

Relação entre desenvolvimento regional e infraestrutura de transportes à luz da acessibilidade: estudo aplicado aos municípios da Bacia do Rio Formoso, Tocantins, Brasil

RESUMO

O desenvolvimento regional envolve a análise de fatores sociais e econômicos, elementos que integram a mobilidade espacial das pessoas, do trabalho e do capital. As possibilidades de acesso a destinos de maior interesse de uma comunidade podem representar muito além das condições rodoviárias do município, uma vez que as interações regionais ampliam oportunidades econômicas, culturais e de acesso a serviços e atividades dos mais variados segmentos sociais. Este estudo buscou avaliar a relação entre a acessibilidade oferecida pela malha rodoviária dos municípios que compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Formoso e o desenvolvimento de cada município. Como metodologia, o estudo correlacionou um indicador de acessibilidade e indicadores de desenvolvimento. Os resultados demonstraram uma relação positiva forte entre acessibilidade e o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), e moderada entre acessibilidade e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a estimativa populacional do ano de 2020 e o Produto Interno Bruto (PIB). Desta forma, investimentos e políticas públicas em oportunidades de acesso rodoviário podem impulsionar o desenvolvimento regional na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento Regional; Bacia Hidrográfica do Rio Formoso; Tocantins; Indicadores de desenvolvimento; Acessibilidade.

Lílian dos Santos Fontes Pereira Bracarense

lilianfontes@uft.edu.br

Universidade Federal do Tocantins.
Palmas, Tocantins, Brasil.

Laura Resplandes de Sousa Paz

laurapaz_engamb@gmail.com

Universidade Federal do Tocantins.
Palmas, Tocantins, Brasil.

Kássio Henrique dos Santos Aires

kassioaires33@outlook.com

Universidade Federal do Tocantins.
Palmas, Tocantins, Brasil.

Fernan Enrique Vergara Figueroa

vergara@mail.uft.edu.br

Universidade Federal do Tocantins.
Palmas, Tocantins, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento regional envolve a análise de fatores sociais e econômicos, integrantes da mobilidade espacial do capital, do trabalho e das inovações. Esses elementos podem reduzir ou acelerar as desigualdades regionais, dependendo de como forem empregados (OLIVEIRA e PIFFER, 2018).

Segundo Rodrigues (2018) dois pontos se apresentam de forma expressiva nos processos de desenvolvimento econômico para os países e regiões: o estilo de desenvolvimento considerando a escassez de recursos e os capitais necessários para a otimização na trajetória do desenvolvimento. Portanto, para garantir qualidade no processo de crescimento econômico, as condições sociais e ambientais devem ser sempre consideradas. Afinal, considerar o crescimento econômico prioritário e não olhar para a dimensão social e ambiental inerentes ao processo, pode causar consequências irreversíveis à sociedade impactada.

A relação entre o setor de transportes e o desenvolvimento regional é evidenciada em diversos estudos (FERREIRA et al., 2006; MELO et al., 2013, ROKICKI e STĘPNIAK, 2018; ALMEIDA et al., 2021), atentando-se para a importância do planejamento regional para o equilíbrio e a diversificação de oportunidades. A existência de uma infraestrutura de transportes, como qualquer outro setor, por si só, não assegura o desenvolvimento, mas a inexistência do mesmo reforçará as desigualdades regionais.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo identificar relações entre indicadores de desenvolvimento e a acessibilidade dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Formoso (BHRF). Cabe salientar que a importância do presente estudo se encontra não apenas na compreensão da correlação entre desenvolvimento regional e acessibilidade, mas principalmente a sua indispensabilidade em âmbito regional. Para tanto foram calculados indicadores de acessibilidade potencial analisados juntamente a indicadores socioeconômicos (População, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal).

A área de estudo (BHRF) vem sendo alvo de análises e pesquisas em diversas temáticas que buscam subsidiar a resolução dos conflitos e o desenvolvimento regional, motivados por sua contribuição na produção alimentar do estado do Tocantins e pelo conflito do uso dos recursos hídricos da região. A bacia hidrográfica é considerada como unidade de planejamento estratégico, visto que a água é um bem comum, principal insumo para todas as atividades do homem e limite territorial muito utilizado no planejamento de políticas públicas.

Considerando a importância desta região para a segurança alimentar de todo o estado e a importância das oportunidades de acesso a destinos de interesse dos habitantes dos municípios que compõem a BHRF, é necessário identificar o potencial de integração, a partir da infraestrutura rodoviária que dá acesso a essas localidades, condição fundamental para a integração social e econômica da região de estudo.

Apesar de possíveis limitações, as conclusões obtidas neste estudo podem representar uma significativa contribuição para a BHRF, ante o esforço teórico para a promoção de políticas integradas envolvendo o transporte e o desenvolvimento regional.

2 DESENVOLVIMENTO REGIONAL E ACESSIBILIDADE

As teorias do crescimento/desenvolvimento se assemelham quanto a formas de análise do objeto, mas possuem diferenças: as teorias do crescimento regional são essencialmente macroeconômicas, mas diferem de enfoque no que diz respeito ao território; já as teorias do desenvolvimento regional adotam um enfoque microterritorial e microcomportamental. Os estudos que buscam identificar relações entre infraestrutura de transportes e crescimento/desenvolvimento econômico comumente utilizam-se de abordagens conceituais conforme os objetivos do estudo: i) o conceito de crescimento econômico é principalmente aplicável quando se examina o efeito da expansão do capital público na economia nacional, medindo-se as variações do nível do PIB (ou do PIB per capita) resultantes de investimentos adicionais (brutos) no conjunto das infraestruturas, tais como o sistema rodoviário, os portos e aeroportos; ii) o conceito de desenvolvimento econômico é adotado quando deseja-se incluir efeitos que vão além do crescimento econômico, entendendo que a mudança na oportunidade econômica resultante das melhorias de acessibilidade, pode ser capitalizada sob a forma de uma maior utilização dos fatores de produção, de uma produção ampliada ou de um maior bem-estar (BANISTER e BERECHMAN, 2000).

