

ESTUDO DE RESIDÊNCIAS EM ÁREAS DE RISCO DO ESTADO DE TOCANTINS PLANEJAMENTO URBANO E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

VICENTE AVELINO FERNANDES DA SILVA JÚNIOR¹

<https://orcid.org/0009-0007-3327-9844>

Arthur Aviz PALMA E SILVA²

<https://orcid.org/0000-0001-5686-5984>

RESUMO

A presença de moradias em áreas de risco no Brasil representa não apenas uma preocupação geológica, mas também um desafio socioeconômico. A ausência de políticas habitacionais eficazes tem levado muitos municípios a enfrentarem questões relacionadas à ocupação de zonas perigosas, colocando em risco a vida de seus habitantes. Este estudo tem como objetivo avaliar as condições de risco geológico em quatro residências e as condições de habitação da população residente. Para atingir esse objetivo, classificamos a magnitude do problema, a habitabilidade das moradias e identificamos possíveis soluções. Realizamos testes de laboratório para determinar a densidade do solo, umidade relativa e pH. Os resultados revelaram sérios problemas de deslizamento, frequentemente associados a más condições de moradia.

Palavras-chave:

Riscos geológicos, condições de moradia, deslizamentos.

STUDY OF HOMES IN AREAS OF RISK UNDER THE FOCUS OF URBAN PLANNING AND POSSIBLE SOLUTIONS

ABSTRACT

The presence of housing in high-risk areas in Brazil has become not only a geological concern but also a socio-economic challenge. The absence of effective housing policies has led many municipalities to face issues related to the occupation of hazardous zones, jeopardizing the lives of their residents. This study aims to assess geological risk conditions in four residences and the living conditions of the population residing in them. To achieve this goal, we classified the magnitude of the problem, the habitability of the dwellings, and identified potential solutions. Laboratory tests were conducted to determine soil density, relative humidity, and pH. The results revealed serious landslide issues, often associated with poor housing conditions.

Keywords

Geological risks, housing conditions, landslides.

Submetido em: 22/11/2023 – Aprovado em: 08/12/2023 – Publicado em: 11/12/2023

1 Discente/Engenharia Civil, UNIRG – Universidade de Gurupi, Tocantins e <https://www.unirg.edu.br>.

2 Docente/Doutorado, UNIRG – Universidade de Gurupi, Tocantins e <https://www.unirg.edu.br>.



1 INTRODUÇÃO

A erosão, um fenômeno de degradação do solo, tem sido uma questão de crescente preocupação nas áreas urbanas do Brasil. Com o passar dos anos, diversos problemas geológicos têm continuamente afetado a infraestrutura dessas regiões, incluindo deslizamentos, enchentes e, notavelmente, a erosão. A etimologia da palavra "erosão" deriva do latim "erodere," significando corroer, e sua definição abrange vários processos pelos quais os materiais da crosta terrestre são desgastados e transportados para outras áreas por agentes naturais, como a água e o vento (Bastos, Milititsky e Gehling, 2000).

A ocupação desordenada e a falta de políticas públicas eficientes voltadas para o setor habitacional têm resultado na ocupação de áreas de risco, frequentemente colocando em perigo a vida dos habitantes. Muitas residências são construídas precariamente em morros, encostas e regiões suscetíveis a movimentos de massa. A gravidade desses problemas é acentuada em regiões com relevo íngreme, clima úmido e alto índice pluviométrico.

A região Sudeste do Brasil, em particular, enfrenta um alto índice de deslizamentos de terra, sendo mais prevalentes nos meses de verão, quando precipitações intensas, combinadas com zonas de convergência climática, aumentam significativamente o risco geológico. A erodibilidade, relacionada às propriedades físicas, químicas, mineralógicas e mecânicas do solo, é um fator crucial no processo erosivo (Bastos, Milititsky e Gehling, 2000).

Nesse contexto, a erosão urbana se torna um desafio ambiental significativo no Brasil, causando assoreamento, destruição de áreas urbanas, residências e infraestrutura. A gravidade da erosão varia de acordo com diversos fatores, como intensidade das chuvas, declividade e cobertura vegetal. A ausência de medidas emergenciais pode agravar rapidamente os problemas, e os tipos de erosão incluem eólica, hídrica, laminar, sulcos, ravinas e voçorocas.

A urgência de lidar com esses desafios tem incentivado pesquisadores a buscar alternativas que minimizem os impactos sociais, políticos, econômicos e geológicos associados a esses eventos.

É essencial que o planejamento urbano esteja intrinsecamente ligado à moradia digna, à segurança da população e à qualidade de vida. Neste contexto, a problemática central que orienta esta pesquisa é: Como as condições de risco geológico, incluindo erosão e deslizamentos, afetam as condições de moradia da população residente em áreas urbanas vulneráveis?

O presente estudo tem como objetivo avaliar as condições de risco geológico, incluindo erosão e deslizamentos, em quatro residências, bem como as condições de habitação da população residente. Para alcançar esse objetivo, foram classificados o grau de risco, as condições de moradia e identificadas possíveis soluções. A pesquisa baseia-se em revisão bibliográfica, visando contribuir para o diagnóstico e solução de questões fundamentais no campo da construção civil.

A justificativa para este estudo reside na importância de entender e abordar os desafios causados pela erosão em áreas urbanas, com implicações diretas na segurança, qualidade de vida e sustentabilidade das comunidades afetadas. A pesquisa busca fornecer insights para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes e estratégias de planejamento urbano que reduzam os riscos geológicos e melhorem as condições de moradia nas áreas afetadas pela erosão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A compreensão dos processos de movimentação de massa requer um conhecimento prévio das etapas, fatores e classificações associados aos problemas geológicos. Neste estudo, foram analisadas áreas urbanas ou abandonadas com um alto grau de erodibilidade e um potencial significativo de movimentação de massa.

