



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **PROPOSTA METODOLÓGICA PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO A MOVIMENTO DE MASSA EM IRANDUBA- AM**

Igor Ribeiro da Silva<sup>(a)</sup>, Paula Beatriz Honório Moreira<sup>(b)</sup>, Neliane de Sousa  
Alves<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas, irs.geo17@uea.edu.br

<sup>(b)</sup> Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas, pbhm.geo16@uea.edu.br

<sup>(c)</sup> Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas, nsalves@uea.edu.br

**Eixo:** Riscos e desastres naturais

### **Resumo/**

A construção da Ponte Jornalista Phelippe Daou, além de aumentar o fluxo de pessoas e mercadorias no município de Iranduba, promoveu uma rápida expansão urbana e aumentou o processo de ocupações desordenadas na região. Neste contexto, o presente trabalho busca apresentar um método de mapeamento, a partir da classificação dos setores censitários, do risco apresentado pelas ocupações em encostas e da capacidade de suporte frente a desastres relacionados a movimento de massa, tendo em vista o baixo custo de execução e alta aplicabilidade da metodologia. A mensuração do risco compreende a análise da vulnerabilidade e do perigo (GOERL et al., 2012). A partir do grau de risco apresentado, pode-se apontar em quais setores deve haver intervenções por meio de políticas públicas. Além disso, com a determinação do Índice de Vulnerabilidade, é possível visualizar os setores da região que mais necessitam de investimentos, visto a fragilidade socioeconômica do local.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

**Palavras chave:** Mapeamento, áreas de risco, vulnerabilidade social, perigo, movimento de massa

## 1. Introdução

Nos últimos anos, o município de Iranduba-AM tem experimentado uma grande expansão urbana devido à construção da ponte Jornalista Phelippe Daou (Manaus-Iranduba). O crescimento e redefinição do valor da terra inserem a forma urbana nesse contexto, ampliando a segregação, influenciando a configuração dos processos sociais e espaciais em momentos posteriores e compondo fenômenos efetivamente dinâmicos (SANTOS, et al, 2017). Dessa forma a população mais vulnerável se desloca para as áreas periféricas ou desvalorizadas e se instalam em lugares que apresentam risco à vida devido a esse processo de segregação.

Iranduba, assim como vários municípios amazônicos, iniciou sua urbanização nas margens do rio, e o recorte desta pesquisa inclui algumas encostas e fundos de vale que compõe a rede de drenagem da sede do município. Devido à formação geológica da região corresponder à arenitos da Formação Alter do Chão, da Bacia Sedimentar do Amazonas e apresentar um solo do tipo areno-argiloso, como descreve CARVALHO et al.(2003), faz-se necessário o mapeamento das áreas de risco, principalmente das encostas com possibilidade de ocorrência de movimento de massa.

Em 2013, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM fez um levantamento e listou vinte áreas consideradas de Risco Alto e Muito Alto em função de sua ocupação e de fenômenos naturais que ocorrem na área em questão. A partir do relatório da CPRM, buscou-se neste trabalho um maior aprofundamento dessa problemática da região.

Segundo ROSS (2008) a importância de inventariar áreas de risco e analisar os quadros ambientais está intimamente ligada à geografia pelo fato de ser um espaço, humanizado ou não. Dessa forma é apresentada uma adaptação da proposta metodológica de GOERL et al. (2012) que pode ser aplicada em áreas de vertentes, levando em consideração a