A relação entre investimento em infraestrutura de transportes e desenvolvimento econômico vem sendo amplamente estudada na literatura. Em se tratando das dinâmicas regionais, infere-se a existência de duas linhas teóricas principais: os modelos de localização e as teorias do crescimento/desenvolvimento regional (OLIVEIRA e LIMA, 2012). O papel dos custos de transporte como determinante da localização de atividades econômicas aparece tanto nas teorias clássicas de localização, quanto no contexto de concorrência imperfeita e diferente grau de mobilidade inter-regional do trabalho proposto pela Nova Geografia Econômica. A teoria macroeconômica do crescimento endógeno também desenvolveu uma estrutura na qual a infraestrutura pública pode ser definida como uma fonte de crescimento através de sua contribuição para a produtividade (MELO et al., 2013).

O efeito da infraestrutura de transportes na produtividade pode variar de acordo com a indústria principal e parece ter valores mais baixos para as indústrias de serviços, em comparação com indústrias do setor primário, manufatura e construção (MELO et al., 2013). Também foram encontradas evidências de maiores efeitos de produtividade para rodovias, em comparação com outros meios de transporte tais como aeroportos, ferrovias e portos. Ainda, esses efeitos seriam mais significativos a longo prazo (MELO et al., 2013). No caso do Brasil, foi verificado que os investimentos em infraestrutura de transporte influenciam no crescimento econômico dos estados, medido pelo crescimento do PIB (ALMEIDA et al., 2021) Divergências na literatura em relação a intensidade desses efeitos atribuídos à infraestrutura de transporte podem estar relacionadas a diferenças entre bases de dados, abordagens econométricas e agregação espacial (MELO et al., 2013; ROKICKI e STĘPNIAK, 2018).

Uma abordagem que vai além da oferta de infraestrutura reside na compreensão do efeito da acessibilidade no desenvolvimento regional. Banister e Berechman (2000) definiram um quadro teórico para analisar as relações entre investimento em infraestrutura de transportes e desenvolvimento econômico. Segundo os autores, um impacto fundamental de um investimento em

infraestruturas de transportes são alterações nos preços relativos da acessibilidade de vários locais. Uma estrutura em rede dos sistemas de transporte torna a acessibilidade espacialmente não uniforme, um investimento numa nova instalação, ou a melhoria de uma existente, altera necessariamente a estrutura de equilíbrio anterior dos preços de acessibilidade. Essa dinâmica implica alterações na vantagem relativa das atividades espacialmente localizadas e nas oportunidades econômicas tanto para o setor de produção como para o setor de consumo.

Pode-se entender à acessibilidade como a capacidade de atingir bens, serviços, atividades e destinos. É uma medida que permite classificar o quão fácil ou difícil é atingir um determinado local, influenciada por diversos fatores como a distância entre os locais e o tempo utilizado no percurso (SANTOS et. al. 2013).

Embora exista uma literatura abundante sobre o impacto do investimento em infraestrutura de transporte no nível geral de acessibilidade, muito poucos trabalhos tentam verificar a possível ligação entre acessibilidade e desenvolvimento econômico regional (ROKICKI e STĘPNIAK, 2018).

Os custos de transporte e os custos logísticos estão refletidos na acessibilidade entre pares origem-destino. Ou seja, menor acessibilidade entre dois pontos implica em maiores custos de deslocamento e da respectiva logística, e vice-versa (SOUZA et al., 2010). Uma mudança na acessibilidade, e, portanto, nos custos de transporte, pode levar a uma significativa deslocalização da atividade econômica. Seguindo os modelos do Nova Geografia Econômica, uma diminuição nos custos de transporte favorece a processo de aglomeração. Uma vez que a aglomeração exista, mais investimentos na infraestrutura pública local pode reforçar a formação de clusters (VICKERMAN, 2008; ROKICKI e STĘPNIAK, 2018).

As alternativas para transporte de pessoas e bens são um fator de desenvolvimento que além de contribuir para uma melhor organização espacial do território, ao bem-estar social e econômico, desempenham papel determinante no desenvolvimento regional. As vias de integração, neste caso, a infraestrutura de transportes da região, são responsáveis pelo escoamento dos recursos naturais, dos produtos agrícolas e industriais, além da interação social, cultural e econômico entre as populações.

O volume do impacto gerado pelo aumento da acessibilidade em determinados locais dependerá, contudo, da sua distância da ligação melhorada e do nível anterior de acessibilidade (ROKICKI e STĘPNIAK, 2018). Repercussões espaciais significativas resultantes de investimentos em infraestruturas de transporte foram encontradas para a Espanha (CANTOS et al., 2005 e ALVAREZ-AYUSO et al.; 2016) e para o Brasil (ALMEIDA et al., 2021). Entretanto, os efeitos de coesão esperados em investimentos em infraestrutura de transportes são ainda questionáveis, uma vez que regiões mais pobres não alcançaram os mesmos ganhos de regiões mais ricas (ALVAREZ-AYUSO et al., 2016).

Estudos que buscam investigar empiricamente a relação entre acessibilidade e desenvolvimento regional são escassos e controversos. Linneker and Spence (1996) avaliaram o impacto da construção da auto-estrada orbital M25 de Londres no crescimento do emprego regional e observaram que regiões de alta acessibilidade apresentaram redução de oferta de empregos nos anos 1980, indicando uma correlação negativa. Entretanto, as regiões que tiveram maior ganho de acessibilidade com a intervenção rodoviária, apresentaram aumento de

empregos. Os estudos de Rokicki e Stępnia (2018) aplicados na Polônia, revelaram que apesar de não terem encontrado uma relação significativa entre melhoria de acessibilidade e crescimento de produção em nível regional, os resultados demonstraram uma correlação baixa, porém positiva entre acessibilidade e crescimento de empregos na esfera regional. No Brasil, Andrade et al. (2015) analisaram o crescimento regional estimulado pela duplicação da BR-232-PE, por meio de comparações realizadas com o desempenho médio de outra região não beneficiada. Os autores observaram um impacto positivo do projeto sobre a região, destacando-se o aumento do PIB, do número de novos empregos e empresas nos setores industriais e comerciais e da massa salarial.

