

PIMENTEL E PERPÉTUO NO ÂMBITO DO PROTEGER TERESÓPOLIS: AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE ASPÉCTOS DE RISCO

PIMENTEL AND PERPÉTUO WITHIN THE SCOPE OF PROTEGER TERESÓPOLIS PROJECT: PRELIMINARY EVALUATION OF RISK ASPECTS

Thiago de Souza Carnavale¹, Leticia Thurmann Prudente²

RESUMO

Este artigo aborda diversos aspectos dos riscos associados aos movimentos de massa em ambientes serranos, com foco na situação habitacional da comunidade do Pimentel em Teresópolis. O olhar específico volta-se para o déficit habitacional e as ocupações em áreas de risco, respaldado por uma avaliação de indicadores de vulnerabilidade a deslizamentos de terra. Após a tragédia climática de 2011, o governo local implementou programas de realocação e construção de habitações sociais. Utilizando dados do questionário do projeto Proteger Teresópolis, o estudo esclarece aspectos físicos, ambientais e sociais das moradias locais. Adicionalmente, uma análise da expansão populacional e territorial do Pimentel nos últimos 20 anos revela um crescimento significativo em determinadas áreas. A pesquisa inclui ainda uma avaliação do solo típico da região por meio de ensaios de Cisalhamento Direto, realizados em amostras coletadas em visitas de campo.

Palavras-chave: Proteger Teresópolis; Habitação de Interesse Social; Deslizamentos.

ABSTRACT

This article addresses various aspects of risks associated with mass movements in mountainous environments, focusing on the housing situation in the Pimentel community in Teresópolis. The specific focus is on housing deficits and occupations in high-risk areas, supported by an assessment of indicators of vulnerability to landslides. Following the climatic tragedy of 2011, the local government implemented relocation and social housing construction programs. Using data from the Proteger Teresópolis project questionnaire, the study elucidates physical, environmental, and social aspects of local housing. Additionally, an analysis of Pimentel's population and territorial expansion over the last 20 years reveals significant growth in certain areas. The research also includes an evaluation of the region's typical soil through Direct Shear tests conducted during field visits for data collection.

Keywords: Proteger Teresópolis; Social Housing; Landslides.

1 (coordenador do projeto), D.Sc. (docente), Engenharia Civil, UNIFESO.

2 (docente), D.Sc. (docente), Arquitetura, UNIFESO.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho busca realizar uma análise integrada da engenharia civil e arquitetura, por meio de investigações experimentais e analíticas, proporcionando uma compreensão das características das comunidades Pimentel e Perpétuo, áreas de interesse do projeto Proteger Teresópolis.

1.1 Objetivos específicos:

- Analisar a situação habitacional da comunidade do Pimentel como parte de uma pesquisa integrada de iniciação científica sobre as áreas de risco em Teresópolis, incluindo a reflexão sobre Habitação de Interesse Social (HIS), análise do contexto socioambiental e urbano, relato das perspectivas dos agentes locais e identificação de problemas. A metodologia abrange estudo bibliográfico, levantamento de dados, visitas de campo e análises de dados, com discussões, desafios e proposições visando futuras ações de pesquisa.
- Analisar a situação habitacional da comunidade do Pimentel como parte de uma pesquisa integrada de iniciação científica sobre as áreas de risco em Teresópolis, desenvolvida entre os cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil.
- Identificar as técnicas construtivas adotadas para a execução das edificações nas áreas em estudo.
- Avaliar as condições de habitação no âmbito da promoção de risco.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica abrange temas como o histórico da habitação social no Brasil e políticas públicas urbanas, com contribuições de autores como Bonduki (1998) e Balbin (2014). Santos Carvalho e Rossbach (2010) orientam as discussões sobre a inserção da HIS na política urbana, destacando a importância dos planos diretores locais em relação ao Direito à Cidade e à Moradia Digna. Rolnik, Cymbalista e Nakano (2011) fornecem insights sobre políticas setoriais relacionadas à HIS. A revisão aborda também as reivindicações dos movimentos sociais pela moradia, com exemplos de ocupações recentes em centros urbanos, apresentados por Melo (2021) e Franco (2022). No contexto geotécnico, foram consideradas diversas causas para deslizamentos de terra, conforme USGS (2004), Highland and Bobrowsky (2008), UNISDR (2017), e Catani et al. (2011). Essas causas envolvem fatores geológicos, morfológicos, antrópicos e hidráulicos. A revisão bibliográfica forma a base para a compreensão, discussão e análise do contexto de exposição e vulnerabilidade das comunidades Pimentel e Perpétuo, ressaltando a importância das Habitações de Interesse Social como estratégia para o gerenciamento de riscos.

3. METODOLOGIA

RA metodologia proposta para este estudo compreendeu diversas abordagens, incluindo um estudo bibliográfico aprofundado, o levantamento de dados estatísticos e cartográficos, bem como visitas de campo. O foco central dessas investigações concentrou-se em temas relacionados à Habitação de Interesse Social (HIS), com ênfase em um dos bairros objeto da pesquisa integrada entre os cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, intitulada “Pimentel e Perpétuo - Caracterização Físico-Mecânica de Solos: Uma Análise Geotécnica Complementar ao Proteger Teresópolis”.

A escolha do Bairro Pimentel como área de estudo foi motivada pela inserção inicial no campo, estabelecida através do contato com a associação de moradores do bairro, proporcionado pelo grupo do Projeto Proteger Teresópolis. O desenvolvimento do trabalho estendeu-se ao longo de 12 meses, de junho de 2022 a

julho de 2023, dividido em cinco etapas metodológicas distintas. A tabela 1 apresenta de forma detalhada essas etapas, seus objetivos correspondentes, os produtos gerados e os procedimentos metodológicos empregados até o momento.

