, Arraial das Antas II, Boa Esperança, Buriti, Campo Alegre, Cantoneiras, Canudos, Céu Azul, Conceição, Cora Coralina, Dom Roriz, Engenho da Pontinha, Engenho do Bom Sucesso, Florestan Fernandes, Formiguinha, Fortaleza, Gustavo Martins, Independência, Itajá II, João de Deus, José Martí, Julião Ribeiro, Lageado, Lagoa Genipapo, Lagoa Santa, Lagoa Seca, Limoeiro, Madre Cristina, Monte Moria, Mucambão, Nascente São Domingos/ Terra Viva, Noite Negra, Novo Horizonte II, Piracanjuba, Pouso Alegre, Presente de Deus, Rio Araguaia, Rio Vermelho, Roberto Martins Melo, Rochedo, Rosa Luxemburgo, Salto para o Futuro, Santa Fé da Laguna, Santa Maria do Crixás-Assu, Santa Rita do Broeiro, Santo Antônio das Areias, São José, São José do Pissarrão, São Judas, São Lourenço, São Salvador, São Sebastião da Garganta, São Thiago, Sebastião Rosa da Paz, Serra das Araras, Tarumã, Umuarama e Vitória	Assentamento
	62			

Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: (1) nenhuma área rural apresentou aglomerado classificado nos SC 4, 6 ou 8.

Os setores censitários devem ser avaliados em conjunto com os seus critérios, na escolha de soluções tecnológicas de saneamento em áreas rurais. Existem soluções adequadas, de baixo custo e sustentáveis, geralmente descentralizadas, que podem ser aplicadas para o tratamento da água de fonte superficial (PETER-VARBANETS *et al.*, 2009) ou subterrânea (THOMAS *et al.*, 2022), para o esgotamento sanitário (LOURENÇO; NUNES, 2020), para o manejo de resíduos sólidos (HAN *et al.*, 2015) ou ainda para a drenagem das águas pluviais (TAVANTI; BARBASSA, 2012). Ressalta-se a importância dessa análise individual de cada área rural para fins de seleção de soluções aplicáveis de saneamento. Assim, notou-se, nas áreas rurais com mais de um aglomerado, que nove eram comunidades quilombolas, e uma era ribeirinha (Tabela 1). Dentre elas, duas (Capela e Sumidouro) apresentaram diferentes classificações entre os seus aglomerados. A Comunidade Quilombola Capela (Figura 4a) possui três aglomerados, um próximo à sede municipal de Cavalcante ($D_{cup_3} = 37,6$ km), e dois próximos à sede municipal de Colinas do Sul ($D_{cup_1} = 43,1$ km e $D_{cup_2} = 36,1$ km). O aglomerado principal dessas comunidades teve $D_p = 159,5$ hab./km², ao passo que os demais apresentam 6,7 e 2,6 hab./km², possuindo, ainda, dois domicílios dispersos. Já a Comunidade Quilombola e Sumidouro (Figura 4b) possui dois aglomerados distantes em 3,9 e 14,5 km da sede municipal de Padre Bernardo, apresentando $D_{p_1} = 4,6$ hab./km² e $D_{p_2} = 39,3$ hab./km².

Figura 4: Mapa de localização dos domicílios da Comunidade Capela, Cavalcante-GO e da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO (b)



Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: aglomerado = AGL; domicílio disperso = DD.

Freitas (2021) salienta que o PSBR define diretrizes e estratégias para o saneamento em áreas rurais, visando à universalização do acesso aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem pluvial, com equidade, integralidade e sustentabilidade. Tal processo deve ser realizado ao considerar a diversidade e as particularidades dessas áreas, permitindo a adoção das técnicas adequadas.

Uma condição fundamental para o sucesso dos projetos de saneamento é que estes possam oferecer soluções que respondam às demandas existentes na área rural. As famílias

devem conhecer e participar da escolha sobre as opções técnicas e de níveis de serviço disponíveis, sendo levado em consideração seus aspectos culturais (MEJÍA; CASTILHO; VERA, 2016).

CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu concluir que:

- A classificação de áreas rurais em setores censitários possibilita uma análise preliminar da proposição de soluções de saneamento básico, podendo ser coletivas (centralizadas ou descentralizadas) ou individuais.
 - O método proposto possibilita a classificação em SC, por meio dos critérios de identificação de aglomerados e/ou domicílios dispersos, podendo ser aplicado em uma área rural integralmente e/ou em aglomerado com domicílios contíguos, incluindo domicílios dispersos.
 - A aplicação do método também reforça o conceito de ruralidade e permitiu classificar sete áreas rurais quilombolas, que não entrariam na classificação original.
 - A partir das 103 áreas rurais onde se aplicou o método, delimitaram-se 118 aglomerados, sendo que 10 comunidades apresentaram de dois a quatro aglomerados, o que pode ser um dificultador na implantação dos serviços de saneamento, pois seria similar a atender várias comunidades dentro de uma mesma área.
 - O Dcup médio foi de 27,7 km (DP = 19,42; CV = 0,70), com oito áreas rurais com Dcup \geq 60 km, 75,0% assentamentos, 12,5% quilombolas e 12,5% ribeirinhas, todos com Dp $<$ 7,5 hab./km², com exceção da Comunidade Ribeirinha Landi, com 24,7 hab./km², trazendo dificuldades de acesso aos serviços públicos para essas pequenas áreas isoladas.
 - Todos os assentamentos e as comunidades ribeirinhas foram classificados no SC 7 (Dcup $>$ 1km e Dp $<$ 40 hab./km²), o que pode dificultar a universalização dos serviços de saneamento.
 - As comunidades quilombolas apresentaram uma Dp entre 2,6 e 1175,8 hab./km², evidenciando-se a possibilidade de maior variedade de soluções de saneamento para esses povos tradicionais.
 - Todas as áreas rurais estudadas foram classificadas e cinco setores censitários: SC 1b (2,91%), SC 2 (3,88%), SC 3 (7,77%), SC 5 (0,97%) e SC 7 (84,47%), e nenhuma nos SC 4, 6 e 8.
- Por fim, recomenda-se que seja estudada uma forma para classificar as comunidades com domicílios não contíguos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), pelo suporte financeiro, através do projeto intitulado Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás (SanRural) - TED 05.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIHW. AUSTRALIAN INSTITUTE OF HEALTH AND WELFARE. **Rural, regional and remote health: a guide to remoteness classifications**. Canberra: AIHW, 2004. 77p. (Rural health series, n. 4).

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424p.

BRAGA, Débora de Lima; SCALIZE, Paulo Sérgio; BEZERRA, Nolan Ribeiro. Proposição e aplicação de um índice de salubridade ambiental em aglomerados rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, n. 44, 9p., 2022.

BRASIL. Decreto-Lei nº 311, de 2 de março de 1938. Dispõe sobre a divisão territorial do país. **Diário Oficial da União**, Seção 1, 1938, página 4249 (Publicação Original).

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 5 de outubro de 1988.

BRASIL. Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. **Diário Oficial da União**, n. 28, 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). **Plano Nacional de Saneamento Básico: mais saúde com qualidade de vida e cidadania**. Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR)**. Brasília: Funasa, 2019a. 260p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 5. ed. Brasília: FUNASA, 2019b. 545p.

BRASIL. **Lei nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento. Brasília, 2020.

FREITAS, Eliano de Souza Martins. Reflexões sobre o conceito de rural e ruralidade para o contexto do Programa nacional de saneamento rural. *In: Brasil. Aspectos conceituais da ruralidade no Brasil e interfaces com o saneamento básico*. Brasília: Funasa, 2021. 127p.

GALIZONI, Flávia Maria. Rural e ruralidades: reflexos para o Programa nacional de saneamento rural. *In: Brasil. Aspectos conceituais da ruralidade no Brasil e interfaces com o saneamento básico*. Brasília: Funasa, 2021. 127p.

HAN, Zhiyong *et al.* Characteristics and management of domestic waste in the rural area of Southwest China. **Waste Management & Research**, v. 33, n. 1, p. 39-47, 2015.