Importante ressalva deve ser feita em relação ao contexto da infraestrutura a ser implantada e os ganhos de conectividade a serem alcançados. Da mesma forma que a falta de investimentos em transporte pode prejudicar a economia local, em regiões com uma infraestrutura de transporte de alta qualidade e alto nível de integração, um maior investimento público provavelmente não resultará, por si só, em aumento de produtividade (BANISTER e BERECHMAN, 2001). Nesse caso, a má alocação do recurso pode prejudicar seriamente a saúde da economia local. Não existe, portanto, uma regra universal, de tal forma que o contexto de cada região deve ser analisado sob múltiplos aspectos (VICKERMAN, 2008). Portanto, entender esse jogo de interação espacial requer não apenas um olhar nas teorias, mas também sua aplicação na prática, considerando o nível de conexões existentes e o estágio de desenvolvimento de cada região, para se avaliar os possíveis efeitos de novos investimentos.

3 INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL E DE ACESSIBILIDADE

Os indicadores de desenvolvimento foram criados em busca de estabelecer métricas qualitativas em que fosse possível comparar realidades distintas. A dificuldade de estabelecer métricas do desenvolvimento vincula-se à própria definição complexa e plural do desenvolvimento. Porém, o desenvolvimento pode ser quantificado por índices que representem, ainda que de forma incompleta, a qualidade de vida dos indivíduos, a partir de um conjunto de medidas que refletissem alterações econômicas, sociais, políticas e institucionais, tais como: renda per capita, expectativa de vida, educação, distribuição de renda, entre outras (RODRIGUES, 2018).

Para este estudo, foram utilizados como indicadores de desenvolvimento regional: o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a estimativa populacional do ano de 2020 e a taxa de crescimento populacional.

O IFDM – Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal – é um estudo do Sistema FIRJAN (Federação de Indústrias do Rio de Janeiro) criado em 2008 que acompanha anualmente o desenvolvimento socioeconômico municipal brasileiros em três áreas de atuação: emprego e renda, educação e saúde. O índice é elaborado a partir de estatísticas públicas oficiais, disponibilizadas pelos ministérios do Trabalho, Educação e Saúde. O índice varia de 0 (mínimo) a 1 ponto (máximo) para classificar o nível de cada localidade. Sua metodologia e seus resultados são disponibilizados por FIRJAN (2020).

Já o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda, as mesmas três dimensões do IDH Global. O índice varia também varia entre 0 (mínimo) a 1 (máximo). Este índice adequa a metodologia global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais. Sua metodologia e dados estão disponíveis em PNUD (2021).

Tanto a estimativa populacional do ano de 2020 quanto a taxa de crescimento populacional são dados apontados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. A taxa de crescimento utilizada neste estudo refere-se à relação entre os dados do censo demográficos de 2010, principal fonte de referência para o conhecimento das condições de vida da população em todos os municípios do País, e a projeção realizada para a população no ano de 2020 (IBGE, 2020).

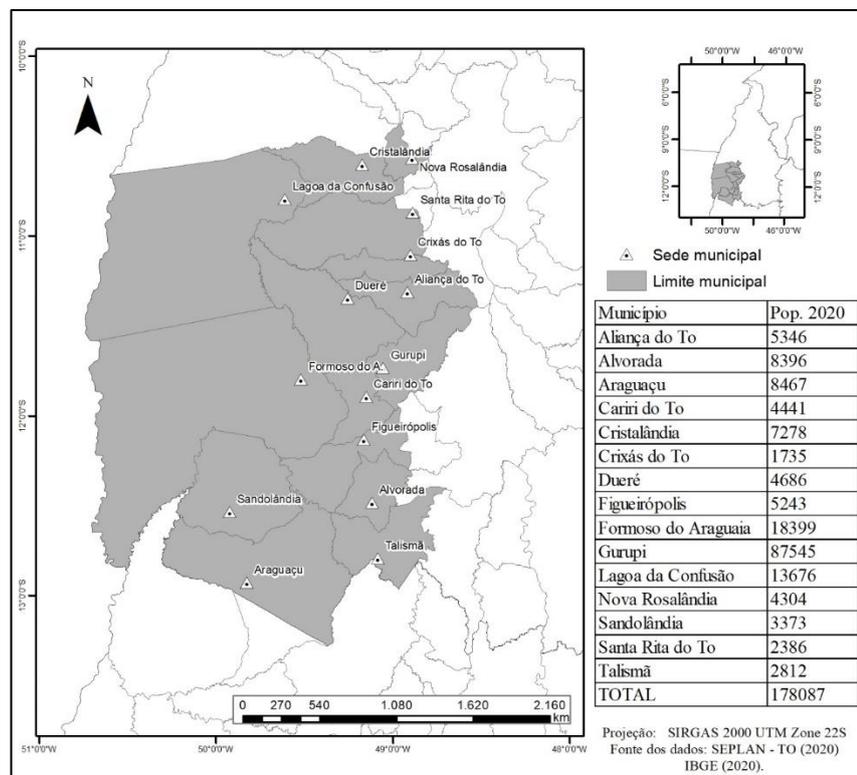
A partir do entendimento de que o indicador de acessibilidade deve mensurar a maior ou menor facilidade de acessar os destinos de interesse, existem na literatura diversas formulações, com variações conforme objetivo da aplicação do índice. Numa escala urbana, existem indicadores que refletem a facilidade do movimento de pessoas na cidade, considerando diferentes atributos: i) separação espacial; ii) quantidade de viagens; iii) oferta do sistema de transportes; iv) dados agregados de uso do solo (BRACARENSE e FERREIRA, 2018). Na escala regional, alguns autores propuseram índices específicos, considerando variáveis específicas para ponderar capacidade de atração dos destinos: i) o PIB (GUTIÉRREZ e URBAN, 1996); ii) densidade populacional (RAIA JUNIOR et al., 1997) ou população (KIM e HEWINGS, 2003); iii) volume de importação e exportação dos estados (CASTRO, 2004); iv) renda e densidade de rodovias pavimentadas (SOUZA et al., 2010). O indicador de acessibilidade mais apropriado depende então dos objetivos do estudo, dos dados disponíveis, das relações que se pretende investigar em cada caso.