Tabela 1 - Etapas, objetivos, produtos e procedimentos metodológicos

DESCRIÇÃO	OBJETIVOS	PROCEDIMENTOS
Pesquisa bibliográfica	Refletir sobre a problemática da habitação de interesse social - recorte no município de Teresópolis para o artigo Contextualizar a situação socioambiental da Comunidade do Pimental desde a catástrofe Levantamento de bases teóricas de fundamentos de risco geológicos	Revisão bibliográfica e revisão documental individual ou em dupla, resumos e apresentações para discussão em grupo
Pesquisa de campo	Entender as distintas perspectivas dos agentes locais - prefeitura municipal e associação de moradores Identificar em campo as situações problemáticas hoje de algumas habitações em risco e rotas de fuga Realização de questionários no âmbito do Proteger Teresópolis	Entrevistas com agentes locais - prefeitura e associação de moradores Visita técnica Registros fotográficos
Pesquisa de dados	- Analisar o crescimento e a ocupação da comunidade do Pimental no território físico do município - Efetuar o levantamento de dados/indicadores de risco para subsidiar a interpretação da exposição e vulnerabilidade	Pesquisa e análise de dados (IBGE e Proteger Teresópolis) Pesquisa em literatura especializada
Análises	- Propor desdobramentos da e para a pesquisa integrada sobre habitações e rotas de fuga nas comunidades em risco de Teresópolis -Expor as características de um solo típico da região e definir indicadores para avaliação de risco	Discussão sobre desafios e proposições sobre as questões de habitar em risco

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Risco de Deslizamentos

Em várias regiões do mundo, especialmente em áreas montanhosas da América Central e do Sul, os deslizamentos de terra induzidos por chuvas representam um risco hidrogeofísico frequente. Esses eventos acarretam sérios danos sociais, econômicos e ambientais, ao mesmo tempo em que constituem obstáculos significativos para o desenvolvimento econômico humano (CNRD e PNUMA 2019; Lindenmann, 2021; Nadim et al. 2013; Redshaw e Bottomley 2020; UNISDR 2017a).

Anualmente, os deslizamentos de terra causam impactos significativos na sociedade, resultando na destruição de edificações e infraestruturas, perda de vidas humanas, degradação do solo e efeitos duradouros nos ecossistemas (Highland e Bobrowsky 2008; IBGE 2019b). Esses eventos também geram bilhões de dólares em danos econômicos (Dilley et al. 2005). Cerca de 17 a 20 por cento da superfície terrestre global é suscetível a riscos de deslizamentos de terra (Jia et al. 2021; Stanley e Kirschbaum 2017), impactando aproximadamente 5% da população mundial total (Dilley et al. 2005).

A distribuição geográfica da suscetibilidade global a deslizamentos de terra e as áreas correspondentes propensas a esses eventos coincidem com os padrões de riscos globais de deslizamentos de terra induzidos por precipitação, conforme destacado por Nadim et al. (2006, 2013) e Redshaw e Bottomley (2020). Como mencionado por Lindenmann (2021), entre 1980 e 2018, aproximadamente 400.000 deslizamentos de terra significativos, induzidos por chuvas, foram registrados globalmente, colocando o Brasil como o 8º país mais impactado, com um total de 13.360 deslizamentos nesse período (Redshaw e Bottomley 2020). Globalmente, os riscos e eventos de deslizamentos de terra estão em ascensão (Coelho-Netto, Avelar e Lacerda 2009a). Especialmente em países emergentes e em desenvolvimento, diversos fatores contribuem para essa tendência, incluindo a séria degradação dos solos, do ambiente e dos ecossistemas, a sobre-exploração dos recursos naturais, os processos de urbanização e a ausência de planejamento urbano. Associados aos impactos das mudanças climáticas, esses elementos resultam em uma maior exposição e vulnerabilidade social de comunidades urbanas e rurais aos riscos de deslizamentos de terra, frequentemente carentes de capacidades e mecanismos de resposta (Alcántara-Ayala e Oliver-Smith 2014; Lange, Sandholz e Nehren 2018; Nadim et al. 2013; Redshaw e Bottomley 2020).

A rápida expansão urbana e a urbanização acelerada em áreas propensas a deslizamentos, juntamente com a ocupação desordenada de encostas, intensificam a ocorrência desses eventos e aumentam a exposição e a vulnerabilidade das populações urbanas (IBGE 2019b; Nadim et al. 2013; Nehren, Alfonso de Nehren e Heinrich 2009). Prevê-se que as alterações climáticas resultem em um aumento na frequência e intensidade de eventos meteorológicos extremos de precipitação em regiões montanhosas, ampliando os riscos hidrogeológicos associados (IPCC 2021a; Picarelli, Lacasse e Ho 2021; Redshaw e Bottomley 2020). Consequentemente, o risco de deslizamentos de terra e a vulnerabilidade dos ecossistemas em regiões já frágeis aumentam significativamente (Picarelli et al. 2021).