Há várias classificações para os movimentos de massa, e uma abordagem adequada leva em consideração fatores específicos associados a cada um. Isso inclui planos de deslocamento, velocidade do processo (medida em centímetros por ano), frequência de movimentação, raio de alcance, geometria e materiais envolvidos. No quadro 1, apresentamos os tipos de escorregamento/processo com base na classificação de Augusto Filho (1992).

Essa análise aprofundada dos tipos de movimentos de massa nos permitirá compreender melhor os desafios geológicos e os riscos associados a essas áreas habitadas e/ou abandonadas, contribuindo para a implementação de medidas eficazes de prevenção e mitigação.

Quadro 01. Classificação dos tipos de escorregamento

Processos	Características do movimento/material/geometria
RASTEJO (CREEP)	<ul style="list-style-type: none"> • Vários planos de deslocamento (internos)
	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidades muito baixa a baixas (cms/ano) e decrescente com a profundidade
	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes.
	<ul style="list-style-type: none"> • Solo, depósito, rocha alterada/fraturada.
	<ul style="list-style-type: none"> • Geometria indefinida
ESCOREGAMENTOS (SLIDES)	<ul style="list-style-type: none"> • Poucos planos de deslocamento (externos)
	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidades médias (m/h) e altas (m/s)
	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenos a grandes volumes de material
	<ul style="list-style-type: none"> • Geometria e matérias variáveis:
	PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza
	CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas
	EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza
	<ul style="list-style-type: none"> • Sem planos de deslocamento
	<ul style="list-style-type: none"> • Movimento tipo queda livre ou em plano inclinado
	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidades muito altas (vários m/s)

QUEDAS (FALLS)	<ul style="list-style-type: none"> Material rochoso
	<ul style="list-style-type: none"> Pequenos a médios volumes
	<ul style="list-style-type: none"> Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.
	ROLAMENTO DE MATAÇÃO
	TOMBAMENTO
CORRIDAS (FLOWS)	<ul style="list-style-type: none"> Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação)
	<ul style="list-style-type: none"> Movimento semelhante ao de um líquido viscoso
	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento ao longo das drenagens
	<ul style="list-style-type: none"> Velocidades médias e altas
	<ul style="list-style-type: none"> Mobilização de solo, rocha, detritos e água
	<ul style="list-style-type: none"> Grandes volumes de material
	<ul style="list-style-type: none"> Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Fonte: Adptado de Augusto Filho (1992).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (1991) estabelece um Quadro que relaciona o risco com o deslocamento de massa e com a velocidade média.

Quadro 02. Movimento de massa - Grau de risco do processo em função do valor da movimentação

Grau de risco	Deslocamento característico		Velocidade característica média	
	horizontal (cm)	vertical (cm)	horizontal (mm/dia)	vertical (mm/dia)
alto	> 20	> 10	> 20	> 20
médio	5 a 20	2 a 10	1 a 20	1 a 20

baixo	< 5	< 2	< 1	< 1
--------------	-----	-----	-----	-----

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (1991)

Conforme indicado por Brasil (2006), a identificação de áreas com risco geológico inicia-se por meio de uma análise abrangente, que leva em consideração diversos parâmetros fundamentais. Entre esses parâmetros, destacam-se a declividade ou inclinação do terreno, a tipologia dos processos geológicos, a localização das ocupações em relação às encostas e a qualidade das habitações (ou vulnerabilidade).

A declividade de uma área pode variar substancialmente, influenciada por fatores como o tipo de solo presente, a topografia, a composição mineralógica e as intervenções humanas na região. Esses elementos desempenham um papel significativo na determinação do grau de risco geológico. Áreas com declividades acentuadas podem ser mais propensas a movimentos de massa, como deslizamentos e erosão.

A tipologia dos processos geológicos envolve a compreensão dos tipos de movimentos de massa que podem ocorrer em determinada área. Isso abrange desde deslizamentos de solo até erosão, deslizamentos de rochas e outros eventos geológicos. O conhecimento desses processos é fundamental para avaliar os riscos e tomar medidas adequadas de prevenção e mitigação.

A posição da ocupação em relação às encostas desempenha um papel crucial na avaliação do risco. Habitats localizados em áreas de maior altitude ou próximos a encostas íngremes podem enfrentar maior exposição a eventos geológicos adversos. A proximidade a cursos d'água e a presença de vegetação também são fatores relevantes.

A qualidade das habitações, ou sua vulnerabilidade, é um aspecto importante a ser considerado. Residências de madeira, por exemplo, tendem a ser mais suscetíveis a danos causados por movimentos de massa do que aquelas construídas com alvenaria, devido à maior resistência proporcionada por suas fundações e paredes. Habitações de estrutura mista apresentam um nível intermediário de vulnerabilidade.

Em resumo, a análise desses parâmetros é fundamental para a identificação e avaliação de áreas com risco geológico no Brasil, permitindo a implementação de estratégias

de gerenciamento e prevenção adequadas para garantir a segurança das populações afetadas.

3 METODOLOGIA

A pesquisa tem como objetivo avaliar as condições de risco geológico, incluindo erosão e deslizamentos, nas áreas urbanas do município de Gurupi, Estado do Tocantins, Brasil, e seu impacto nas condições de moradia da população local. Além disso, busca identificar soluções e estratégias que possam mitigar esses problemas, contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes e o planejamento urbano sustentável.

Para atingir os objetivos propostos, a pesquisa utilizará uma abordagem qualitativa, combinando revisão bibliográfica, análise documental, e observações de campo. A revisão bibliográfica permitirá um aprofundamento teórico sobre o tema da erosão e riscos geológicos em áreas urbanas, bem como as melhores práticas para a mitigação desses problemas. A análise documental incluirá o levantamento de dados históricos e registros relacionados a desastres naturais e ocupação do solo em Gurupi. As observações de campo envolverão visitas a áreas específicas afetadas pela erosão, permitindo a coleta de dados in loco.