4 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FORMOSO (BHRF) - TO

Localizada na região Sudoeste do Estado do Tocantins, a BHRF pertence à Região Hidrográfica do Araguaia-Tocantins e apresenta uma área de drenagem de 21.328,57 km², cerca de 7,7% da área total do Estado do Tocantins e 5,6% da bacia do rio Araguaia. Caracteriza-se por ter um grande potencial hidroagrícola, favorecida pela sua topografia, disponibilidade hídrica e tipo de solo (SRHMA, 2007).

O entorno a BHRF possui 22 municípios pertencentes aos Estados do Tocantins e Goiás, porém, para fins de planejamento da gestão dos seus recursos hídricos, 15 municípios são considerados (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo e população estimada para o ano de 2020 segundo IBGE.



Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2021).

A população dos 15 (quinze) municípios que abrangem a bacia totalizava em 2010 um contingente de 162.495 pessoas, em que 121.672 residiam no meio urbano e 26.916, na área rural. Estima-se que até 2020, houve um aumento populacional de 9,6% na área de estudo. (IBGE, 2020).

A principal atividade econômica da região encontra-se no setor agropecuário, por se localizar em um ambiente geográfico favorável à produção agrícola, sobretudo a produção vegetal irrigada e à pecuária, tendo em vista o grande volume hídrico, as condições climáticas e de relevo. A Tabela 1 apresenta a composição (em porcentagem) do Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios em questão. Em **negrito**, destaca-se a atividade que mais contribui na composição do PIB.

Tabela 1 – Produto interno bruto dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Formoso (Referência 2010).

Município	Composição em % do PIB Municipal 2017					Valor total R\$
	AGRO	IND	SERV	ADM	IMP	
Aliança do TO	44,97	3,72	19,83	27,82	3,66	114.813
Alvorada	15,65	29,66	27,67	14,35	12,67	325.873
Araguaçu	41,97	3,23	23,25	27,38	4,17	183.886
Cariri do TO	10,98	23,88	41,19	8,45	15,49	332.889
Cristalândia	26,20	5,64	24,95	37,98	5,23	105.141
Crixás do TO	43,08	2,73	17,11	32,74	4,34	41.319
Dueré	54,90	4,44	13,03	23,68	3,95	122.505
Figueirópolis	33,91	7,40	30,05	20,14	8,49	153.233
Formoso do Araguaia	33,28	7,69	25,45	27,73	5,84	400.186
Gurupi	1,89	13,75	48,26	24,55	11,54	2.155.992
Lagoa da Confusão	39,48	13,44	24,48	14,74	7,86	503.230
Nova Rosalândia	21,79	2,87	20,46	50,27	4,61	48.708
Sandolândia	47,50	2,48	16,10	29,90	4,02	69.020
Santa Rita do TO	47,55	2,52	23,91	19,52	6,51	83.663
Talismã	49,14	4,08	18,02	24,17	4,59	82.211

Onde: AGRO = Agropecuária; IND = Indústria; SERV = Serviços; ADM = administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social; IMP = Impostos e líquidos de subsídios.

Fonte: Produto Interno Bruto (IBGE, 2017).

A região de estudo é a quarta maior área de arroz irrigado do Brasil. Contribui com cerca de 21% do total arrecadado na agricultura em todo o Estado, tendo destaque o município Lagoa da Confusão, sendo o 2º com maior área dedicada ao plantio agrícola do Tocantins em 2019 (IBGE, 2019). Como mencionado, suas condições ambientais, incluindo a abundância hídrica possibilitam a produção de até três safras por ano. As principais culturas são: o cultivo de arroz, a produção de soja, melancia, feijão e milho. A concentração industrial, comercial e de serviços encontra-se no município de Gurupi, região considerada mais urbanizada da bacia e com maior número de habitantes.

No tocante a oferta educacional, os municípios da bacia ofertam basicamente o ensino pré-escolar, fundamental e médio. Observa-se uma débil oferta de cursos superiores na região, tendo apenas os municípios de Gurupi, Lagoa da Confusão, Formoso do Araguaia com oferta de instituições de ensino superior presenciais.

No diagnóstico realizado para a elaboração do Plano de Gestão da Bacia Hidrográfica, se observa a precariedade da estrutura da saúde voltada ao atendimento da população local. Infelizmente, não corresponde às necessidades das comunidades, principalmente das pessoas com baixa renda familiar. Esta característica é a predominante na região, onde a maioria dos núcleos urbanos é pouco desenvolvida (SRHMA,2007).

O mesmo diagnóstico afirma que o principal sistema de transporte da região, para passageiros e cargas é o rodoviário, possuindo um razoável sistema de rodovias, tendo como eixo principal a BR-153, rodovia mais utilizada para o escoamento da produção agrícola. A bacia também está inserida no sistema

multimodal de transportes do corredor centro-norte (SRHMA,2007), que conta com a Ferrovia Norte-Sul e potencial para transporte hidroviário, ainda não implantado.

5 METODOLOGIA

Para identificar se existe ou não relação entre a acessibilidade potencial dos municípios que compõe a BHRF aos principais destinos da população e o desenvolvimento regional, o estudo foi dividido em três partes:

5.1 Levantamento de dados e definição de indicadores a serem utilizados

A primeira etapa do trabalho consistiu em um levantamento bibliográfico sobre os principais indicadores, pesquisas e dados em escala municipal utilizados para indicar em que nível de desenvolvimento se encontra o município, ou que pudesse expressar, de forma indireta esta informação. Diante dos dados levantados, definiu-se que o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a estimativa populacional do ano de 2020 e a análise da taxa de crescimento populacional entre os anos de 2010 e 2020 representariam com fidelidade a situação local em escala adequada.

Nesta etapa também foi selecionada a base de dados espaciais sobre o sistema rodoviário da área de estudo que apresentasse informações atuais, em escala precisa e fonte fundamentada. A base de dados de rodovias fornecida pela Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins, atualizada em 2018, apresentou-se como a escala mais adequada para o trabalho a ser realizado.