É evidente que a influência humana, como a modificação do solo e a urbanização, é o principal fator climático contribuinte para mudanças nas condições meteorológicas e extremos climáticos (IPCC 2021a, 2021b). Na região sudeste da América do Sul, observaram-se aumentos na precipitação extrema e mudanças na variabilidade da precipitação desde a década de 1960 (IPCC 2021a). No sudeste do Brasil, a intensificação de eventos extremos impacta principalmente as populações socioeconômicas vulneráveis, concentrando-se frequentemente em assentamentos marginais em encostas suscetíveis a deslizamentos de terra (Lange et al. 2018). Isso destaca a alta exposição e a falta de capacidade de resposta e adaptação nas comunidades, muitas vezes devido à ausência de legislação e regulamentação adequadas para lidar com os riscos de deslizamentos de terra (UNISDR 2017a). A presença de assentamentos informais em áreas urbanas no sopé de encostas íngremes intensifica os processos que aumentam a vulnerabilidade aos deslizamentos em ambientes montanhosos, resultado da ocupação desordenada de áreas de encosta devido à urbanização acelerada combinada com a falta de planejamento adequado, evidenciando os impactos da pobreza e marginalização (IBGE 2019b; Sepúlveda e Petley 2015).

Devido à distribuição global dos perigos de deslizamentos de terra e sua magnitude potencial em comparação com a exposição e vulnerabilidade dependentes da localização, o risco de deslizamentos de terra emergiu recentemente na agenda política internacional. Iniciativas recentes, como o Compromisso de Quioto sobre Deslizamentos de Terra 2020, da Iniciativa de Deslizamentos de Terra (ICL), representam um compromisso voluntário vinculado à Parceria de Sendai sobre Deslizamentos, alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, à Nova Agenda Urbana e ao Acordo Climático de Paris, em conformidade com o Quadro de Sendai para Redução do Risco de Desastres (Alcántara-Ayala et al. 2017; ICL 2020; Sassa 2021; UNDRR 2021). Geralmente, a exposição e vulnerabilidade das populações urbanas inseridas em sistemas socioecológicos frágeis na América do Sul a eventos de desastre são elevadas, com destaque para o sudeste do Brasil (Sandholz, Lange e Nehren 2018).

Os deslizamentos de terra representam o segundo desastre geohidrológico mais comum no Brasil, resultando em impactos socioeconômicos e ambientais significativos à sociedade anualmente, especialmente quan-

do ocorrem próximos ou dentro de áreas urbanas. A região Sudeste do Brasil é frequentemente atingida por movimentos de massa induzidos pelas chuvas, totalizando 80% do número total de eventos de deslizamentos de terra, com um impacto anual estimado em cerca de US\$ 300 milhões em danos e perdas nacionais (CEPED e UFSC 2013a; CNRD e UNEP 2019; IBGE 2019b; Nehren et al. 2018). Mais de 85% desses deslizamentos ocorrem durante o verão (estação chuvosa), com concentração particular nos meses de janeiro e fevereiro (Seluchi, Chou e Gramani 2010).

A região Sudeste do Brasil é classificada como de alta a muito alta suscetibilidade a deslizamentos, abrangendo 48% de sua área total (IBGE 2019b). Aproximadamente 42% da população total do Brasil reside na região Sudeste, ressaltando a extensão significativa da população exposta a riscos crescentes de deslizamentos de terra (Frank, Fromiga-Johnsson et al. 2019; IBGE 2019b). Cerca de 73,8% da área total do estado do Rio de Janeiro é considerada de alto a muito alto risco de deslizamentos (IBGE 2019b). A região serrana do estado do Rio de Janeiro possui elevados níveis de risco para o deslizamento de encostas, associados às suas características geológicas, hidrológicas, morfológicas, ambientais, sociais etc.

Como estratégia de avaliação de indicadores de risco geológico-geotécnico, destaca-se o projeto Proteger Teresópolis no âmbito do presente projeto de pesquisa. Tal projeto é uma parceria entre o Centro Universitário Serra dos Órgãos - UNIFESO e a Prefeitura Municipal de Teresópolis, por meio da Secretaria Municipal de Defesa Civil. Nesse sentido, com base nas visitas de campo do Proteger Teresópolis, foram realizados questionários para levantamento de dados primários, obtidos diretamente em campo por meio de entrevistas, e a confecção de cartas temáticas que compreendem a espacialização dos indicadores que compõem diversas metodologias de análises de risco.

Em 2021, o projeto Proteges Teresópolis mapeou centenas de habitações. Como ponto de atenção, baseado nos dados do questionário realizado no projeto, existe uma percepção elevada da ocorrência de movimentos de massa em ambas as áreas.

4.2 Aspectos Naturais de Solo Típico

No escopo do presente projeto de pesquisa, foi realizada uma campanha de ensaios laboratoriais realizados no UNIFESO. No caso, foram feitas caracterizações físico mecânicas de solo típico das áreas estudadas.

O ensaio de granulometria conjunta (peneiramento e sedimentação - NBR 7181 – ABNT – “Solo – Análise granulométrica” - NBR 5734 – ABNT – “Peneiras para ensaio –Especificação” - NBR 6457 – ABNT – “Amostras de Solo – Preparação para Ensaios de Compactação e Ensaios de Caracterização”.) foi empregado para a determinação da curva granulométrica. Para o Cisalhamento Direto, foi utilizado o equipamento Shear-matic EmS, fabricado pela Controls - Wykeham Farrance situados nos laboratórios de Mecânica dos Solos do Campus Quinta do Paraíso - UNIFESO.

Os solos dos pontos estudados foram classificados como colúvio. Quanto à distribuição granulométrica, utilizou-se a metodologia proposta na norma NBR 7181-1984, com e sem o uso de defloculante na determinação da fração fina de solo. Cabe ressaltar que o defloculante (hexametáfosfato de sódio) atua como dispersor dos grumos presentes na fração fina dos solos, acarretando um aumento significativo da porcentagem de tais frações ao longo dos resultados expressos nas curvas granulométricas (Figura 4).

