

# Aplicação de metodologia proposta para mapeamento de risco geológico-geotécnico de escorregamentos em João Pessoa – PB

Nagilla Natasha Tavares Pereira

Engenheira Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil, nagillanatasha@hotmail.com

Fábio Lopes Soares

Professor, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil, flseng@uol.com.br

Larissa Ferreira Gomes de Araújo

Doutoranda, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil, larissa.ferreira@ufpe.br

**RESUMO:** O estudo propõe a aplicação da metodologia proposta por Soares e Pereira (2017) para mapeamento de uma área de risco de deslizamento em encosta, situada na Comunidade São Rafael, na cidade de João Pessoa – PB, além de avaliar sua eficiência e confiabilidade, comparando-a com a metodologia do Ministério das Cidades, que já é amplamente utilizada pelas Defesas Cíveis no Brasil. Os parâmetros essenciais para a classificação do risco foram definidos por Soares e Pereira (2017) levando em consideração fatores físicos, bióticos e socioeconômicos que influenciam na ocorrência de deslizamentos. Com auxílio de fichas de vistorias foram inspecionadas 14 moradias na Comunidade São Rafael, a fim de delimitar os setores de risco. Em paralelo, foi empregada a metodologia para mapeamento de risco sugerida pelo Ministério das Cidades nas mesmas moradias, para possibilitar uma comparação entre os dados obtidos pelos dois métodos. Verificou-se que 78,57% das classificações de risco obtidas nas duas metodologias foram iguais, enquanto 21,43% dos resultados se apresentaram mais rigorosos pela metodologia proposta por Soares e Pereira (2017), cujo diferencial é a inclusão de fatores atenuantes e agravantes do risco, considerando a vulnerabilidade social e a percepção dos moradores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Deslizamento, Encosta, Mapeamento, Metodologia, Parâmetros, Risco.

**ABSTRACT:** The study proposes the application of the methodology proposed by Soares and Pereira (2017) to map a hillside landslide risk area located in the São Rafael Community, in the city of João Pessoa, Paraíba. It also evaluates its efficiency and reliability by comparing it with the Ministry of Cities methodology, which is already widely used by Civil Defense agencies in Brazil. The essential parameters for risk classification were defined by Soares and Pereira (2017), taking into account physical, biotic, and socioeconomic factors that influence landslide occurrence. Using inspection records, 14 homes in the São Rafael Community were inspected to delimit the risk areas. In parallel, the risk mapping methodology suggested by the Ministry of Cities was applied to the same homes to enable a comparison between the data obtained by the two methods. It was found that 78.57% of the risk classifications obtained using both methodologies were the same, while 21.43% of the results were more rigorous using the methodology proposed by Soares and Pereira (2017), whose difference is the inclusion of mitigating and aggravating risk factors, considering social vulnerability and the perception of residents.

**KEYWORDS:** Landslide, Slope, Mapping, Methodology, Parameters, Risk.

## 1 INTRODUÇÃO

Os fenômenos geológicos que modificam a superfície da terra podem chegar a maiores proporções, podendo ser classificados como desastre, o caso em que ocorre grande impacto, envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos (Freitas, 2016). De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (2022), áreas urbanas estão expostas aos impactos das mudanças climáticas e aos riscos de desastres e, nas próximas décadas, os eventos extremos induzidos



pelo clima devem aumentar, assim como os seus efeitos nessas áreas. Dessa forma, os centros urbanos se tornam especialmente vulneráveis, não apenas pela densidade populacional e pela infraestrutura crítica, mas também pelo crescimento desordenado e pela ocupação de áreas inadequadas à urbanização.

No Brasil, os movimentos de massa são os processos geológicos que mais causam vítimas fatais. De 1988 a 2022, 4.146 pessoas foram vitimadas em 16 estados, 269 municípios e em 959 eventos (Macedo e Sandre, 2022). O quantitativo elevado de acidentes relacionados a movimentos de massa, ressalta a importância de desenvolver estudos sobre o assunto e mapear as áreas suscetíveis a esses fenômenos, identificando o tipo de movimento, os condicionantes, as causas e consequências, a fim de adotar medidas estruturais (obras de contenção, drenagem, proteção superficial, reurbanização) ou não estruturais (planejamento urbano, cartas geotécnicas e de risco, legislação), de modo a tentar solucionar ou minimizar os problemas (Araújo *et al.*, 2025).