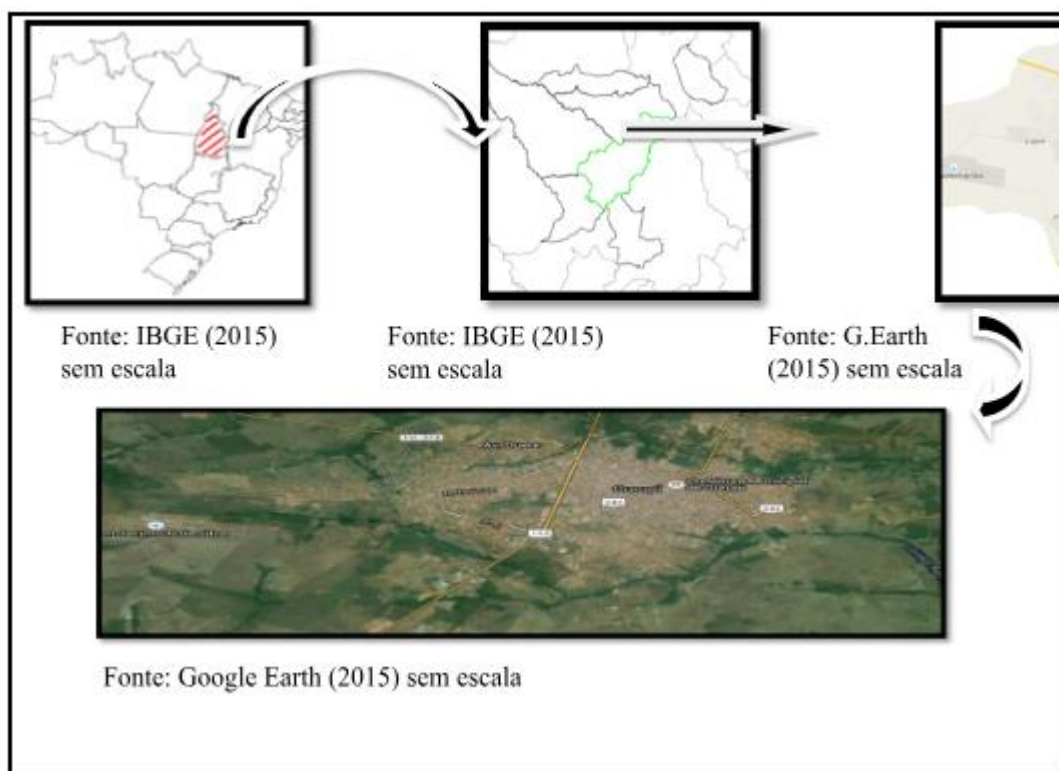
O universo da pesquisa compreenderá a área urbana do município de Gurupi, considerando sua extensão geográfica e áreas suscetíveis à erosão e deslizamentos. A amostra será selecionada de maneira estratificada, priorizando áreas com histórico de eventos geológicos, com foco em quatro residências representativas, escolhidas aleatoriamente dentro das áreas de estudo. A seleção das áreas e residências levará em consideração a diversidade geográfica e de condições de moradia encontradas na região.

A coleta de dados será realizada em duas etapas: a primeira consistirá na revisão bibliográfica, análise documental e compilação de dados históricos, enquanto a segunda envolverá a observação de campo nas áreas selecionadas. Durante as observações de campo, serão coletados dados sobre o grau de erosão, as características geológicas, as condições de moradia, e quaisquer medidas de mitigação existentes. A coleta de dados também incluirá informações sobre o perfil socioeconômico da população local afetada. Os dados coletados serão submetidos a análise qualitativa, que incluirá a categorização e

interpretação das informações. Serão utilizadas ferramentas estatísticas para quantificar o impacto da erosão nas condições de moradia e identificar correlações significativas.

A pesquisa se concentrará nas áreas urbanas do município de Gurupi, Estado do Tocantins, Brasil, e não abordará as áreas rurais. A delimitação geográfica abrange as coordenadas geográficas de 11° 43' 45'' de latitude ao sul do paralelo do Equador e 48° 04' 07'' de longitude oeste de Greenwich. O período de estudo incluirá dados históricos e observações atuais, abrangendo eventos desde a última década até o presente.

Figura 01. Mapa da área de estudo



A área de estudo localiza-se no município de Gurupi, estado do Tocantins, Brasil. Gurupi é localizada nas coordenadas geográficas de 11° 43' 45'' de latitude ao sul do paralelo do Equador e 48° 04' 07'' de longitude oeste de Greenwich, a uma altitude de 287 metros acima do nível do mar. As condições climatológicas da região são caracterizadas por um clima tropical seco, que é caracterizado por uma estação chuvosa (de outubro a abril) e outra seca (de maio a setembro). A precipitação média anual é de 1500 milímetros.

A avaliação dos riscos geológicos envolveu a observação e análise de diversas

variáveis, como tipo de solo, inclinação do terreno, qualidade das habitações, topografia, índice pluviométrico e distância das moradias do topo à base.

Esta abordagem metodológica segue o modelo proposto por Brasil (2006), no qual essas variáveis são agrupadas para classificar o risco considerando sua magnitude, categorizando-o como muito alto (R4), alto (R3), médio (R2) e baixo/sem risco (R1). Os riscos muito altos são caracterizados por evidências de deslizamentos, trincas na fundação e no solo, bem como inclinação de postes e árvores. Por outro lado, áreas de baixo risco exibem pouca ou nenhuma evidência que sugira a ocorrência futura de danos.