Ao comparar as porcentagens das frações de finos obtidas com o uso de hexametáfosfato de sódio (HEX) e com as obtidas na água (W), verifica-se o alto grau de floculação das partículas. Este fato é mais pronunciado no colúvio representado na amostra Pt 1, devido à maior porcentagem de finos em sua composição, atuando em forma de grumos.

Os resultados dos ensaios de cisalhamento direto realizados para as tensões verticais de 50, 100 e 200 kPa indicam coesão de 27 kPa e ângulo de atrito de 28°. Situação Habitacional em Teresópolis

Tendo em vista o Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS) de Teresópolis (URBES, 2011), podemos entender melhor os acontecimentos e evoluções até hoje na cidade. A necessidade habitacional corresponde à quantidade de moradias que precisam ser produzidas para atender ao déficit habitacional acumulado, especialmente da população de baixa renda. De acordo com o Plano Local, pode ser entendido de duas maneiras: através do Déficit por Reposição de Estoque - quando se trata de domicílios rústicos, devido à precariedade da construção; e o Déficit por Incremento de Estoque - nos casos de coabitação familiar, aluguel de cômodos, domicílios improvisados e ônus com aluguel.

À época da elaboração do PLHIS, o panorama habitacional do município já era grave sendo apontado que havia, ainda no ano 2000, um déficit habitacional de 1.994 unidades; que dos 41.422 domicílios da cidade, 9.175 (22,1%) eram em aglomerados “subnormais” e, de um modo geral havia uma tendência de crescimento populacional em áreas de risco como: áreas de proteção ambiental e loteamentos irregulares. Ademais, a frequente ocorrência de deslizamentos e alagamentos põem em risco construções nas encostas e fundos de vales a cada temporada de chuvas. Na própria comunidade do Pimentel, em 2002, já havia ocorrido um deslizamento em função de chuvas e falta de amparo adequado pelos órgãos públicos, matando 8 pessoas sendo 5 crianças (URBES, 2011).

Em janeiro de 2011, pouco antes da elaboração do PLHIS, a Região Serrana do estado foi devastada por chuvas torrenciais atípicas que causaram uma série de enchentes e deslizamentos de terra. Este evento foi considerado, à época, a maior catástrofe climática e geotécnica da história do Brasil e classificada pela ONU como o 8º maior deslizamento dos últimos 100 anos em todo o mundo (BUSCH, AMORIM, 2011). “A Tragédia de 2011”, como é chamada popularmente esta catástrofe, levou à morte comprovada de mais de 900 pessoas, o desaparecimento de outras 350, à destruição completa de bairros inteiros e o desalojamento de milhares de pessoas. Segundo o PLHIS, somente em Teresópolis, foram interditados 2.311 domicílios, ou seja 5,57% de todo o município. Muitos moradores nunca puderam voltar às suas casas, e o cenário de déficit habitacional, que já era grave antes, certamente se tornou muito pior.

A Tragédia de 2011 expôs a vulnerabilidade das ocupações em encostas e margens de rios; e evidenciou a urgente necessidade da produção e planejamento adequado de habitações sociais em Teresópolis. O evento destacou a importância de se realocar as famílias afetadas, e outras ainda em risco, para áreas mais seguras e fornecer moradias e urbanizações adequadas para os residentes de baixa renda. Precisamos discutir o planejamento urbano da cidade e decidir como habitar com harmonia com o Meio Ambiente.

Após o desastre, houve uma mobilização por parte do governo local, juntamente com a assistência de órgãos estaduais e federais, para enfrentar a crise habitacional e implementar soluções de moradia social. Programas foram desenvolvidos para realocar as famílias atingidas e fornecer casas seguras e adequadas para aqueles que perderam suas residências. A principal ação concreta neste sentido foi o desenvolvimento, a partir de 2013, do conjunto de edificações de habitação social Fazenda Ermitage. A obra foi concluída em 2015 e foram investidos aproximadamente R\$ 120 milhões através do programa federal Minha Casa Minha Vida e foram construídas 1.6000 unidades habitacionais. Contudo, este conjunto foi realizado através da concentração, em um só lugar, de um número muito grande de unidades, em uma área relativamente periférica da cidade e que sofre até hoje com problemas de acessibilidade e mobilidade urbana, além da falta de oferta de serviços. Atualmente para se acessar o conjunto a partir dos bairros do entorno, e consequentemente do restante da cidade, é necessário atravessar ou caminhar pelo acostamento da estrada BR-116, que passa à margem no núcleo urbano principal de Teresópolis.

Em 2022, o Governo do Estado, através da Secretaria Estadual de Infraestrutura e Obras (Seinfra), lançou a concorrência nacional nº 049/2022, para a 2ª fase do empreendimento e a contratação de empresa responsável por elaborar o projeto executivo e construir mais 500 unidades habitacionais no local. Os novos apartamentos terão 2 quartos, área de 47 m² e servirão para atender ainda às vítimas da Tragédia de 2011 que ainda não foram alocadas.

Além disso, foram realizados esforços para implementar medidas de prevenção de desastres, como a identificação e o mapeamento de áreas de risco, a implantação de sistemas de alertas de chuvas intensas e o desenho estratégias de fuga em caso de emergências climáticas; incluindo aí a definição de rotas de fuga e pontos de encontro seguros dentro das áreas mais expostas ao deslizamento de terra.

É importante ressaltar que a solução para a questão da habitação social em Teresópolis é um desafio contínuo. A cidade ainda enfrenta obstáculos na implementação de políticas eficazes de habitação social, especialmente devido às limitações financeiras e questões burocráticas e políticas. Como resolver a questão de habitação na cidade de Teresópolis enquanto a cidade continua crescendo em direção às encostas, áreas de proteção e locais onde o solo não é adequado para as técnicas de construções aplicadas?