Em João Pessoa, capital da Paraíba, o número de acidentes que ocorrem na área urbana é preocupante, o que se deve às características geológicas e geomorfológicas da região, ao processo de ocupação desordenado do solo e principalmente à ação da precipitação, uma vez que a maioria desses eventos ocorre na estação chuvosa. Sedimentos inconsolidados da Formação Barreiras recobrem 67% do território deste município e devido a expansão crescente da cidade em direção à esta unidade geológica, verifica-se a ocorrência de intervenções que comprometem o equilíbrio dos taludes e aumentam significativamente a suscetibilidade a escorregamentos (Bezerra, 2018).

Diante do exposto, torna-se imprescindível a formulação e aplicação de estratégias preventivas que combinem eficiência técnica, baixo custo e aplicabilidade prática em contextos urbanos precários. Entre as medidas não estruturais mais eficazes está o mapeamento de risco geológico-geotécnico, que permite identificar, classificar e priorizar áreas vulneráveis, subsidiando ações de mitigação e realocação de populações em risco. Além disso, destaca-se o papel normativo da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei nº 12.608/2012 (Brasil, 2012), que estabelece, em seu Artigo 2º, a responsabilidade da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios na formulação e execução de medidas voltadas à redução de riscos e à gestão de desastres, com foco na prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

Nesse contexto, Soares e Pereira (2017) propuseram uma metodologia específica para o mapeamento de risco geológico-geotécnico de escorregamentos em João Pessoa, baseada em parâmetros qualitativos ponderados por um sistema de pesos. O método incorpora fatores físicos, bióticos e socioeconômicos, além de considerar fatores atenuantes e agravantes, buscando tornar a análise mais objetiva e representativa das condições reais de vulnerabilidade. Assim, este artigo tem como objetivo aplicar essa metodologia na Comunidade São Rafael, uma área de risco de deslizamento situada em João Pessoa, e avaliar sua eficiência e confiabilidade por meio da comparação com a metodologia do Ministério das Cidades, amplamente utilizada pelas Defesas Cíveis no Brasil. Espera-se, assim, contribuir para o aprimoramento de ferramentas de gestão de risco em áreas urbanas suscetíveis a deslizamentos, superando limitações relacionadas à subjetividade na classificação e à ausência de critérios que considerem a realidade socioeconômica das áreas afetadas.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste estudo baseia-se na proposta de Soares e Pereira (2017), a qual integra parâmetros físicos, bióticos e socioeconômicos para classificação do risco geológico-geotécnico de escorregamentos em áreas urbanas. O diferencial da abordagem é a utilização de fatores atenuantes e agravantes, aliando a análise da percepção de risco dos moradores e vulnerabilidade social, visando reduzir a subjetividade presente nos métodos tradicionais de vistoria.

A área selecionada para aplicação foi a Comunidade São Rafael, localizada no bairro Castelo Branco, em João Pessoa – PB, por se tratar de uma região com histórico de deslizamentos, ocupação irregular e vulnerabilidade socioeconômica. O talude situado às margens da BR-230 foi escolhido como setor de análise devido à sua extensão e importância geotécnica, abrigando moradias tanto na base quanto no topo (Figura 1). De acordo com o Censo 2010 do IBGE, a comunidade possui 209 domicílios, que vão desde moradias de alvenaria convencional a barracos de madeira e lona, distribuídos sobre o atual espaço geomorfológico da área que foi sendo esculpido pela maneira que foi ocupado. A comunidade apresenta inúmeras irregularidades estruturais, ruas de difícil acesso e infraestrutura deficiente, além de problemas ambientais (Pereira, 2017).



Figura 1. Localização da Comunidade São Rafael e talude estudado. Fonte: Pereira (2017).

Soares e Pereira (2017) basearam-se na análise de risco desenvolvida por Campos (2011), que propôs um método de classificação de risco adequado à realidade do município de Belo Horizonte. Além disso, consideraram as contribuições de Alheiros (1998), segundo a qual, para avaliar um risco, é necessário compreender e conhecer uma ampla variedade de características da região de aplicação, a fim de definir, identificar e adotar as medidas capazes de mitigar os danos que os escorregamentos e processos associados possam causar. Incorporou-se também a classificação paramétrica proposta por Verstappen, conforme citado por Tominaga (2007), que utiliza um sistema de atribuição de pesos para os diversos fatores de risco. Essa abordagem contribui para uma definição mais sistemática e objetiva do risco, além de aumentar a robustez e a confiabilidade da metodologia adotada.