HAN, Zhiyong *et al.* Characteristics and management modes of domestic waste in rural areas of developing countries: a case study of China. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 9, p. 8485-8501, 2019.

HOSKING, J. R. M. e WALLIS, J. R. **Regional Frequency Analysis – An Approach Based on L-Moments**, 224p. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 1997.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. E-book. CAVARO, R. (Org.). Coordenação de Geografia, Estudos e Pesquisas. Informação geográfica, n. 11, 2017.

KASSAMBRA, A.; MUNDT, Fabian. **Extract and visualize the results of multivariate data analyses (factoextra)**.

LA ROSA, Victor Luis Cabrera; VILLARREAL, Edgard Marcelo Coronel. La experiencia de Perú en el desarrollo de políticas para asegurar el acceso a agua potable en el ámbito rural. **Revista de Ingeniería**, n. 49, p. 18-27, 2020.

LASCHEFSKI, Klemens. Da delimitação territorial do “rural” a um método de localização de grupos alvo do PNSR no campo. *In: Brasil. Aspectos conceituais da ruralidade no Brasil e interfaces com o saneamento básico*. Brasília: Funasa, 2021. 127 p.

LOURENÇO, N.; NUNES, L. M. Review of Dry and Wet Decentralized Sanitation Technologies for Rural Areas: Applicability, Challenges and Opportunities. **Environmental Management**, v. 65, p. 642–664, 2020.

MEJÍA, Abel; CASTILLO, Oscar; VERA, Rafael. Agua potable y saneamiento em la nueva ruralidad de América Latina. Agua para el desarrollo. Bogotá: CAF, 2016. 498p.

MÉNDEZ, Javier Orlando Moreno. Los retos del acceso a agua potable y saneamiento básico de las zonas rurales en Colombia. **Revista de Ingeniería**, n. 49, p. 28-37, 2020.

MORAIS, Laryssa Alvarenga de. Estimativas das Distâncias para Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 4, p. 960-982, 2019.

NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Éber José de Andrade. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552p.

NOVAES, Rômulo D.; MIRANDA, Aline S.; DOURADO, Victor Z. Velocidade usual da marcha em brasileiros de meia idade e idosos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 15, n. 2, p. 117-122, 2011.

PETER-VARBANETS, Maryna *et al.* Decentralized systems for potable water and the potential of membrane technology, **Water Research**, v. 43, n. 2, p. 245-265, 2009.

R CODE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing, Reference Index, Version 4.1.2**. R Foundation for Statistical Computing, 2021.

RAID, Marielle Aparecida de Moura. **Soluções técnicas de abastecimento de água e modelos de gestão: um estudo em quinze localidades rurais brasileiras**. 2017. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIGOTTI, José Irineu Ranget; HADAD, Renato. A delimitação das áreas rurais brasileiras. *In: Brasil*. Aspectos conceituais da ruralidade no Brasil e interfaces com o saneamento básico. Brasília: Funasa, 2021. 127p.

ROLAND, Nathalia *et al.* A ruralidade como condicionante da adoção de soluções de saneamento básico. **Revista DAE**, v. 67, n. 220, ed. Especial, p. 15-35, 2019.

ROLAND, Nathalia; REZENDE, Sonaly; HELLER, Léo. Fatores condicionantes da adoção do tipo de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário: um estudo em oito municípios de Minas Gerais. **Revista AIDIS**, v. 13, n. 1, p. 66-83, 2020.

SÁNCHEZ, Francisco José Zamudio *et al.* Ruralidad en México, 1995-2015: uso en políticas públicas. **Perfiles latinoamericanos**, v. 29, n. 57, p. 109-142, 2021.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação. **Mapa dos perímetros urbanos do estado de Goiás**. [s. l.], 2014.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação. **Aglomerado rural isolado**. [s. l.], 2017.

SILVA, Anderson Gomes da. **Proposição de técnicas e modelos de gestão para o esgotamento sanitário em áreas rurais brasileiras**. 2017. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TAVANTI, Debora Riva; BARBASSA, Ademir Paceli. Análise dos Desenvolvimentos Urbanos de Baixo Impacto e Convencional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 4, p. 17-28, 2022.