4.3 Expansão Populacional e Territorial no Pimentel nos Últimos 20 anos

Foram levantados dados dos Censos Nacionais de 2000 e 2010, dos levantamentos in-loco feitos pelo Projeto Proteger Teresópolis¹ e a partir da análise do histórico de fotos de satélite, de 2006 até 2023, disponibilizadas pelas bases do Google Earth. Os dados do Censo de 2022 ainda não haviam sido publicados ao nível dos setores censitários na data da elaboração deste artigo, e, portanto, ainda não puderam ser analisados.

Segundo a Malha de Setores Censitários de 2010 (IBGE, 2012) os setores de número 041, 042, 142 e 143 correspondem, aproximadamente, ao perímetro da comunidade do Pimentel (Mapa 1, página anterior). Inclusive, estes são os únicos setores no entorno imediato que foram designados como “subnormais” pelo IBGE, fora os da comunidade do Rosário, mais ao sul. No Censo de 2000 (IBGE, 2003), ainda não existiam os setores 142 e 143, e os seus territórios, domicílios e moradores ainda estavam incorporados aos setores 041 e 042, respectivamente. Somente a partir do Censo de 2010 é que houve um destrinchamento, possivelmente pelo rápido crescimento da população e do número de construções. Além disso, existem trechos da malha urbana adjacente que claramente fazem parte da comunidade, mas que não foram incorporadas nestes setores. A saber: o trecho imediatamente mais ao sul da Rua Luís Noguet Jr., entre as Ruas Zenóbio da Costa e José Bandeira Viana (que leva ao Rosário); o lado norte da Rua Manoel Carreiro de Melo, no trecho acima (ao oeste) do entroncamento com a Rua Café Filho; e por fim, o trecho mais alto (ao sul) da Rua Cel. Senra (que leva ao Bom Retiro). Como os setores que contemplam estes trechos também incluem grandes partes dos bairros do entorno, como o Bom Retiro e São Pedro, e estes têm características urbanas claramente diferentes da área estudada, escolheu-se não incluir esses setores nesta análise. Portanto, certamente os números aqui apresentados seriam ligeiramente diferentes se pudéssemos incluir estes trechos.

De acordo com os dados do IBGE, esses quatro setores continham 854 domicílios particulares permanentes em 2000; o que aumentou para 1.196 em 2010, representando um crescimento de 40,1%. Enquanto isso, o número de moradores passou de 3.133 para 4.537 - um ganho de 44,8% na população da comunidade. Já a densidade interna das residências aumentou ligeiramente, mudando de 3,67 habitantes / domicílio em 2000, para 3,79 em 2010. Para efeito de comparação, no mesmo período o município de Teresópolis, como um todo, cresceu 30,2% no número de domicílios particulares permanentes (de 41.293 para 43.782) e 19,1% no número de habitantes (de 137.211 para 163.356). Já a densidade de moradores por domicílio diminuiu sensivelmente no município de uma forma geral: passou de 3,32 em 2000 para 3,04 em 2010. Portanto, o crescimento do Pimentel, tanto em termos de número de domicílios quanto de moradores, foi consideravelmente maior do que a média da cidade no período. Ademais, a área de estudo apresenta uma densidade também sensivelmente maior que a média municipal, que, pelos dados, demonstrou uma tendência de espraiamento nessa primeira década do século, uma vez que o número de domicílios cresceu em velocidade maior que o número de moradores. No Pimentel ocorreu o contrário, e verificou-se uma tendência de adensamento populacional.

A área é preponderantemente composta por moradias classificadas como “casas” em oposição a “apartamentos” ou outros tipos de moradias. Este fato é claramente observado in-loco, além de comprovado pelos

dados dos Censos: 98,6% das moradias foram designadas como “casas”, tanto em 2000 quanto em 2010. Também, a grande maioria dos domicílios são “próprios e quitados”, com curva de tendência de crescimento desta situação: em 2000 eram 78,8% das moradias e passaram a 81,0% em 2010. No mesmo período, cresceu ligeiramente a proporção de residências alugadas, de 9,8% para 14,2%, em contraposição a outras formas de cessão. Portanto, de um modo geral percebe-se uma tendência de maior formalização das condições de ocupação das moradias, no local.

Se compararmos os dados dos setores separadamente, é possível perceber características e tendências particulares a cada trecho da comunidade. O território que compreendia originalmente apenas o setor 042 teve uma pequena diminuição tanto no número de moradores - de 1398 para 1.193 (-14,7%) - quanto de domicílios - de 394 para 341 (-13,5%). A separação deste em dois setores parece distinguir áreas com características bastante diferentes: o novo setor 143 contempla uma urbanização claramente mais densa e que se dá em torno da Rua Zenóbio da Costa, em uma pequena bacia topográfica. Enquanto isso, o novo setor 042 (de 2010) compreende as franjas da urbanização desta bacia, nas partes mais altas, subindo a Serra do Cavalo e, apesar de ser significativamente maior, contém menos domicílios e moradores. Vale assinalar que, analisando fotografias históricas, percebe-se que o setor 143 corresponde aproximadamente ao núcleo urbano mais antigo da área, designado originalmente de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro (PERES, 2022).