No entanto, o estudo não se limitou à avaliação dos riscos de moradias em zonas perigosas. Foi dada atenção à vertente socioeconômica do problema habitacional no Brasil. Seguindo a metodologia proposta por Silva (2006), foi desenvolvido um Indicador de Condições de Moradia (ICM) para avaliar a salubridade das habitações e, por conseguinte, a qualidade de vida da população residente. A classificação do grau de habitabilidade leva em consideração as características físicas das moradias, condições sanitárias, espaços internos, qualidade habitacional (IQH) e densidade habitacional (IDH).

Conforme estabelecido por Silva (2006), tabelas específicas foram empregadas para análise, e valores do ICM variam de 0 (pior condição) a 1 (melhor condição). O cálculo do ICM é simples, seguindo a equação $ICM = (IQH + IDH) / 2$, resultando em um valor que varia de 0 a 1. A combinação do grau de risco identificado (R1, R2, R3 ou R4) com o valor do ICM (0 a 1) possibilita a criação de um gráfico bidimensional que relaciona essas variáveis (ICM x R). Isso visa proporcionar uma análise integrada dos riscos de deslizamentos com as condições habitacionais nas residências examinadas neste estudo.

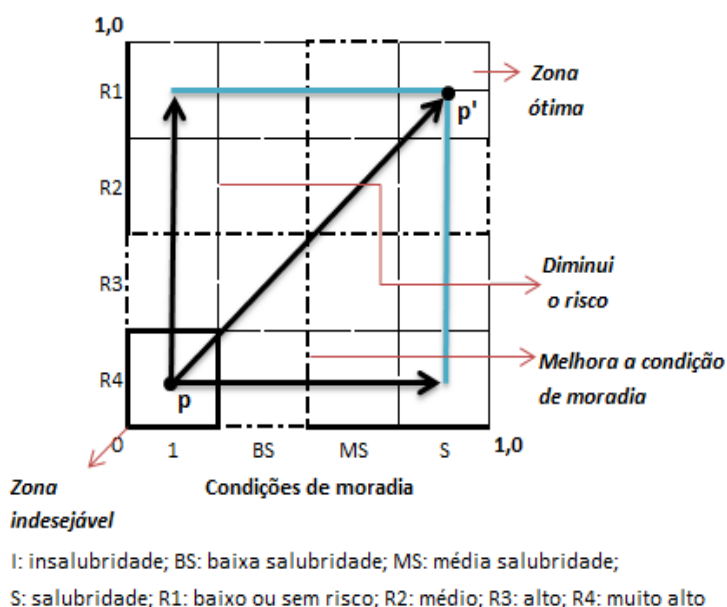
Para uma análise mais aprofundada, foram coletadas amostras de solo em todas as quatro residências, que posteriormente foram submetidas a análises de laboratório. Essas análises tinham o propósito de determinar a densidade, umidade relativa e o pH do solo. O processo de análise laboratorial foi conduzido no laboratório de física e bioquímica do Centro Universitário UNIRG, sob a orientação do Professor Dr. Wataro Nelson Ogawa. Esses dados contribuíram para a compreensão das características do solo e sua relação com os riscos geológicos identificados no estudo.

Para a escolha de casos ganhou prioridade habitações ativas (com residentes) e com

significativo grau de risco. Para cada residência foi levantado um questionário (ver Anexo), visando obter as informações necessárias para o posterior cálculo do ICM.

Para a obtenção do grau de risco (R1, R2, R3 ou R4) foram feitas análises no próprio local, seguindo a metodologia de Brasil (2006).

O gráfico foi proposto por Nascimento (2009). Adotou-se uma escala decrescente de risco na vertical (eixo y), e uma escala crescente do ICM na horizontal (eixo x). Desta forma quanto mais perto da origem cartesiana, maior será o risco e menor o ICM (zona indesejável), e quanto maior à distância, menor o risco e maior o ICM (zona desejável).



Fonte: Adptado de Nascimento (2009)

São delimitadas 16 quadrículas referentes às áreas que de forma conjunta relacionam as quatro situações de risco com as quatro condições de moradia. Para cada quadrícula foi relacionada em um quadro o seu respectivo grau de risco, ações indicadas, grau de prioridade e a condição da moradia. Com isto cada residência ira ocupar uma determinada região do plano cartesiano, determinando assim as informações anteriormente relatadas.

Quadro 3. informações específicas de cada quadrícula

Quadrícula	Graus de riscos	Condições de moradia	Indicação de ações	Grau de prioridade
------------	-----------------	----------------------	--------------------	--------------------

I-R4	Muito alto	Insalubre	Relocação de moradias	Muito alto
BS-R4	Muito alto	Baixa salubridade	Relocação de moradias	Muito alto
MS-R4	Muito alto	Média salubridade	Eliminação ou redução de riscos	Muito alto
			Relocação de moradias	
S-R4	Muito alto	Salubre	Eliminação ou redução de riscos	Muito alto
			Relocação de moradias	
I-R3	Alto	Insalubre	Eliminação ou redução de riscos	Alto
			Relocação de moradias	
BS-R3	Alto	Baixa salubridade	Eliminação ou redução de riscos	Alto
			Relocação de moradias	
MS-R3	Alto	Média salubridade	Eliminação ou redução de riscos	Alto
			Relocação de moradias	
S-R3	Alto	Salubre	Eliminação ou redução de riscos	Alto
			Relocação de moradias	
I-R2	Médio risco	Insalubre	Relocação de	Alto

			moradias	
BS-R2	Médio risco	Baixa salubridade	Relocação de moradias	Médio
MS-R2	Médio risco	Média salubridade	Eliminação ou redução de riscos	Médio
			Relocação de moradias	
S-R2	Médio risco	Salubre	Eliminação ou redução de riscos	Baixo
			Relocação de moradias	
I-R1	Baixo ou sem risco	Insalubre	Melhoria habitacional	Muito Alto
BS-R1	Baixo ou sem risco	Baixa salubridade	Melhoria habitacional	Alto
MS-R1	Baixo ou sem risco	Média salubridade	Melhoria habitacional	Baixo
S-R1	Baixo ou sem risco	Salubre	Nenhuma ação	Nenhuma

Fonte: Adptado de Nascimento, Figueira e Silva (2013)

As quatro amostras coletadas foram levadas para o laboratório de física do Centro Universitário UNIRG, a fim de se analisar a densidade, umidade relativa e o Ph respectivo de cada um.