THOMAS, Boving *et al.* Sustainable groundwater treatment technologies for underserved rural communities in emerging economies. **Science of The Total Environment**, v. 813, p. 152633, 2022.

WANG, Juan, ZHOU, Jun. Spatial evaluation of the accessibility of public service facilities in Shanghai: A community differentiation perspective. **PLoS ONE**, v. 17, n. 5, e0268862, 2022.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**. 3. ed. Geneve, 2004.

Apêndice 1: Setor censitário (SC), densidade populacional (Dp), distância da sede municipal e distância do centro urbano mais próximo, dos aglomerados dos assentamentos de reforma agrária estudados

Nome do município	Nome da área rural/aglomerado	Área do aglomerado (km ²)	Dp (hab./km ²)	Distância da sede municipal (km)	Distância do centro urbano mais próximo (km)	SC
Faina	17 de abril	14,3	6,6	26,6	9,0	7
Niquelândia	Acaba Vida	75,3	3,3	82,1	41,5	7
Niquelândia	Água Limpa	10,1	6,1	12,4	12,4	7
Minaçu	Água Quente	23,2	5,5	41,4	21,9	7
Niquelândia	Aranha	10,3	6,6	64,4	56,3	7
Faina	Arraial das Antas II	0,7	27,2	41,8	39,8	7
Piracanjuba	Boa Esperança	17,6	8,4	18,4	18,4	7
Silvânia	Buriti	3,3	15,4	12,8	5,9	7
São Miguel do Araguaia	Campo Alegre	57,9	4,9	32,2	32,2	7
Nova Crixas	Cantoneiras	30,3	4,4	84,1	84,1	7
Palmeiras de Goiás	Canudos	110,9	9,4	16,4	8,9	7
Minaçu	Céu Azul	14,8	4,4	57,3	37,3	7
Niquelândia	Conceição	18,8	8,3	7,0	7,0	7
Faina	Cora Coralina	2,2	10,9	43,1	25,2	7
Minaçu	Dom Roriz	51,4	5,8	48,4	28,5	7
Santa Rita do Novo Destino	Engenho da Pontinha	3,0	10,0	42,7	32,1	7
Niquelândia	Engenho do Bom Sucesso	9,3	10,9	14,9	14,9	7
Nova Crixas	Florestan Fernandes	19,3	8,0	15,4	15,4	7
Mineiros	Formiguinha	7,7	5,2	63,2	34,6	7
Piranhas	Fortaleza	19,6	5,0	21,8	21,8	7
São Miguel do Araguaia	Gustavo Martins	23,0	7,3	42,0	42,0	7
Santa Rita do Novo Destino	Independência	25,0	6,2	44,7	28,6	7
Goianésia	Itajá II	4,5	11,4	33,3	9,5	7