Já o setor 041 de 2000 se subdividiu entre os setores 142 - que contempla essencialmente a urbanização que ocorre ao longo do lado sul da Rua Manuel Carreiro de Melo - e o novo setor 041 - que compreende algumas áreas mais consolidadas nas Ruas Carreiro de Melo e José Patrocínio (mais baixas), mas que se caracteriza principalmente pela urbanização que ocorre nas partes mais altas do morro, acessadas pela Rua Joaquim Ribeiro e outras ruas que partem dela. Foi nestes dois setores, em realidade, que ocorreu o grande salto populacional da comunidade no período: de 1.735 moradores em 2000 para 3.34 em 2010 (+92,3%), e de 460 para 855 domicílios (+85,9%). Em função das características morfológicas e topográficas desses dois setores, é possível especular que a maior parte do crescimento se deu no que passou a ser o novo setor 041. Ao passo que a urbanização do setor 142 se dá em uma área mais consolidada e de maior acessibilidade - ao longo da Rua Manuel Carreiro, que ao menos em 2006 já era asfaltada - o novo setor 041 inclui, além de áreas mais acessíveis e consolidadas, outros trechos de características mais rurais, com muita vegetação e que até hoje são acessados apenas por ruas, vielas e trilhas de terra. Além disso, estão localizadas em partes do morro onde a topografia é mais acidentada e significativamente mais alta: até 100m de altitude a mais que a entrada da Rua Joaquim Ribeiro, junto à Rua Manuel Carreiro.

A partir da série histórica de fotos de satélite disponibilizadas pelo Google Earth, que dispõe de imagens da área desde julho de 2006, foi feita uma análise gráfica sobrepondo as sucessivas imagens que foram sendo disponibilizadas ano a ano, e registrando as mudanças que ocorreram na morfologia urbana. No Mapa 5, são destacados através de polígonos amarelos todas as novas construções ou acréscimos significativos de construções existentes que foram executadas na área de estudo entre julho de 2006 e Maio de 2010. Neste período não foram verificadas demolições ou remoções significativas. Podemos notar que houve uma série de construções em todo o perímetro, mas que nos setores 042 e 143 foram relativamente poucos. Nesse período as novas construções se deram principalmente nos setores 041 e 142, o que corrobora os dados provenientes dos Censos.

Infelizmente, nas bases do Google Earth não há imagens de satélite anteriores a 2006 que permitiriam a verificação exata de onde se deu a construção dos 395 domicílios nestes dois últimos setores, algo apontado pelos Censos. Contudo, na imagem mais antiga, de 2006 e apresentada no Mapa 5, pode se perceber que em diversos locais dentro do setor 041 há indícios de que havia ocorrido movimentos de terra recentemente (cor marrom claro), algo típico de obras de construção; como, por exemplo, é visto no condomínio que foi construído na Rua Café Filho, logo ao norte do entroncamento com a Rua Manuel Carreiro.

Estes supostos movimentos de terra recentes parecem se concentrar nas partes mais altas do morro, no meio do setor 041, justamente na franja de expansão da malha urbana. Podemos supor que a parcela maior do crescimento se deu nessa região, entre 2000 e 2006, portanto antes das imagens disponíveis. Contudo, com o

decorrer da presente pesquisa, será feita uma busca por imagens desta época que possam comprovar, ou desmentir, esta suposição.

A primeira foto aérea disponível após o incidente é somente de novembro de 2011, mas nela já é possível verificar a ausência de algumas construções que antes existiam ali. Ao longo dos próximos anos uma série de outras construções também foram demolidas, o que talvez seja um indício de que tenham sido primeiro interditadas para depois serem demolidas pelo poder público. De qualquer forma, estas construções claramente se concentravam nas partes mais altas e íngremes dos setores 041 e 042.

Os acréscimos e demolições que ocorreram entre setembro de 2015 e junho de 2023. Percebe-se que houve apenas algumas demolições pontuais no período, ao passo que muitas novas edificações e anexos foram construídos. Estes se deram, de um modo geral, por todo o território da comunidade, mas foi observado uma incidência maior e mais concentrada no setor 041, próximo ao início da Rua Joaquim Ribeiro e as ruas que dela emanam (Teófilo Dias, Eça de Queiroz e Otávio de Freitas), que é o trecho já mais denso e urbanizado deste setor.

Os dados sobre a comunidade provenientes dos levantamentos do Projeto Proteger Teresópolis abordam apenas uma parcela dos domicílios do Pimentel: 591, dentro de um universo que, em 2010, já era de 1.196 e que, ao que tudo indica, deve ser ainda maior hoje. Porém, estes dados trazem diversas informações pertinentes. Dos domicílios levantados, 113 não puderam, por uma razão ou outra, ter seu número de habitantes averiguado. Mas, dos 478 restantes, em 65 (13,6%) deles constatou-se não haver moradores. Ou seja, não são ou não podem ser usados como moradia, por alguma razão. Nos domicílios em que se confirmou que de fato há pessoas morando, contabilizou-se um total de 1084 moradores, o que levaria a uma densidade de 2,63 moradores por domicílio habitado, valor consideravelmente menor do que o sugerido pelo Censo.

Ademais, a partir das fotos de satélite mais atuais pode se perceber que existem diversas construções em estado de abandono, com telhados desmoronados e que não necessariamente são aquelas apontadas como não tendo moradores pelos dados do projeto Proteger Teresópolis. Em uma etapa posterior da pesquisa, essas construções serão também levantadas e assinaladas.

4.4 Perspectivas dos Moradores

O relato detalhado fornece uma visão abrangente dos desafios enfrentados pela cidade de Teresópolis, especialmente na comunidade do Pimentel, ao longo das últimas décadas. Aqui estão algumas observações e considerações sobre os eventos e evoluções descritos:

Desastres Naturais e Vulnerabilidade Urbana: A Tragédia de 2011 destacou a vulnerabilidade das ocupações em encostas e margens de rios, evidenciando a necessidade urgente de produção e planejamento adequado de habitações sociais. O aumento da densidade populacional em áreas de risco, como encostas, mostra uma desconexão entre o crescimento urbano e a segurança das comunidades.