Para aplicação prática, foram inspecionadas 14 moradias, utilizando-se fichas de vistoria específicas, que reúnem campos para identificação da moradia e do responsável pela vistoria, descrição detalhada da edificação, além da verificação de seis parâmetros principais: agentes potencializadores (presença de vazamentos, cortes e aterros inadequados), sinais de instabilização (trincas, degraus, árvores inclinadas), vulnerabilidade estrutural da edificação (condições construtivas), relação altura/afastamento da moradia em relação ao talude, presença de fatores atenuantes (obras de contenção, drenagem, revegetação) e existência de fatores agravantes (limitação da percepção dos moradores quanto ao risco, presença de vulnerabilidade social significativa). Cada parâmetro recebe uma pontuação específica (Tabela 1), de acordo com sua influência na probabilidade de ocorrência de escorregamentos. O somatório desses pesos define o nível de risco final, classificado em cinco níveis: muito alto (8 a 10 pontos), alto (7 pontos), médio (6 pontos), baixo (4 a 5 pontos) e sem risco (0 a 3 pontos).

Tabela 1. Parâmetros definidos por Soares e Pereira (2017) e seus respectivos pesos.

Parâmetro	Condição	Peso
Agentes potencializadores (AG)	Sem AG	+ 1 ponto
	Com AG	+ 2 pontos
Sinais de instabilização (SI)	Sem SI	+ 1 ponto
	Com SI	+ 2 pontos
Vulnerabilidade da edificação (V)	V baixa	+ 1 ponto
	V alta	+ 2 pontos



Parâmetro	Condição	Peso
Relação altura/afastamento	1/1	+ 1 ponto
	2/1	+ 2 pontos
	3/1 ou mais	+ 3 pontos
Fatores atenuantes	Obra sem qualidade atestada	- 1 ponto
	Obra que minimizou o risco	- 2 pontos
	Obra que eliminou o risco	- 3 pontos
	Talude estável	- 1 ponto
Fatores agravantes	Vulnerabilidade social é relevante	+ 1 ponto

Em paralelo, as mesmas moradias foram avaliadas segundo a metodologia do Ministério das Cidades, amplamente utilizada pelas Defesas Civas municipais, que adota critérios qualitativos tradicionais, sem ponderação de fatores atenuantes ou agravantes. Esse método baseia-se na análise de parâmetros como o padrão construtivo (madeira ou alvenaria), o tipo de talude (natural ou artificial), a distância da moradia em relação ao topo ou à base dos taludes, a inclinação dos taludes, a presença de água e a presença de sinais de movimentação ou feições de instabilidade. A classificação final do risco pode se encaixar em quatro níveis: R1 (baixo ou sem risco), R2 (médio), R3 (alto) e R4 (muito alto).

A aplicação simultânea das duas metodologias, no mesmo contexto de campo, buscou assegurar condições homogêneas de análise, controlando possíveis interferências externas, como variações climáticas, alterações recentes no talude ou intervenções antrópicas pontuais. O conjunto de dados obtido serviu como base para uma análise comparativa estruturada, permitindo verificar, em etapa posterior, o grau de coerência entre as classificações de risco, sem prejuízo da padronização e da reprodutibilidade do procedimento adotado na pesquisa. Por fim, os resultados de ambos os métodos foram comparados quanto à classificação final de risco, permitindo avaliar o grau de convergência ou divergência e também a eficiência prática da proposta de Soares e Pereira (2017).

### 3 RESULTADOS

Nos meses de setembro e outubro de 2017, com o objetivo de avaliar a eficiência e a confiabilidade da metodologia proposta por Soares e Pereira (2017) para o mapeamento de risco geológico-geotécnico de escorregamentos em João Pessoa – PB, foram realizadas vistorias em campo na Comunidade São Rafael, situada no bairro Castelo Branco, delimitada pela BR-230 e pelo Rio Jaguaribe. Essa área foi escolhida por apresentar ocupação irregular, alta densidade populacional e histórico de deslizamentos, reunindo condições típicas de encostas urbanas vulneráveis. Foram inspecionadas 14 moradias, localizadas na base e no topo de um talude extenso, com auxílio das fichas de vistoria específicas para aplicação da metodologia, visando delimitar setores homogêneos em relação ao grau de risco identificado. Durante as vistorias, constatou-se a ocorrência de diversos indícios de instabilidade estrutural e geotécnica nas edificações analisadas. Entre os principais sinais observados destacam-se:

- Construções foram erguidas após a realização de cortes ou aterros irregulares, o que contribui para o surgimento de trincas e rachaduras nas estruturas, além de deformações e assentamentos diferenciais (Figura 2a);
- Ausência de um sistema de drenagem de águas pluviais, o que favorece o escoamento superficial diretamente sobre o talude, agravando sua instabilidade;
- Inexistência de sistema de esgotamento sanitário em alguns trechos da comunidade e sua ineficiência em outros. Como consequência, os resíduos são descartados em fossas rudimentares ou lançados diretamente no leito do Rio Jaguaribe;

- A maior parte das moradias situadas na base do talude encontra-se a aproximadamente um metro de distância do mesmo. Contudo, em certos casos, o próprio maciço de solo está sendo “contido” pela parede da residência, o que representa alto risco à estrutura e aos moradores (Figura 2b);
- Acúmulo de lixo e entulho (Figura 2c), presença de árvores inclinadas (Figura 2d), paredes com deformações (embarrigadas) e feições erosivas evidentes. Além disso, foram identificadas cicatrizes de deslizamentos distribuídas por toda a extensão do talude.



Figura 2. Índícios de instabilidade no talude analisado: (a) Trincas e rachaduras nas edificações; (b) Moradias na base do talude; (c) Lixo na extensão do talude; (d) Árvore inclinada. Fonte: Adaptado de Pereira (2017).

Paralelamente, também foi empregada a metodologia sugerida pelo Ministério das Cidades nas mesmas moradias, a fim de possibilitar uma comparação entre os dados obtidos por ambas as abordagens. A aplicação desta última ficou sob responsabilidade dos alunos do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, integrantes do projeto de extensão “Mapeamento de Áreas de Risco e Educação Ambiental de Comunidades de João Pessoa”. Com base no sistema de pesos da metodologia de Soares e Pereira (2017), verificou-se que 78,57% das localidades analisadas enquadram-se no nível de risco muito alto e 21,43% risco alto, demonstrando a gravidade do cenário na comunidade estudada. Considerando a metodologia do Ministério das Cidades, 57,14% das moradias analisadas apresentaram risco muito alto e 42,86% risco alto. A Tabela 2 mostra o resultado detalhado da aplicação das duas metodologias, onde cada moradia avaliada ganhou um número de reconhecimento.

Tabela 2. Resultados obtidos nas metodologias empregadas.

Número de reconhecimento da moradia	Grau de risco	
	Soares e Pereira (2017)	Metodologia do Ministério das Cidades
1	Muito alto	Muito alto
2	Muito alto	Muito alto
3	Muito alto	Muito alto
4	Muito alto	Muito alto
5	Muito alto	Muito alto

Número de reconhecimento da moradia	Grau de risco	
	Soares e Pereira (2017)	Metodologia do Ministério das Cidades
6	Muito alto	Muito alto
7	Muito alto	Muito alto
8	Alto	Alto
9	Muito alto	Muito alto
10	Alto	Alto
11	Muito alto	Alto
12	Muito alto	Alto
13	Muito alto	Alto
14	Alto	Alto

A Figura 3 apresenta graficamente a comparação entre os níveis de risco atribuídos pelas duas metodologias aplicadas. Verifica-se que 78,57% das classificações de risco obtidos nas duas metodologias foram iguais, enquanto 21,43% dos resultados se apresentaram mais rigorosos pela metodologia proposta por Soares e Pereira (2017). Esta abordagem resultou em um número maior de moradias classificadas com risco muito alto, apresentando maior sensibilidade na identificação de cenários críticos das condições de instabilidade. Essa diferença evidencia o caráter mais criterioso e representativo da metodologia, que se destaca por incorporar uma avaliação multidimensional do risco, considerando não apenas aspectos físicos e geotécnicos, mas também fatores sociais, estruturais e antrópicos.