Silvânia	João de Deus	3,4	17,1	25,2	25,2	7
Niquelândia	José Martí	19,0	6,3	14,4	6,3	7
Niquelândia	Juliano Ribeiro	8,5	5,3	58,0	16,5	7
São Miguel do Araguaia	Lageado	8,2	6,4	37,5	37,5	7
Nova Crixas	Lagoa Genipapo	31,3	3,7	92,5	92,5	7
Santa Rita do Novo Destino	Lagoa Santa	8,4	9,7	38,9	22,8	7
Santa Rita do Novo Destino	Lagoa Seca	11,0	8,9	37,7	13,9	7
Faina	Limoeiro	12,2	6,2	5,1	5,1	7
Goandira	Madre Cristina	8,1	5,2	19,8	19,8	7
São Luíz do Norte	Monte Moria	4,9	6,9	19,3	19,3	7
Minaçu	Mucambão	34,1	3,2	56,9	37,2	7
Piranhas	Nascente São Domingos	28,7	5,8	28,6	28,6	7
Minaçu	Noite Negra	98,1	2,9	53,4	33,7	7
São Luíz do Norte	Novo Horizonte II	19,4	7,9	20,9	20,9	7
Piracanjuba	Piracanjuba	2,4	10,5	11,6	11,6	7
Mineiros	Pouso Alegre	2,3	8,2	61,4	32,7	7
Goianésia	Presente de Deus	51,5	7,8	33,3	11,5	7
São Miguel do Araguaia	Rio Araguaia	35,3	6,5	47,6	47,6	7
Niquelândia	Rio Vermelho	40,0	4,6	39,5	31,5	7
Minaçu	Roberto Martins Melo	26,8	8,9	46,0	26,3	7
Professor Jamil	Rochedo	9,8	8,5	16,7	16,7	7
Faina	Rosa Luxemburgo	4,2	11,3	38,9	36,8	7
Niquelândia	Salto para o Futuro	18,1	6,2	59,7	60,0	7
Barro Alto	Santa Fé da Laguna	10,2	10,3	30,0	30,0	7
Nova Crixas	Santa Maria do Crixás-Assu	23,5	6,8	69,1	69,1	7
Niquelândia	Santa Rita do Broeiro	6,2	8,8	24,2	24,2	7
Faina	Santo Antônio das Areias	9,9	6,2	4,7	4,7	7
São Miguel do Araguaia	São José	29,1	4,7	15,1	15,1	7
Faina	São José do Piçarrão	2,3	15,6	17,4	17,4	7
Nova Crixas	São Judas	33,3	3,7	71,9	71,9	7
Uruaçu	São Lourenço	6,5	7,6	42,4	42,4	7
Minaçu	São Salvador	76,7	5,5	40,4	20,8	7
Silvânia	São Sebastião da Garganta	19,0	5,9	50,3	28,8	7
Santa Rita do Novo Destino	São Thiago	13,0	7,4	49,5	33,4	7
Uruaçu	Sebastião Rosa da Paz	23,3	2,7	26,3	26,3	7
Mineiros	Serra das Araras	8,4	5,5	59,9	31,4	7
Nova Crixas	Tarumã	12,5	6,1	76,3	76,3	7
São Miguel do Araguaia	Umuarama	56,7	5,7	29,0	29,0	7
Goianésia	Vitória	36,8	4,7	11,5	11,5	7