Resposta Pós-Tragédia e Desafios Persistentes: A mobilização do governo local e a implementação de soluções habitacionais após a Tragédia de 2011 são passos importantes para lidar com a crise habitacional, mas os desafios persistem. O projeto habitacional Fazenda Ermitage, apesar de fornecer unidades habitacionais, enfrenta problemas de acessibilidade e mobilidade urbana, destacando a importância do planejamento urbano integrado.

Expansão Populacional e Territorial: O crescimento significativo da população e do número de domicílios na comunidade do Pimentel entre 2000 e 2010 indica uma pressão sobre os recursos e a infraestrutura local. A concentração de crescimento nas partes mais altas e íngremes dos setores 041 e 042 sugere desafios adicionais relacionados à topografia e à expansão em áreas mais vulneráveis.

Desafios na Implementação de Políticas de Habitação Social: A questão da habitação social em Teresópolis continua a ser um desafio, enfrentando limitações financeiras, questões burocráticas e políticas. A localiza-

ção periférica do conjunto habitacional Fazenda Ermitage destaca a importância de considerar a acessibilidade e a oferta de serviços ao planejar novos empreendimentos.

Dados e Avaliação Contínua: A análise dos dados do Censo, levantamentos locais e imagens de satélite fornece informações valiosas para entender as mudanças na comunidade. A identificação de construções em estado de abandono destaca a dinâmica complexa das condições habitacionais e a necessidade de avaliações contínuas.

Desafios Futuros e Planejamento Sustentável: A expansão urbana em direção a encostas, áreas de proteção e solos inadequados exige uma abordagem cuidadosa e sustentável no planejamento urbano. A implementação de medidas de prevenção de desastres, como identificação de áreas de risco e sistemas de alerta, é crucial para garantir a segurança das comunidades.

Considerações Ambientais: A harmonia com o meio ambiente é fundamental, especialmente em áreas propensas a deslizamentos e eventos climáticos extremos. O desenvolvimento deve ser sustentável e respeitar as características ambientais da região.

Necessidade de Cooperação e Participação Comunitária: A resolução dos desafios habitacionais requer uma abordagem colaborativa, envolvendo não apenas os órgãos governamentais, mas também a participação ativa da comunidade.

Em resumo, o planejamento urbano em Teresópolis deve ser orientado para a sustentabilidade, considerando os desafios climáticos, a vulnerabilidade geográfica e a necessidade de habitação social. A participação da comunidade e a cooperação entre diferentes partes interessadas são cruciais para enfrentar esses desafios de maneira eficaz.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas considerações finais recomenda-se que os autores relembrem a contextualização da pesquisa. Em seguida, que relembrem os objetivos (geral e específicos) e apontem onde foram atingidos. Depois, sugere-se apresentar as limitações da pesquisa e, por fim, sugestões de trabalhos futuros.

6. REFERÊNCIAS

ABNT – NBR 7181. Solo – Análise granulométrica. 2016.

ABNT – NBR 5734. Peneiras para ensaio – Especificação. 1994

ABNT – NBR 6457. Amostras de Solo – Preparação para Ensaios de Compactação e Ensaios de Caracterização. 1986.

BALBIN, R. KRAUSE, C. Produção Social da Moradia: Um Olhar Sobre o Planejamento da Habitação de Interesse Social no Brasil, mai. 2014. Disponível em: <<https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/4905/4630>>. Acesso em: 11 Julho 2022.

BONDUKI, N. Origens da Habitação Social no Brasil: Arquitetura Moderna, Lei do Inquilinato e Difusão da Casa Própria. São Paulo: Estação Liberdade/FAPESP, 1998.

BUSCH, A.; AMORIM, S. A tragédia da região serrana do Rio de Janeiro em 2011: procurando respostas. Brasília: ENAP, 2011.

COMUNICAÇÃO, A. de. Marcada para dezembro licitação para mais 500 moradias no Parque Ermitage em Teresópolis. 11/2022. Disponível em: <https://www.teresopolis.rj.gov.br/marcada-para-dezembro-licitacao-para-mais-500-moradias-n-o-parque-ermitage-em-teresopolis/>. Acesso em: 12/07/2023.

FRANCO, Marielle. Áreas de risco - Dicionário de Favelas Marielle Franco. Dicionário de Favelas Marielle Franco. Disponível em: <https://wikifavelas.com.br/index.php/Areas_de_risco>. Acesso em: 24 jul. 2022.