Para o cálculo da densidade de cada exemplar de solo utilizou-se uma proveta graduada de 100 cm³, copos descartáveis de 200 cm³ e uma balança analítica de alta precisão modelo DIGIMED KN 2000. Para cada terreno, colocaram-se volumes distintos de amostra (posteriormente medidos) na proveta, compactando manualmente cada uma,

visando nivelar o solo com o recipiente. Em seguida transferiu-se o volume da proveta para o copo descartável.

Com a massa do copo já tarada, obteve-se a massa de cada uma das quatro amostragens. Com o volume anteriormente mensurado e a massa conhecida, calculou-se a densidade das quatro porções coletadas. A densidade é conhecida pela divisão da massa pelo volume ($d=m/v$). Foram realizados três ensaios de densidade para cada modelo, e logo após efetuou-se a média aritmética dos mesmos, resultando no valor da densidade final específica de cada solo estudado.

Figura 1. balança e proveta graduada



Com o intuito de se mensurar a umidade relativa de cada terreno, foram usadas 4 (quatro) placas de Petri, cada uma contendo uma amostragem de cada solo. Individualmente, as amostras foram pesadas juntamente com as placas, com a finalidade de se conhecer as

massas iniciais de cada porção (vale frisar que as placas de Petri não foram taradas). No laboratório de Bioquímica do Centro Universitário UNIRG, os 4 (quatro) exemplares sofreram um processo de secagem em estufa ICAMO por um período de 23 horas.

Em seguida, foram levadas à balança de precisão modelo BEL, com o objetivo de se conhecer as massas finais (consequência da diminuição da quantidade de água). Devido ao processo de secagem, verificou-se perda de massa em todas as quatro amostragens. Foi determinada a diferença de massas e a respectiva umidade relativa em porcentagem (%). O cálculo de Umidade se baseia na diferença de massas finais e iniciais em escala de porcentagem (%).

Figura 2. Estufa modelo 3 ICAMO



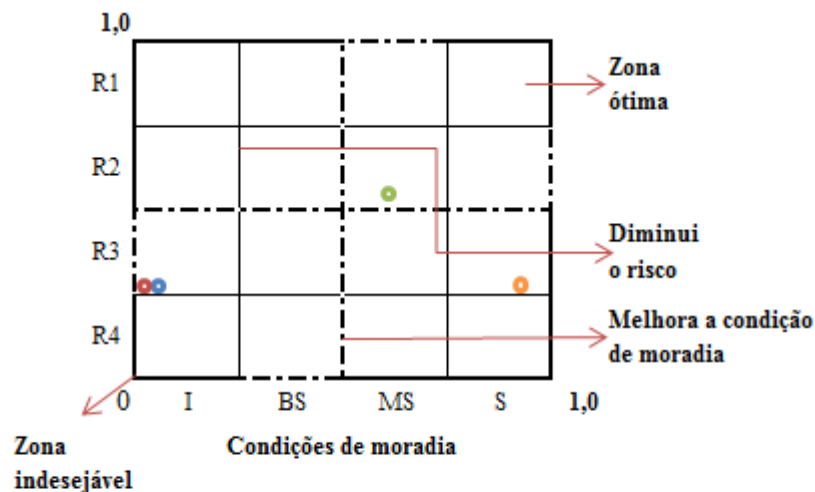
Para a determinação do Ph utilizou-se um béquer graduado de 50 cm³, água destilada, porções dos quatro solos e um aparelho medidor de Ph (Phmetro) modelo ATC. Separou-se a porção de 2 (dois) gramas de cada terreno de forma individual. Logo após, diluiu-se as 2 (dois) gramas de solo em 50 cm³ de água destilada, até que se conseguisse e melhor diluição possível. O Phmetro foi colocado dentro do béquer juntamente com a solução, até que mensuração se estabilizasse. Repetiu-se o processo para as quatro amostragens.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o gráfico montado, são indicadas ações para cada residência representada, conforme o quadro apresentado por Nascimento (2009). A residência 1 (um) apresentou um risco alto (R3) e ICM de 0,207, sendo posicionada na quadrícula I-R3. Foram diagnosticadas fissuras em seus pilares assim como no perímetro da casa, representando significativo perigo para movimentações. Em períodos chuvosos foi ainda constatado o maior volume de escoamento superficial de solo, havendo perda de nutrientes importantes e agravando ainda mais o processo de deslizamento. A mesma não apresentava sinal algum de residentes, tendo o entulho em uma quantidade relativamente grande.

A residência de número 2 (dois) apresentou um risco alto (R3) e ICM de 0,185, sendo posicionada na quadrícula I-R3. Porém, com uma situação ainda mais grave, pois a mesma possui residentes vivendo em condições de salubridade muito baixa, tendo um córrego ao lado, que em épocas de chuva provoca a cheia e o alagamento, condições essas favoráveis a proliferação de vetores de doenças como a dengue.

A residência de número 3 (três) apresentou um risco médio (R2) e ICM de 0,65, sendo localizada na quadrícula MS-R2. Possui média salubridade e risco considerado médio por não apresentar ainda sinais de fissuras ou de intenso deslocamento de massa. Entretanto, vale frisar que a mesma possui em seus arredores intensa quantidade de entulho e declividade considerável, e que se medidas preventivas não forem realizadas de maneira precoce, pode-se no futuro haver um aumento de risco e queda de salubridade, devido a proliferação de mosquitos e demais vetores de doenças.