5.2 Determinação do indicador de acessibilidade

Para avaliar a acessibilidade em escala regional utilizou-se o indicador proposto por Gutiérrez e Urbano (1996), que se propõe a medir, além da maior ou menor facilidade de acessar os centros de atividade, a acessibilidade à rede de fluxo econômico. Para tanto a formulação proposta pelos autores compreende as seguintes variáveis:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (I_{ij} * GDP_j)}{\sum_{j=1}^n GDP_j}$$

Sendo que: “ A_i ” é a acessibilidade no nó i , “ I_{ij} ” é a impedância através da rede entre o nós i e j , “ GDP_j ” é o Produto Interno Bruto (PIB) per capita do centro de atividade econômica de destino que pondera a capacidade de atração da região. A impedância (I_{ij}) é a soma das impedâncias no arco (I_a) e no nó (I_n) ($I = \sum I_a + \sum I_n$). Para o cálculo da impedância considerou-se o tempo de viagem, obtido com base no comprimento do arco e estimadas as velocidades de acordo com o tipo de rodovia. Para a área de estudo foram adotadas as velocidades médias informadas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres para o transporte de passageiros, que são: 70 km/hora em vias pavimentadas; 50 km/hora em vias com leito natural. Para que a velocidade adotada se aproxime

ainda mais da realidade, utilizou-se da recomendação de Ferreira (2006), reduzindo a velocidade média para que outros veículos como os de carga fossem considerados, já que as velocidades usadas por estes sofrem uma pequena redução, desta forma, as velocidades consideradas são: 60 km/hora em vias pavimentadas; 42,85 km/hora em vias com leito natural. Após o cálculo do tempo de viagem para cada destino, definiu-se a acessibilidade potencial a partir do tempo necessário para se acessar todos os destinos. Desta forma, quanto menor o tempo necessário, maior a possibilidade de acesso daquela localidade aos centros de atividades.

Para definir os destinos de interesse, primeiramente buscou-se analisar quais as localidades mais demandadas pela população dos municípios de estudo, considerando o suprimento de necessidades básicas não atendidas na cidade em que reside, como serviços de saúde, educação e relações comerciais. Considerando a distância a ser percorrida e a capacidade da área urbana (no que tange ao desenvolvimento da atividade comercial, população, presença de hospitais) dos municípios vizinhos, foram selecionadas as seguintes cidades como potenciais destinos da população dos municípios da BHRF: Gurupi, Palmas, Paraíso do Tocantins, do estado do Tocantins e São Miguel do Araguaia em Goiás.

Em uma tentativa de validação desta informação, quanto aos locais de destino da população diante da necessidade de serviços não encontrados onde reside, foram realizadas ligações telefônicas às prefeituras dos municípios da BHRF, questionando-se de forma clara e explicativa o que se buscava. A partir dessas ligações, São Miguel do Araguaia, no estado do Goiás, foi identificado como localidade destino da população dos municípios do extremo sudeste do estado (Araguaçu, Sandolândia, Talismã do TO) e por isso foi incluído na análise. Gurupi, apesar de fazer parte dos municípios que compõe a BHRF foi incluído como município destino por ser a maior cidade da região sul do Estado e atender os critérios descritos acima quanto a determinação destes.

Após a determinação dos locais de partida e locais de destino, utilizando a base de dados espacializados disponibilizada pela Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins (limites territoriais, sedes municipais e rodovias) e ferramentas da multiplataforma de sistema de informação geográfica livre Quantum Gis (QGIS) versão 3.10, com utilização do algoritmo QNEAT3, ferramenta “OD-Matrix from Layers as Table” gerou-se uma matriz origem destino considerando o custo de viagem em relação ao tempo necessário para cada ponto de origem ter acesso a cada ponto de destino, a partir da qual foram calculadas as impedâncias e o indicador de acessibilidade para cada origem.

5.3 Correlação entre os indicadores de desenvolvimento e de acessibilidade

Para melhor compreender os fenômenos analisados, as informações foram espacializadas com a elaboração de mapas temáticos. Para análise de correlação entre o potencial de acessibilidade do município e os índices de desenvolvimento definidos aplicou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r), medindo a relação entre as variáveis:

$$\rho = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2(y - \bar{y})^2}}$$

Sendo que \bar{x} e \bar{y} são as médias aritméticas de ambas as variáveis.

Quando o coeficiente de correlação (ρ) se aproxima de 1, maior a relação entre as variáveis, e quando o mesmo, se aproxima de 0, menor a relação entre os dados analisados. Para fins de classificação adota-se:

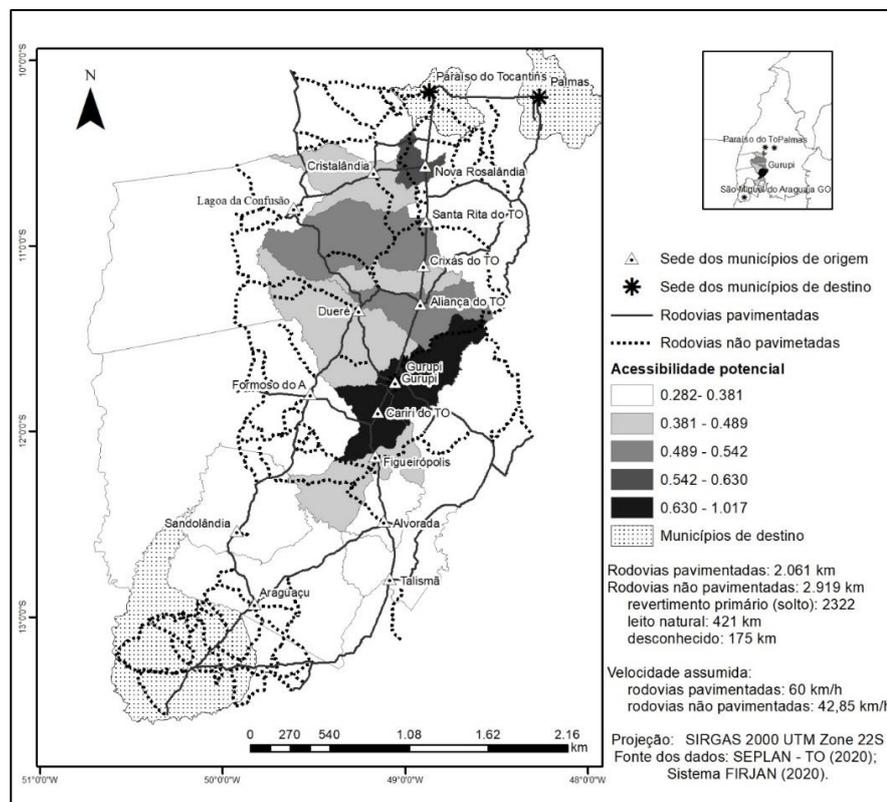
- 0,9 para mais ou para menos indica uma correlação muito forte.
- 0,7 a 0,9 positivo ou negativo indica uma correlação forte.
- 0,5 a 0,7 positivo ou negativo indica uma correlação moderada.
- 0,3 a 0,5 positivo ou negativo indica uma correlação fraca.
- 0 a 0,3 positivo ou negativo indica uma correlação desprezível.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na análise dos dados dispostos observou-se que a malha rodoviária que integra os municípios de origem e destino totaliza 4.980 km, sendo que 58% não possuem pavimentação asfáltica, como apresenta a figura 2, o que influencia diretamente na acessibilidade potencial da região de estudo, já que a qualidade da rodovia determinará o tempo necessário para se chegar ao destino.