XVIII  
SBGFA

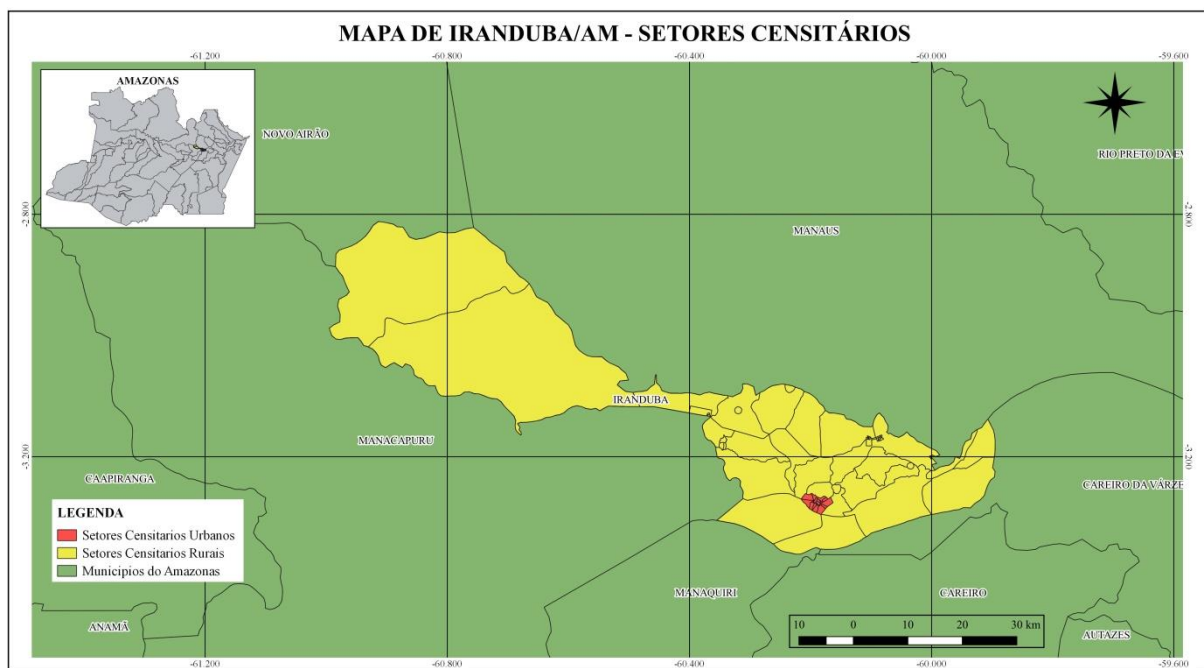
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

inclinação das encostas, o tipo de solo e o vigor dos processos erosivos, conforme sugere ROSS (2011).

O objeto de estudo desta pesquisa corresponde à área urbana do município de Iranduba - AM, com ênfase nos bairros Centro, Alto e Morada do Sol, visto que, qualquer impacto causado pela ocorrência de um desastre na área urbana certamente causará um grande impacto em todo o município, pois é na área urbana que se encontram estações de tratamento de água, serviços básicos, bancos, a administração municipal, entre outros. (GOERL, 2012).



**Figura 1:** Localização do Município de Iranduba - AM

As ocupações no centro de Iranduba e bairros adjacentes situam-se no limite da várzea, próximos de várias encostas e, dessa forma, é possível apontar um perigo em relação às ocupações próximas a essas encostas, aumentando assim, as chances de eventos relacionados à movimentos de massa, principalmente no período chuvoso da região amazônica. Por hora, essas casas se mantêm seguras devido à conservação da



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

vegetação no local, mas com a intensa expansão urbana, tendem a serem atingidas por catástrofes relacionadas a movimentos de massa.

## 2. Materiais e Métodos

A análise da vulnerabilidade é um fator imprescindível para o mapeamento das áreas de risco, uma vez que, por meio desse cálculo pode-se mensurar o poder de resposta do município a catástrofes nessas áreas. É possível calculá-la por meio das variáveis socioeconômicas coletadas pelo IBGE, que utiliza como unidade o setor censitário, já que essa é a menor unidade territorial com limites físicos identificáveis. Dessa forma, a área urbana do município de Iranduba foi dividida em 17 setores de acordo com o censo de 2010 do IBGE, seguindo as proporções estabelecidas pelo plano diretor do município.