Zona indesejável	Condições de moradia	ICM	Risco	Salubridade
R3: alto	C1 Setor - Jardim da Luz	ICM = 0,207	I-R3	I: insalubridade
R2: médio	C2 Setor - Jardim da Luz	ICM = 0,185	I-R3	BS: baixa salubridade
R3: alto	C3 Setor - Jardim da Luz	ICM = 0,65	I-R2	MS: média salubridade
R3: alto	C4 Setor - Vale do sol	ICM = 0,9	I-R3	S: salubridade

E por último a residência de número 4 (quatro) observou-se um risco alto (R3) e ICM de 0,9, posicionada na quadrícula S-R3 do cartesiano. Observa-se ao contrário dos outros três casos, uma salubridade muito boa (próximo ao ideal). Todavia, encontra-se em área de risco. Localiza-se ao lado de um córrego sazonal (ativo em períodos de chuva), que tem considerável quantidade de areia no leito, e grau alto de deslizamento na margem.

Para cada caso analisado, foram sugeridas abaixo técnicas da construção civil, com o objetivo de mitigar e/ou eliminar os riscos. Vale ressaltar, que a principal proposta seria relocação destas famílias por parte da administração pública para outros locais. No entanto, foram estudadas e propostas os seguintes métodos.

Residência 1: Nesse caso a solução mais adequada seria buscar uma maneira de se evitar que o terreno assoreasse evitando dessa forma que o mesmo cedesse e destruísse a residência.

A solução seria fixar estacas do tipo atarantadas nas laterais da faixa que está cedendo porque os pilares estruturais já estão expostos ao intemperismo e não oferecem mais suporte a estrutura base da residência. Pois neste local o terreno já está muito solto superficialmente e não resistiria a outro tipo de estacamento como, por exemplo, o de cravamento mecânico.



Fonte: Dicionário geotécnico (2015)

Este tipo de procedimento consiste em perfurar dutos a certa profundidade afim de posteriormente preencher de concreto e armações de aço e unindo-as na parte superior, com uma cinta também de concreto armado para que suas cargas sejam distribuídas regularmente.

Residência 2: Nessa residência há um caso especial de sazonalidade, esta porque em épocas de inverno o córrego que margeia a casa tem suas águas elevadas chegando a cobrir a estrada de acesso ocasionando desgaste no solo que abrange a base da resistência da casa.

A solução seria evitar que as águas continuem a retirar material da base de sustentação da residência e nesse caso seria necessário somente montar um barramento para essas águas que seria montar um método chamado Gabião, que seria pedregulhos acondicionados em uma malha metálica em formato de cubo ou retângulo, conforme o caso.



Fonte: Dicionário geotécnico (2015)

Residência 3: No caso três, essa residência foi construída sob entulho mal compactado de construção civil em uma encosta de barranco. O que pode ocasionar assoreamento e conseqüentemente poderá prejudicar a estrutura da casa podendo vir a mesma a desabar devido ao afastamento do terreno.

A solução mais viável para esse caso seria construir um muro de arrimo que terá a função de absorver toda a carga desse terreno que está cedendo, para conter o assoreamento desse solo e evitar que ele venha abaixo.

O tipo de muro de arrimo será escolhido conforme estudo do terreno porque existem várias formas de se construir um equipamento de contenção como este. No caso o escolhido foi uma contenção feita de concreto e aglomerados grossos rochosos



Fonte: Dicionário geotécnico (2015)

Residência 4: Este terreno tem uma característica peculiar pois ele contém cerca de 1,5 m de cascalho e em sua base, imediatamente a esse cascalho solto, uma massa de argila amarelada e arenosa. Sua superfície demonstra visivelmente o arraste do terreno devido a inclinação de arvores e pilares tortos em sua proximidade.

A solução adequada e mais barata possível seria conter essa descida de terreno com uma técnica chamada Enrocamento, que seria montar nessa parte em que o solo está cedendo, instalar, grandes pedregulhos encostados nesse terreno para que este encontre

resistência ao tentar ceder. Como é feito nas encostas para evitar que o mar avance continente adentro assoreando o terreno.



Fonte: Dicionário geotécnico (2015)

Com as experiências e análises concluídas em laboratório, pode-se fazer estudos de forma quantitativa e qualitativa. Elaboraram-se gráficos relacionando as três variáveis estudadas, visando avaliar de forma conjunta e integrada as propriedades físicas de cada um dos quatro solos. Em relação à densidade, os resultados mostraram uma relação inversamente proporcional entre densidade e risco apresentado. Foi constatado que solos com menor densidade apresentaram os riscos mais altos. Em contrapartida, solos com maior densidade, apresentaram menores riscos.

Casa-1 (Análise de Solo)

Amostras	Massa(g)	Volume(cm ³)	Densidade (g/cm ³)
1	34,86	27	1,29
2	40,8	30	1,36

3	61,26	45	1,36
Densidade (Média)			1,33 g/cm ³
Umidade Relativa			0,11 %
Ph			6,00

Casa-2 (Análise de Solo)

Amostras	Massa(g)	Volume(cm³)	Densidade (g/cm³)
1	37,92	27	1,40
2	53,22	38	1,40
3	67,1	49	1,37
Densidade (Média)			1,39 g/cm ³
Umidade Relativa			0,23 %
Ph			6,98

Casa-3 (Análise de Solo)

Amostras	Massa(g)	Volume(cm³)	Densidade (g/cm³)
1	39,13	27,5	1,42
2	58,82	40,5	1,45
3	80,74	54,5	1,48
Densidade (Média)			1,45 g/cm ³