O indicador de acessibilidade foi determinado a partir da soma do tempo necessário em cada origem aos destinos de interesse. Para que este somatório se expresse em forma de indicador, a impedância foi considerada como o inverso do tempo, apresentando da seguinte forma: quanto maior o indicador (valor) maior a acessibilidade aos destinos, apresentado na figura 2.

Figura 2 – Área de estudo, rodovias de acesso, tipo de pavimentação e acessibilidade potencial.



Fonte: Elaboração própria.

Os demais indicadores são apresentados na Tabela 2. Como pode ser observado, os municípios que apresentam maior acessibilidade potencial, em ordem decrescente são, Gurupi (1,017), Cariri (0,900), Nova Rosalândia (0,630), e Aliança do Tocantins (0,542). O município de Gurupi, que apresentou maior potencial de acessibilidade foi considerado ponto de origem e destino, por fazer parte da BHRF (origem) e por se enquadrar nos critérios observados para determinação dos destinos de interesse.

O município de Lagoa da Confusão, destacou-se por apresentar o menor índice de acessibilidade potencial (0,282) mesmo tendo o 2º maior PIB da região. Semelhante acontece com Formoso do Araguaia (0,381), 3º maior PIB da região. Araguaçu (0,362), Alvorada (0,352), Talismã (0,298), Sandolândia (0,287) e Lagoa da Confusão (0,282), em ordem decrescente, apresentam menor acessibilidade potencial da região de estudo.

Tabela 2 – Indicadores de acessibilidade e desenvolvimento.

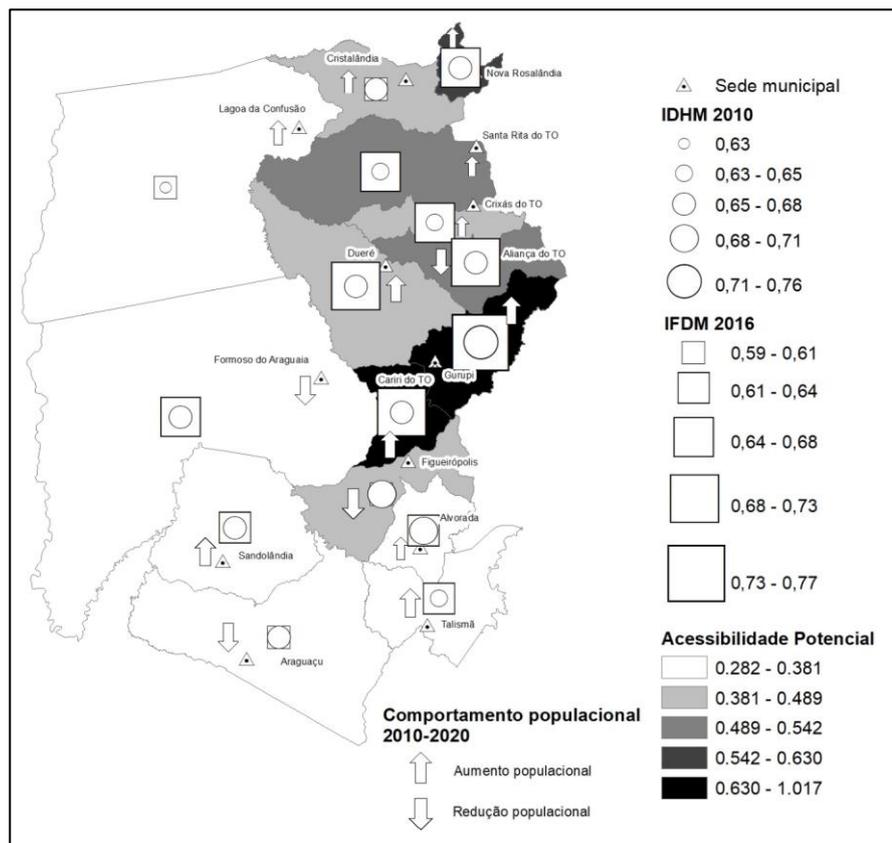
Município	Acessibilidade	POP 2020	IFDM 2016	IDHM 2010	CRESC. POP (%)	PIB
Aliança do TO	0,542	5.346	0,70	0,66	-5,73	114.813,00
Alvorada	0,352	8.396	0,64	0,71	0,26	325.873,00
Araguaçu	0,362	8.467	0,62	0,68	-3,63	183.886,00
Cariri do TO	0,900	4.441	0,73	0,66	18,24	332.889,00
Cristalândia	0,436	7.278	0,61	0,67	0,61	105.141,00
Crixás do TO	0,482	1.735	0,67	0,64	10,93	41.319,00
Dueré	0,468	4.686	0,71	0,68	2,05	122.505,00
Figueirópolis	0,489	5.243	0,60	0,69	-1,82	153.233,00
Formoso do Araguaia	0,381	18.399	0,68	0,67	-0,15	400.186,00
Gurupi	1,017	87.545	0,78	0,76	14,06	2.155.992,00
Lagoa da Confusão	0,282	13.676	0,59	0,63	33,95	503.230,00
Nova Rosalândia	0,630	4.304	0,66	0,66	14,16	48.708,00
Sandolândia	0,287	3.373	0,64	0,66	1,41	69.020,00
Santa Rita do TO	0,496	2.386	0,68	0,65	12,12	83.663,00
Talismã	0,298	2.812	0,64	0,65	9,76	82.211,00