- GOOGLE EARTH. Mapa da cidade de Teresópolis. 2006-2023. Disponível em: <http://www.google.com/earth/>. Acesso em: 18 jul. 2023.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2003.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- ICMBio. 2007. “Ciência e Conservação Na Serra Dos Órgãos.” P. 298 in. Brasília.
- INEA. 2014. “ELABORAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: R2-F - Caracterização Ambiental.” 102.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaption and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* edited by M. L. Parr, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, and C. E. Handson. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- IPCC. 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.* edited by C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, and P. M. Midgley (eds). Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014 - Synthesis Report.* Vol. 9781107025.
- IPCC. 2021a. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* edited by V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caus, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonny, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou. Cambridge University Press. In Press.
- IPCC. 2021b. “Summary for Policymakers.” in *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,* edited by V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caus, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonny, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou. Cambridge University Press. In Press.
- MELO, Cíntia de Freitas. *Habitar o Centro da Cidade: os exemplos das ocupações Vicentão e Maria Carolina de Jesus em Belo Horizonte.* Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2021.
- NEHREN, UDO. 2011. “Historische Landschaftsdegradation Und Aktuelle Nutzungsproblematik in Der Serra Dos Órgãos , Rio de Janeiro.” *Global Change: Herausforderungen Für Lateinamerika* (January 2011):11–25.
- NEHREN, UDO, SANDRA ALFONSO DE NEHREN, AND JÜRGEN HEINRICH. 2009. “Forest Fragmentation in the Serra Dos Órgãos: Historical and Landscape Ecological Implications.” *Biodiversity and Land Use Systems in the Fragmented Mata Atlântica of Rio de Janeiro* (January):39–64.
- NEHREN, UDO, AND JÜRGEN HEINRICH. 2007. *Landscape History and Degradation in the Serra Dos Órgãos, Brazil.* Vol. Book of Ab. Kassel-Witzenhausen.
- NEHREN, UDO, ANDRÉ KIRCHNER, WOLFRAM LANGE, MARCO FOLLADOR, AND DIETER ANHUF. 2018. “Natural Hazards and Climate Change Impacts in the State of Rio de Janeiro: A Landscape Historical Analysis.” *Strategies and Tools for a Sustainable Rural Rio de Janeiro* (January):155–71. doi: 10.1007/978-3-319-89644-1.
- NEHREN, UDO, ANDRÉ KIRCHNER, WOLFRAM LANGE, MARCO FOLLADOR, AND DIETER ANHUF. 2019. “Natural Hazards and Climate Change Impacts in the State of Rio de Janeiro: A Landscape Historical Analysis.” Pp. 313–30 in.
- NEHREN, UDO, ANDRÉ KIRCHNER, DIETMAR SATTLER, ANA PAULA TURETTA, AND JÜRGEN HEINRICH. 2013a. “Impact of Natural Climate Change and Historical Land Use on Landscape Development

in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro, Brazil.” *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias* 85(2):497–518. doi: 10.1590/S0001-37652013000200004.

NEHREN, UDO, ANDRÉ KIRCHNER, DIETMAR SATTLER, ANA PAULA TURETTA, AND JÜRGEN HEINRICH. 2013b. “Impact of Natural Climate Change and Historical Land Use on Landscape Development in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro, Brazil.” *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias* 85(2):497–518. doi: 10.1590/S0001-37652013000200004.

NEHREN, UDO, ANDRÉ KIRCHNER, DIETMAR SATTLER, ANA PAULA TURETTA, AND JÜRGEN HEINRICH. 2013c. “Impact of Natural Climate Change and Historical Land Use on Landscape Development in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro, Brazil.” *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias* 85(2):497–518. doi: 10.1590/S0001-37652013000200004.

NEHREN, UDO MICHAEL, HEINRICH PD, KLAUS-MARTIN MOLDENHAUER PROF, AND HARTMUT GAESE. 2008. “Quartäre Landschaftsgenese Und Historische -Degradation in Der Serra Dos Órgãos , Rio de Janeiro Zur Erlangung Des Akademischen Grades.”

PERES, Wanderley. *Bairros de Teresópolis: 60 anos do surgimento de Perpétuo e Rosário*. Net Diário, 2022. Disponível em: <<https://netdiario.com.br/noticias/bairros-de-teresopolis-60-anos-do-surgimento-de-perpetuo-e-rosario/>>. Acesso em: 28 jul. 2023.

ROLNIK, R. CYMBALISTA, R. NAKANO, K. Solo urbano e habitação de interesse social: a questão fundiária na política habitacional e urbana do país. *Revista de Direito da*

ADVOCEF, ano VII, nº13, novembro 2011.

SHARMA, J., I. K. MURTHY, T. ESTEVES, P. NEGI, S. SUSHMA, S. DASGUPTA, A. BARUA, G. BALA, and N. .. RAVINDRANATH. 2018. *Climate Vulnerability and Risk Assessment: Framework, Methods, and Guidelines*.

SIDRA/IBGE. 2010. “Data Portal - Censo Demográfico 2010.” Retrieved August 11, 2021 (<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>).

Silva, Antonio Soares da, Roman Seliger, Dietmar Sattler, and Jürgen Heinrich. 2019. “Soil Degradation in Southeast Brazil: A Challenge for Restoration and Rehabilitation.” Pp. 377–89 in.

SANTOS CARVALHO, C. ROSSBACH, A. *O Estatuto da Cidade: comentado*, São Paulo: Ministério das Cidades: Aliança das Cidades, 2010.

TCE-RJ. 2004. “ESTUDO SOCIOECONÔMICO 2004 TERESÓPOLIS4.Pdf.”

TCE-RJ. 2018. *Estudos Socioeconômicos Municípios Do Estado Do Rio de Janeiro - Teresópolis*.

URBES - INSTITUTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS URBANAS. *Plano Local de Habitação de Interesse Social*. Teresópolis: PMT, 2011.

UNIFESO. 2012. “Labogeo : Diagnóstico Ambiental Dos Solos Do Município De.” 1–13.

UNISDR. 2004. “Terminology: Basic Terms of Disaster Risk Reduction.” *Global Review of Disaster Reduction* 1–8.

UNISDR. 2009. “Terminology on Disaster Risk Reduction.”

UNISDR. 2017a. “Landslide Hazard and Risk Assessment.” 10.

UNISDR. 2017b. “Words into Action Guidelines: National Disaster Risk Assessment (Governance System, Methodologies, and Use of Results).” *UN Office for Disaster Risk Reduction* 303.