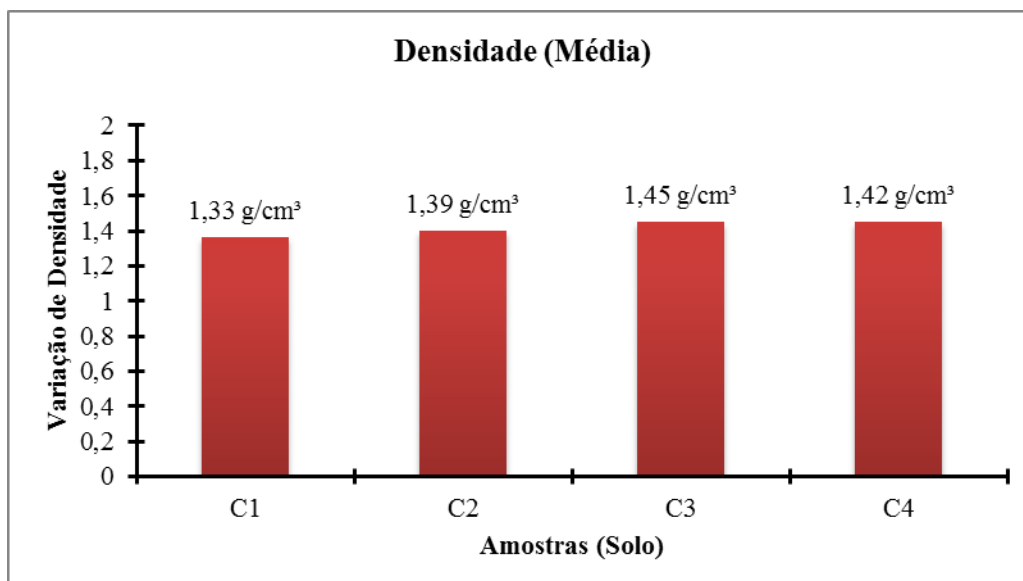
Umidade Relativa 1,81 %

Ph 8,30

Casa-4 (Análise de Solo)

Amostras	Massa(g)	Volume(cm³)	Densidade (g/cm³)
1	38,45	26,5	1,45
2	53,12	36,5	1,46
3	56,85	41,5	1,37
Densidade (Média)			1,42 g/cm ³
Umidade Relativa			0,95 %
Ph			6,47

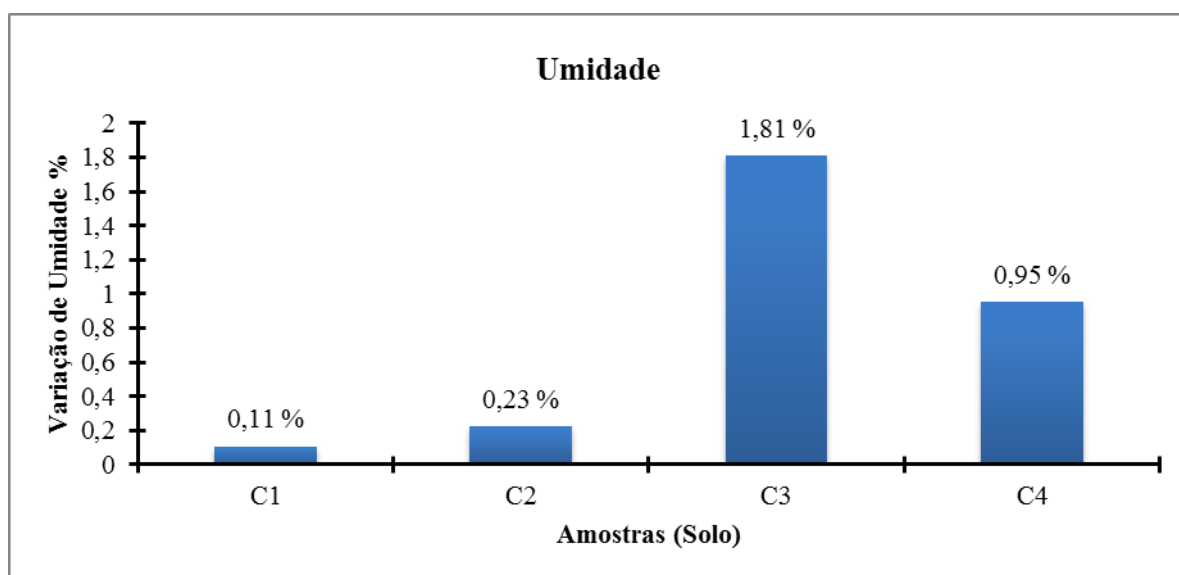
Gráfico 1: Densidade dos solos



As análises das umidades relativas evidenciaram algo já suspeito. Terrenos com maiores riscos de movimentações de massa apresentaram como resultado pouca umidade.

Suspeita-se que um dos fatores relacionados a esta baixa umidade, deva-se ao fato de serem solos com baixo grau de infiltração de água. Desta maneira, contribui-se significativamente para que em épocas de chuva, a água “lave” a porção superficial, tendo como consequência a retirada de importantes nutrientes e posterior agravamento do processo de erosibilidade.

Gráfico 2: Umidade relativa dos solos



Na determinação do Ph observou-se que das quatro amostragens, duas se identificaram com um caráter ácido ($Ph < 7$), uma bem próxima ao neutro ($Ph = 6,98$) e uma apresentando caráter alcalino ($Ph > 7$). Há diferenças entre as amostras quanto ao Ph, porém estes resultados não são conclusivos, uma vez que as mensurações foram realizadas uma vez. Na elaboração de todos os gráficos e tabelas, utilizou-se o software Microsoft Office Excel 2010.