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2022), FIRJAN (2016)

Nota-se pela Figura 2, que os municípios que apresentaram maior acessibilidade são contemplados por maiores trechos de rodovias pavimentadas. A disparidade entre os valores observados do PIB e do indicador de acessibilidade na Lagoa da Confusão, Formoso do Araguaia e Alvorada sugerem que os investimentos em infraestruturas de transporte rodoviário não estão relacionados apenas ao potencial econômico do município.

Relacionando o potencial de acessibilidade e os indicadores de desenvolvimento regional destacados neste estudo, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), a estimativa populacional do ano de 2020 e a análise da taxa de crescimento populacional, pode-se observar, na Figura 3 e na Tabela 3 a relação entre eles.

Figura 3 – Sobreposição espacial dos indicadores utilizados no estudo.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3 – Coeficiente de correlação de Pearson entre indicadores.

	Indicador de Acessibilidade	POP 2020	IFDM 2016	IDHM 2010	CRESC. POP	PIB
Indicador de acessibilidade	1					
POP 2020	0,612	1				
IFDM 2016	0,807	0,549	1			
IDHM 2010	0,543	0,776	0,466	1		
CRESC. POP	0,229	0,190	0,073	-0,291	1	
PIB	0,637	0,987	0,556	0,754	0,280	1

Fonte: Elaboração própria.

Nota-se claramente que os indicadores aqui abordados se relacionam de forma diferente com o potencial de acessibilidade de cada municípios do estudo, porém, dentre os cinco indicadores de desenvolvimento regional selecionados para análise, quatro apresentaram coeficientes de correlação moderada a forte. O indicador com maior correlação com a acessibilidade potencial do município foi o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal - IFDM, com coeficiente de correção Pearson (ρ) de 0,80, o que pode nos indicar que para esta região de estudo, quanto maior a acessibilidade aos destinos de interesse da população, maior o desenvolvimento daquele município.

Os resultados encontrados na correlação entre a estimativa populacional no ano de 2020 ($\rho = 0,612$), o PIB ($\rho = 0,637$) e o Índice de Desenvolvimento Municipal ($\rho = 0,543$) com a acessibilidade potencial dos municípios, sustentam a

ideia de que a acessibilidade aos destinos de interesse e os indicadores de desenvolvimento regional dos municípios estudados apresentam relação positiva.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre investimentos em infraestrutura de transportes e desenvolvimento econômico é amplamente discutida na literatura, embora a abordagem sobre a acessibilidade como um meio de mensurar o efeito da conectividade possibilitada pela oferta de sistemas de transporte, sobretudo em nível regional, seja menos difundida. As investigações empíricas demonstram resultados divergentes na literatura, sendo relevante o estudo do contexto de cada localidade.

A análise da relação entre acessibilidade e indicadores de desenvolvimento demonstrou uma correlação positiva para os municípios da BHRF, o que corrobora a visão teórica de que maior facilidade de acesso a serviços, representados pelas cidades com maior PIB per capita é um fator positivo ao desenvolvimento econômico. Esse resultado conduz ao entendimento de que investimentos em melhoria do nível de integração entre os municípios por meio da rede de transportes pode impulsionar o desenvolvimento dos municípios da região.

Ao observar a desproporção entre o PIB e o indicador de acessibilidade de alguns municípios, como Lagoa da Confusão, observa-se que os investimentos na malha rodoviária nem sempre são proporcionais ao desenvolvimento do setor econômico local. Supõe-se que revertendo esta situação eleva-se o potencial de desenvolvimento do município, tornando-o ainda mais atrativo a investimentos na economia local, considerando que vias de transporte de qualidade reduzem custos.

Cabe, no entanto, observar que a relação de causa e consequência entre desenvolvimento econômico e infraestrutura de transportes não é clara, uma vez que o próprio crescimento pode pressionar por maiores investimentos em infraestrutura, e a melhoria da acessibilidade ser então uma consequência dessa demanda estabelecida. Nesse sentido, estudos futuros acerca do histórico de desenvolvimento dos municípios poderiam elucidar de forma mais contundente a cronologia das relações.

8 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio.

Relationship between regional development and transport infrastructure in the light of accessibility: study applied to municipalities in the Rio Formoso Basin, Tocantins, Brazil

ABSTRACT

Regional development involves the analysis of social and economic factors, elements that integrate the spatial mobility of people, labor, and capital. The possibilities of access to destinations of greater interest to a community may represent much more than the road conditions of the municipality, once the regional interactions expand economic and cultural opportunities and access to services and activities of the most varied social segments. This study sought to evaluate the relationship between the accessibility offered by the road network in the municipalities from the Formoso River Basin and the development of each municipality. As methodology, the study correlated an accessibility indicator and development indicators. The results showed a strong positive relationship between accessibility and the FIRJAN Index of Municipal Development (IFDM), and moderate between accessibility and the Municipal Human Development Index (HDI), the population estimate for the year 2020 and the Gross Domestic Product (GDP). Thus, investments and public policies in road access opportunities can boost regional development in the region.