Apesar dos dados do censo de 2010 estarem relativamente desatualizados, devido à construção da ponte que interliga Manaus à Iranduba em 2011, são as informações mais completas e representativas que se tem. Logo, foram utilizadas 8 (oito) variáveis socioeconômicas extraídas do censo, que posteriormente foram agrupadas em 6 para a análise da vulnerabilidade (Tabela 1). Com base nessas variáveis, constituiu-se o Índice de Vulnerabilidade (IV) baseado em GOERL, et al. (2012):

$$IV = \frac{Dd + Nm + Mm + TxD + E + R}{IDHM}$$

onde,  $Dd$  é a densidade demográfica,  $Nm$  é o número de moradores no setor,  $Mm$  é média de moradores por residência,  $TxD$  é a taxa de dependência (jovens com menos de 12 anos e idosos acima de 65 anos),  $E$  é a educação (analfabetos acima de 12 anos),  $R$  é a renda (responsável sem rendimento ou como até 1 salário mínimo) e  $IDHM$  é o Índice de Desenvolvimento Humano do Município.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

**Tabela I:** Variáveis censitárias e variáveis utilizadas para mensurar a vulnerabilidade

Variáveis Censitárias	Variáveis de Vulnerabilidade
Número de moradores no setor	Número de moradores no setor
Média de moradores por domicílio	Média de moradores no setor
Densidade Demográfica	Densidade Demográfica
% da população acima de 65 anos % da população abaixo de 12 anos	Soma da porcentagem da população acima de 65 e abaixo de 12 anos
% de pessoas analfabetas acima de 12 anos	% de pessoas analfabetas acima de 12 anos
% de Responsáveis sem rendimento % de responsáveis com rendimento até 1 Salário Mínimo	Soma da porcentagem dos responsáveis sem rendimento e com rendimento até 1 Salário Mínimo

Fonte: GOERL et al., 2012

Além disso, inferiu-se que “a vulnerabilidade é inversamente proporcional a capacidade de suporte/resposta ou de reparo do município” (GOERL, et al, 2012). Sendo assim o *IDHM* corresponde justamente a essa capacidade de suporte/resposta. Mesmo que o desastre aconteça de forma pontual e temporária, esse acontecimento afeta diretamente as atividades sociais e econômicas do município, como o funcionamento de escolas, hospitais, estações de tratamento de água, etc. Por isso, calcular o Índice de Vulnerabilidade se faz necessário, já que está ligado a primeira resposta do município, ou seja, a capacidade de suporte (*IDHM*).

Para uniformizar as unidades, seguiu-se o método de Marcelino et al. (2006), escalonando-as de 0 a 1. Em seguida foi classificado o Índice de Vulnerabilidade dos setores pelo método dos *quantis*, onde se determinou a quantidade de elementos em cada classe (Baixa, Média, Alta, Muito Alta), excluindo assim a subjetividade nessa etapa.

$$V_{\text{escalonado}} = \frac{V_{\text{observado}} - V_{\text{mínimo}}}{V_{\text{máximo}} - V_{\text{mínimo}}}$$



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Já o Perigo, representa a potencialidade de ocorrência de fenômenos naturais em um dado lugar, neste caso o fenômeno de movimento de massa. Essa variável é obtida a partir da porcentagem de declividade do terreno; e a classificação dela se deu pela adaptação dos intervalos propostos por Ross (2011) usando os parâmetros do Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012) e do IPT (1991).

Segundo o Novo Código Florestal (2012), as encostas com declividade superior a 45%, equivalente a 100% na linha de maior declive, são consideradas áreas de preservação permanente com o intuito de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Sabendo disso, as classes apresentadas no Manual de ocupações de encostas (IPT, 1991) complementam essa Lei, estipulando os limites aceitos para ocupações em encostas, sendo eles: 0 a 15% inclinação máxima longitudinal tolerável nas vias para circulação de veículos; 15 a 30% inclinação máxima prevista por lei para ocupação de encostas; 30 a 50% limite de declividade tecnicamente recomendável para ocupação; e superior a 50% as áreas que possuem alta declividade e podem ser utilizadas para urbanização, embora sejam onerosos.