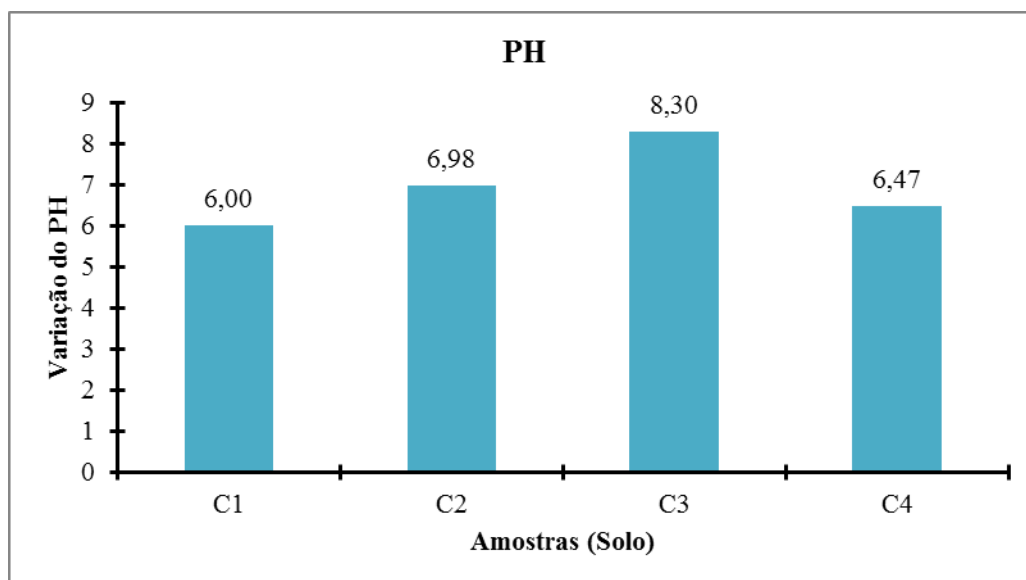


Gráfico 3: Ph dos solos

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi proposta uma metodologia integradora entre risco e salubridade habitacional. É imprescindível analisar as condições de uma população, que por vezes não tem escolha de local para habitar. Acidentes e mortes infelizmente tem se tornado comuns nesses casos, que por vezes se torna difícil prever o momento exato do desastre. Sabe-se que hora ou outra irá acontecer, se medidas emergenciais da administração pública não forem tomadas. É notório que em vários bairros da cidade de Gurupi (maioria em regiões periféricas) encontram-se várias habitações em locais totalmente inapropriados, sujeitos a movimentações.

A análise pelo gráfico bidimensional das variáveis permitiu de forma quantitativa e qualitativa a coleta de dados, e revelou-se como uma boa ferramenta para a compreensão dessas moradias e posteriores interferências no que diz respeito à priorização de ações para a melhoria habitacional, a redução de riscos, transferência e condições de moradia. Espera-se com esse estudo, que ações efetivas sejam tomadas, e que o mesmo se torne um auxílio a mais na solução de problemas relacionados ao setor de habitação da cidade de Gurupi.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11682**: Estabilidade de Taludes. Rio de Janeiro, 1991.

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológicotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. **Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**, Rio de Janeiro, ABMS/ABGE. p. 721-733

BASTOS, C.A.B.; MILITITSKY, J.; GEHLING W. A avaliação da erodibilidade dos solos sob o enfoque geotécnico – pesquisas e tendências. **Revista Teoria e Prática na Engenharia Civil**, Porto Alegre, n.11, 2000, p.17-25.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário Brasileiro de desastres naturais 2011**. Brasília: CENAD, 2012. 80 p.

BRASIL, Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Programas Urbanos. **Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina: COPIART, 2006. 122 p.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapas Político-Administrativos**. Rio de Janeiro, 2015.

JÚNIOR, J.F.P.; CRUZ, L.M.; RODRIGUES, S.C. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia-MG. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.20, n.2, 2008, p.157-175.

NASCIMENTO, M.O.T. **Desenvolvimento de metodologias de priorização de intervenções físicas em aglomerados subnormais sujeitas a riscos de desastres**. 2009. 139p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Programa de Pós – Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, João Pessoa.

NASCIMENTO, M.O.T.; FILGUEIRA, H.J.A.; SILVA, T.C. Metodologia para priorização de ações em aglomerados subnormais considerando os riscos de deslizamentos e inundações e as condições de moradia. **Engenharia Sanit Ambient**, João Pessoa, v.18, n.1, 2013, p. 39-46.

SALOMÃO, F.X.T.; IWASA, O.Y. Erosão e a ocupação rural e urbana. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**, São Paulo, ABGE/IPT, 1995, p. 31-.

SILVA, N.V.S. **As condições de salubridade ambiental das comunidades periurbanas da bacia do baixo Gramame: diagnóstico e proposição de benefícios**. 2006. 122p. Dissertação (Doutorado em Psicologia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Programa de Pós – Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, João Pessoa.

APÊNDICES



Fotos da residência de número 1 (um)



Fotos da residência de número 2 (dois)



Fotos da residência de número 3 (três)



Fotos da residência de número 4 (quatro)

ANEXOS

Questionário para o levantamento das informações pertinentes ao subindicador de condições de moradia.

Data: ____/____/____

Nome do entrevistador: _____

Nome do entrevistado: _____

Endereço residencial: _____

Bairro/Localidade: _____

1) Condições de Moradia

1) Qual a área construída da casa (largura X comprimento-m²)? _____

2) Qual o número de cômodos (considerar todas as partes dentro da casa)? _____

3) Qual o número de quartos? _____

4) Existe banheiro? () Sim () Não 4.1) Se Sim, qual o número de banheiros? _____

5) Existe cozinha? () Sim () Não

5.1) Se Sim, tem pia? () Sim () Não

6) Qual o material da parede da residência? () Alvenaria (tijolo) () Mista () Taipa () Madeira () Outros: _____

7) Qual o revestimento utilizado nas paredes? () Reboco Simples (argamassa, cerâmica) () Material Alternativo: _____ () Não é rebocado

8) Qual o material utilizado na cobertura da casa? () Forrado (laje, forro de gesso ou madeira)
() Telhado (Só telha e madeira) () Material Alternativo:

9) Qual o material do piso da residência (casa)? () Cerâmico ou similar () Cimentado () Sem revestimento()

10) Qual o número de Habitantes? _____