KEYWORDS: Regional Economic Development; Formoso River Basin; Tocantins; Development Indicators; Accessibility

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. F.; SILVA, F. G. F.; ARAÚJO, P. H. C. Exploring the Relationship between Transportation Infrastructure and Regional Economic Growth Using Lösch's Location Theory. *Journal of Sustainable Development*, v. 14, n. 3, 2021.
- ALVAREZ-AYUSO, I.; CONDECO-MELHORADO, A.; GUTIERREZ, J.; ZOFIO, J. Integrating network analysis with the production function approach to study the spillover effects of transport infrastructure. *Regional Studies*, v. 50, n. 6, p. 996–1015, 2016.
- ANDRADE, M. O.; MAIA, M. L. A.; LIMA NETO, O. C. C. Impactos de investimentos em infraestruturas rodoviárias sobre o desenvolvimento regional no Brasil - possibilidades e limitações. *Transportes*, v. 23, n. 2, p.90-99, 2015.
- BANISTER, D. e BERECHMAN, Y. *Transport investment and economic development*. UCL Press, London, UK. 2000.
- BANISTER, D.; BERECHMAN, Y. Transport investment and the promotion of economic growth. *Journal of Transport Geography*, v.9, p. 209–218, 2001.
- BRACARENSE, L. S. F. P. e FERREIRA, J. N. Índice de acessibilidade para comparação dos modos de transporte privado e coletivo urbe. *Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)*, v.10, n.3, p. 600-613, 2018.
- CANTOS, P.; GUMBAU-ALBERT, M.; MAUDOS, J. Transport infrastructures, spillover effects and regional growth: evidence of the Spanish case. *Transport Reviews*, v. 25, p. 25–50, 2005.
- CASTRO, N. *Logistic costs and Brazilian regional development*. [S.l.]: Social Science Research Network, 2004.
- FERREIRA, E. O.; YAMASHITA, Y.; ARAGÃO, J. J. G. Proposta de Sistema de Indicadores de Avaliação da Oferta de Infra-estrutura Rodoviária para o Desenvolvimento Regional. In: *Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*. Rio de Janeiro - RJ: Kaco Gráfica e Editora, v. 01, p. 329-340, 2006.
- GUTIERREZ, J. e URBAN, P. Accessibility in the European Union: the impact of the transEuropean road network. *Journal of Transport Geography*, v. 4, n. 1, p. 15-25, 1996.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Agrícola Municipal. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5938> Acesso em: 18/11/2020 <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1288>. Acesso em: 18/11/2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno Bruto dos Municípios. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5938> Acesso em: 18/11/2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br> Acesso em: 14/02/2022.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal. 2016 Disponível em: <https://www.firjan.com.br/ifdm/>. Acesso em: 18 nov. 2020.

KIM, E. e HEWINGS, G. J. D. An application of integrated transport network: multiregional CGE model II: calibration of network effects of highway. (Discussion Paper, REAL T-24). Urbana: University of Illinois at Urbana-Champaign, 35 p. 2003.

MELO, P. C.; GRAHAM, D. J.; BRAGE-ARDAO, R. The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence. *Regional Science and Urban Economics*, v. 43, p.695–706, 2013.

LINNEKER, B.; SPENCE, N. Road transport infrastructure and regional economic development. The regional development effects of the M25 London orbital motorway. *Journal of Transport Geography*, v. 4, n.2, p. 77–92, 1996.

OLIVEIRA, L. V. N.; LIMA, J. F. Política Nacional de Desenvolvimento Regional: um processo em construção. CEPAL: leituras sobre o desenvolvimento Latino-americano, v. 1, p. 163-193, 2012.

OLIVEIRA, N. M. Produção Agropecuária Agregada: uma aplicação para o Estado do Tocantins. *Desafios: Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, v. 5, p. 135-147, 2018.

OLIVEIRA, N. M. e PIFFER M. Determinantes do perfil locacional das atividades produtivas no Estado do Tocantins. *Bol. geogr., Maringá*, v. 36, n. 1, p.92-111, 2018.

PINTO, P. H. G. e OLIVEIRA, R. L. M. Transporte e estrutura produtiva: caracterização da acessibilidade ao trabalho na RMBH. In: Anais. 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, 2020.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. O que é o IDHM. 2021. Disponível em:
<[RAIA JUNIOR, A.; SILVA, A. N. R.; BRONDINO, N. C. M. Comparação entre medidas de acessibilidade para aplicação em cidades brasileiras de médio porte. In: Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Rio de Janeiro: ANPET, 1997](https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html#:~:text=O%20%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Humano,1%2C%20maior%20o%20desenvolvimento%20humano.></p></div><div data-bbox=)

RODRIGUES, W. Capital social e desenvolvimento regional no Brasil. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. v. 14, n. 1, 2018.

ROKICKI, B. e STĘPNIAK, C. Major transport infrastructure investment and regional economic development – An accessibility-based approach. Journal of Transport Geography, v.72, p.36–49, 2018.

SANTOS, B.; SILVA, J.; GONÇALVES, J. O Impacto da Acessibilidade no Desenvolvimento Regional Sustentável. O Caso da Região da Beira Interior. In: Anais. 7º Congresso Rodoviário Português- Novos Desafios para a Atividade Rodoviária. 2013.

Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SRHMA). Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Formoso – PBH Rio Formoso, no Estado do Tocantins. Relatório síntese. Consorcio Magma Eng. Ltda e ACL, 2007. 70p. Disponível em: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/269430/>>. Acesso em: 1 nov. 2020.

SOUZA, C. C. A.; MARTINS, R. S.; FIGUEIREDO, L.; LEMOS, M. B. Indicador de acessibilidade para análise do desenvolvimento regional. REN Revista Econômica do Nordeste, v. 41, n.03, 2010.

VICKERMAN, R. Transit investment and economic development. Research in Transportation Economics, v.23, p.107–115, 2008.

Recebido: 02 jul. 2024.

Aprovado: 20 ago. 2024.

DOI: 10.3895/rbpd.v13n3.15838

Como citar: BRACARENSE, L. S. F.P.; PAZ, L. R. S.; AIRES, K. H. S.FIGUEROA, F. E. V. Relação entre desenvolvimento regional e infraestrutura de transportes à luz da acessibilidade: estudo aplicado aos municípios da Bacia do Rio Formoso, Tocantins, Brasil. **R. Bras. Planej. Desenv.** Curitiba, v. 13, n. 03, p. 619-638, set./dez. 2024. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Lílian dos Santos Fontes Pereira Bracarense

Avenida NS-15, Quadra 109 - Alcno 14, Norte, s/n - bloco D - Plano Diretor Norte, Palmas - TO

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