Desta forma, a intensidade do perigo foi classificada em intervalos de 15%, sendo o intervalo de 0 a 15% o que apresenta menor perigo suportando ocupações; e acima de 45% inviável para habitação, conforme representado na tabela abaixo:

**Tabela II:** Categorias Hierárquicas de declividade

<b>Categorias Hierárquicas</b>	
Fraca	de 0 a 15%
Média	de 15 a 30%
Forte	de 30 a 45%
Muito Forte	acima de 45%

**Fonte:** Adaptado de Brasil (2012) e IPT (1991)

Por fim, calcula-se o risco, com base na relação entre vulnerabilidade social e o perigo natural. A vulnerabilidade foi estabelecida por meio do Índice de Vulnerabilidade, aplicado para todos os setores da área urbana para então classificá-los; e o perigo foi determinado principalmente através da porcentagem de inclinação das encostas, levando em consideração



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

também o tipo de solo e o vigor dos processos erosivos como sugere Ross (2011) através das análises de campo. Fazendo a relação entre essas duas variáveis, chegou-se ao Índice de Risco (*IR*), que foi aplicado para todos os setores, sendo:

$$IR = IV \cdot PE$$

### 3. Resultados e discussões

A metodologia proposta tem se mostrado eficaz para o mapeamento das áreas de risco no município de Iranduba. Foram visitadas áreas em três bairros (Alto, Centro e Morada do sol) para verificar as ocupações ao longo das encostas, a estrutura das casas e a condição da vegetação, e indícios de processos erosivos ou de movimentos de massa. Para completar a análise foram levantados dados de vulnerabilidade social, a partir dos setores censitários, num total de 13 setores, que correspondem aos bairros Alto, Centro e Morada do sol, com base no censo de 2010.

Os resultados apresentados são preliminares e correspondem especificamente ao índice de vulnerabilidade. As classes ficaram arranjadas da seguinte forma:

**Tabela III:** Classificação hierárquica do Índice de Vulnerabilidade

Categorias Hierárquicas	Índice de Vulnerabilidade
Baixo	1,21 – 2,47
Médio	3,10 – 3,60
Alto	4,30 – 5,16
Muito Alto	5,23 – 5,90

A partir deste levantamento pode-se observar que a vulnerabilidade, na área do estudo, varia entre Alta e Muito Alta para o bairro Morada do Sol, e baixa para os bairros Alto e Centro (Figura 2). Isso significa dizer que os setores correspondentes ao bairro Morada do sol não tem capacidade de suporte necessário para responder a catástrofes, e carecem de intervenções por parte do poder público. Já no caso dos bairros Alto e Centro, apesar de ter



XVIII  
SBGFA

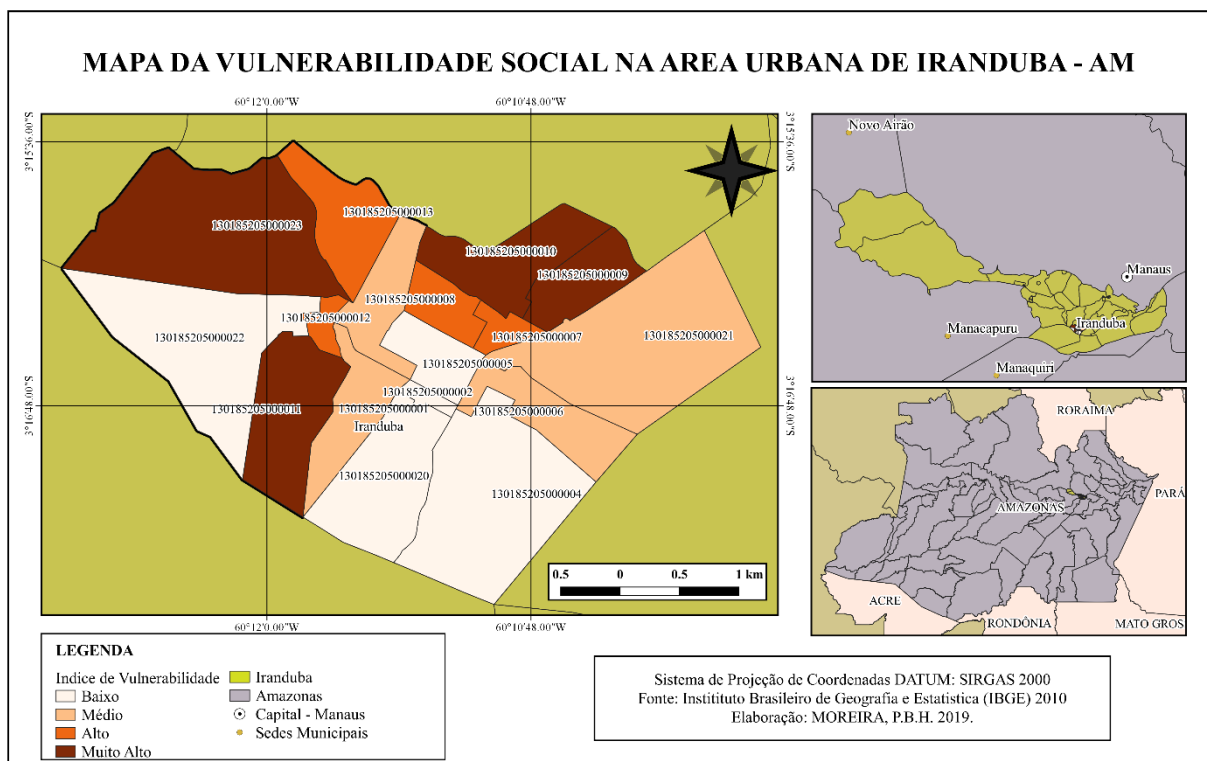
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