Nota: densidade populacional = Dp; setor censitário = SC.

Fonte: elaborado pelos autores.

Apêndice 2: Setor censitário (SC), densidade populacional (Dp), distância da sede municipal e distância do centro urbano mais próximo, dos aglomerados das comunidades quilombolas e ribeirinhas

Nome do município	Nome da área rural/aglomerado	Área aglomerada (km ²)	Dp (hab./km ²)	Distância da sede municipal (km)	Distância do centro urbano mais próximo (km)	SC
Nova Roma	Abobreira – Agl 1	4,0	23,1	59,9	46,0	7
Nova Roma	Abobreira – Agl 2	0,2	32,6	68,1	39,3	NA
Faina	Água Limpa	5,6	10,6	23,5	20,3	7
Silvânia	Almeidas – Agl 1	7,1	15,9	51,3	38,1	7
Silvânia	Almeidas – Agl 2	1,2	7,4	59,2	46	NA
Posse	Baco Pari	1,9	104,2	14,1	14,1	3
Professor Jamil	Boa Nova	0,6	530,5	0,0	0,0	1b
Campos Belos	Brejão	1,2	50,0	10,7	10,7	5
Mineiros	Buracão	1,5	9,6	53,0	24,4	7
Flores de Goiás	Canabrava – Agl 1	41,6	6,9	154,4	56,8	7
Flores de Goiás	Canabrava – Agl 2	7,5	4,4	147,0	49,4	NA
Cavalcante	Capela – Agl 1	0,4	159,5	63,3	43,1	3
Cavalcante	Capela – Agl 2	3,9	2,6	37,6	37,6	NA
Cavalcante	Capela – Agl 3	2,7	6,7	64,2	36,1	NA
Simolândia	Castelo, Retiro e Três Rios – Agl 1	8,9	8,7	32,1	32,1	7
Simolândia	Castelo, Retiro e Três Rios – Agl 2	0,5	20,8	18,7	18,7	NA
Simolândia	Castelo, Retiro e Três Rios – Agl 3	1,8	11,1	13,5	13,5	NA
Simolândia	Castelo, Retiro e Três Rios – Agl 4	5,6	12,0	21,8	21,8	NA
Mineiros	Cedro	4,3	41,3	0,0	0,0	2
Teresina de Goiás	Diadema – Agl 1	1,3	16,0	49,5	49,5	NA
Teresina de Goiás	Diadema – Agl 2	7,9	8,2	42,8	42,8	7
Cavalcante	Engenho 2	2,2	219,1	24,8	24,8	3
Iaciara	Extrema	0,9	160,6	6,7	6,7	3
Barro Alto	Santo Antônio da Laguna – Agl 1	3,4	6,4	28,5	28,5	7
Barro Alto	Santo Antônio da Laguna – Agl 2	0,8	13,3	35,7	35,7	NA
Barro Alto	Santo Antônio da Laguna – Agl 3	1,4	11,9	37,8	37,8	NA
São João D'Aliança	Forte	1,2	75,4	79,3	0,0	2
Aparecida de Goiânia	Jardim Cascata	0,3	800,0	0,0	0,0	1b
Uruaçu	João Borges Vieira	0,3	1175,8	0,0	0,0	1b
Colinas do Sul	José de Coletto	1,1	26,1	68,1	38,5	7
Cavalcante	Kalunga dos Morros	9,2	7,5	68,1	68,1	7
Cidade Ocidental	Mesquita	2,4	142,6	0,0	0,0	2
Mimoso de Goiás	Mimoso/Queixo Dantas	0,6	122,2	62,0	54,4	3
Monte Alegre de Goiás	Pelotas	7,6	13,0	41,1	41,1	7
Santa Rita do Novo Destino	Pombal	20,8	7,4	48,1	21,8	7
São Luiz do Norte	Porto Leocádio	3,0	13,2	19,9	19,9	7
Iaciara	Povoado Levantado	0,4	151,2	9,7	9,7	3
Alto Paraíso de Goiás	Povoado Moinho	0,7	250,0	11,2	11,2	3
Minaçu	Povoado Vermelho	0,9	690,	33,8	33,8	7
Nova Roma	Quilombo do Magalhães	6,6	2,9	27,2	27,2	7
Niquelândia	Rafael Machado	13,9	3,7	56,2	31,8	7
Cavalcante	São Domingos	2,3	112,6	55,6	55,6	3
Padre Bernardo	Sumidouro – Agl 1	0,2	39,3	14,5	14,5	NA
Padre Bernardo	Sumidouro – Agl 2	23,6	4,6	3,9	3,9	7
Campos Belos	Taquarussu	3,5	22,0	22,5	10,1	7
Barro Alto	Tomás Cardoso	6,6	15,3	14,3	14,3	7
Divinópolis de Goiás	Vazante – Agl 1	1,8	200,0	27,7	0,0	2
Divinópolis de Goiás	Vazante – Agl 2	0,4	15,4	37,0	0,0	NA
Nova Crixas	Colônia dos Pescadores	2,2	28,6	103,9	23,6	7
São Miguel do Araguaia	Fio Velasco	0,7	18,6	92,0	45,1	7
São Miguel do Araguaia	Lagoa do Lago	2,2	19,0	53,4	27,5	7
Nova Crixas	Landi	2,2	24,7	82,8	82,8	7
Gameleira de Goiás	Olhos D'Água	0,8	29,6	26,5	26,5	7
Montes Claros de Goiás	Registro do Araguaia – Agl 1	1,6	8,8	69,4	10,5	7
Montes Claros de Goiás	Registro do Araguaia – Agl 2	0,3	26,6	70,1	1,7	NA
Montes Claros de Goiás	Registro do Araguaia – Agl 3	0,4	15,8	73,0	5,2	NA

Nota: não se aplica = NA; densidade populacional = Dp; setor censitário = SC.

Fonte: elaborado pelos autores.