uma capacidade de resposta maior, ainda possui um risco elevado, uma vez que encostas nesses bairros são tão inclinadas quanto as demais visitadas.

A partir das primeiras análises em campo, notou-se que a maior parte das encostas da região só estão estáveis devido à conservação da cobertura vegetal. Estado esse que se vê ameaçado devido à expansão urbana, como pode ser observado em um trecho do bairro Morada do Sol, onde a retirada da cobertura vegetal por parte de uma moradora resultou em um deslizamento da encosta que destruiu a rua, causou danos a três famílias e apresenta perigo as demais famílias próximas do local. (Figura 3)



**Figura 2:** Classificação do Índice de Vulnerabilidade na região urbana de Iranduba





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



**Figura 3:** Danos causados pela retirada da cobertura vegetal no bairro Morada do sol

#### 4. Considerações finais

O mapeamento ainda é considerado uma das medidas não estruturais mais eficazes na prevenção de desastres naturais. E a partir dos resultados obtidos por essa pesquisa, pode-se analisar como as ocupações desordenadas têm se relacionado com a probabilidade de movimento de massa no município de Iranduba. E com base na elaboração da carta de risco, será possível destacar áreas prioritárias para intervenção por parte do poder público. Dessa maneira, espera-se que a metodologia desenvolvida neste trabalho contribua para o planejamento de outros municípios e para o entendimento sobre os impactos ambientais a partir de ocupações em encostas.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pela concessão das bolsas de iniciação científica.

### Referências Bibliográficas

BRASIL. **Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm).

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Departamento de Gestão Territorial – DEGET. **Ação Emergencial para Delimitação das Áreas de Risco Geológico de Alto a Muito Alto grau.** Iranduba – Amazonas. Mar. 2013.

CARVALHO, A. S.; SOUZA, V. S.; FERNANDES FILHO, L. A.; NOGUEIRA, A. C. R. **A Geologia da Região de Manaus. VIII Simpósio de Geologia da Amazônia** – Manaus – Amazonas. 2003.

GOERL, R. F.; KOBAYAMA, M.; PELLERIN; J. R. G. M. Proposta Metodológica Para Mapeamento de Áreas de Risco A Inundação: Estudo de Caso do Município de Rio Negrinho – SC. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 81-100, 2012.

IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Manual de ocupação de encostas, São Paulo: USP, 1991



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MARCELINO, E. V., NUNES, L. H., KOBİYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. **Caminhos da Geografia** (UFU), Uberlândia, v.7, n.17, p.72-84, 2006.

SANTOS, A. P.; POLIDORI, C. P.; PERES, M. P.; SARAIVA, M. V. O lugar dos pobres nas cidades: exploração teórica sobre periferização e pobreza na produção do espaço urbano Latino-Americano. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. Pelotas – RS, 2017.

SOUSA, I. S. **A ponte do Rio Negro e a reestruturação do espaço na região metropolitana de Manaus: um olhar a partir de Iranduba e Manacapuru**. Manaus: Editora Reggo/UEA Edições, 2015.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, 8, 63-74. São Paulo, 2011.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8. ed. 2ª reimpr. São Paulo: Contexto, 2008.