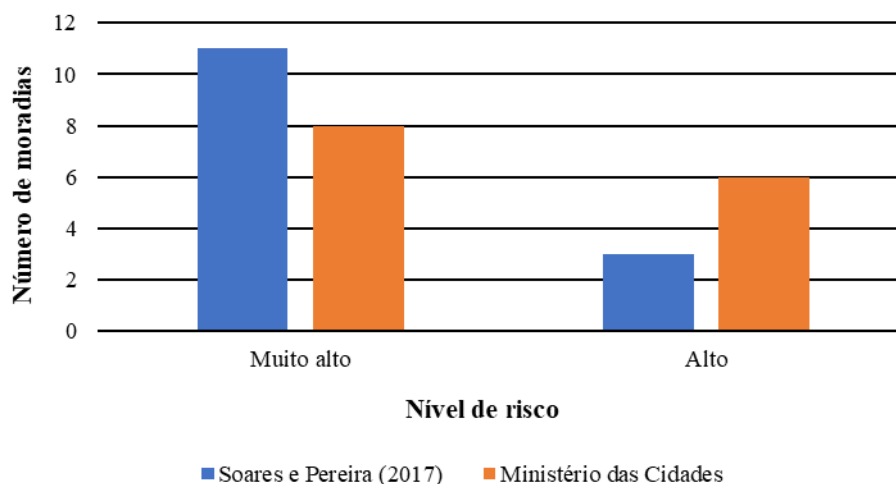


Figura 3. Comparação entre os níveis de risco atribuídos pelas metodologias de Soares e Pereira (2017) e do Ministério das Cidades nas moradias analisadas.

A atribuição de pesos aos parâmetros analisados na metodologia de Soares e Pereira (2017) confere maior uniformidade ao processo de classificação, reduzindo a influência da subjetividade. Enquanto a metodologia do Ministério das Cidades, baseia-se única e exclusivamente na interpretação e na experiência técnica do vistoriador. Com isso, a ferramenta proposta revela-se mais eficaz para identificar áreas prioritárias de intervenção, sobretudo em contextos urbanos precários, onde os deslizamentos resultam da interação entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade socioeconômica. Essa abordagem ampliada permite orientar ações de mitigação de forma mais estratégica e justa, reforçando o papel do mapeamento como instrumento de planejamento e gestão de riscos em áreas de encosta. De forma geral, os resultados obtidos indicam que a utilização do sistema paramétrico de pesos contribuiu para reduzir a subjetividade da classificação de risco, subsidiando de forma mais eficiente a tomada de decisão em ações preventivas.

## 4 CONCLUSÃO

A aplicação da metodologia proposta por Soares e Pereira (2017) na Comunidade São Rafael, em João Pessoa – PB, demonstrou que o uso de parâmetros ponderados por um sistema de pesos é capaz de oferecer uma classificação de risco geológico-geotécnico mais detalhada e menos sujeita à subjetividade, quando comparada a metodologias tradicionalmente utilizadas pelas Defesas Civas municipais, como a do Ministério das Cidades. A inclusão de fatores atenuantes e agravantes, com a consideração da vulnerabilidade social e da percepção dos moradores quanto ao risco, mostrou-se essencial para captar nuances importantes do cenário local, que muitas vezes passam despercebidas em avaliações baseadas apenas na experiência do vistoriador.

Os resultados obtidos evidenciam que, embora as duas metodologias apresentem um grau significativo de convergência, o método de Soares e Pereira (2017) é capaz de identificar situações de grau de risco mais elevado com maior rigor, contribuindo para o delineamento de áreas prioritárias para monitoramento, intervenções estruturais ou ações de remoção preventiva. Assim, a metodologia testada configura-se como uma ferramenta de apoio viável, de fácil aplicação e baixo custo, que pode fortalecer a gestão de riscos em comunidades vulneráveis e subsidiar decisões mais assertivas no âmbito do planejamento urbano.

Dessa forma, recomenda-se a adoção da metodologia proposta como complemento às práticas já consolidadas de mapeamento de risco, visto que os elementos utilizados tornam a análise mais realista e detalhada, podendo auxiliar na elaboração de mapas de suscetibilidade para embasar decisões estratégicas de prevenção e mitigação de desastres naturais. Além disso, a aplicação integrada de abordagens mais criteriosas e contextualizadas pode representar um avanço significativo para a redução de perdas humanas, sociais e econômicas decorrentes de deslizamentos de encostas em áreas urbanas, garantindo maior segurança para a população que vive em zonas de risco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alheiros, M.M. (1998) *Riscos de Escorregamentos na Região Metropolitana de Recife*. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, p. 14-28.
- Araújo, L. F. G. et al. (2025) Panorama geral das ocorrências associadas a movimentos de massa em encostas na cidade do Recife – PE. *Políticas Públicas e Cidades*, 14(2), p.01-27.
- Brasil (2012) *Lei 12.608, de abril de 2012. Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm)>. Acesso em: 02 jul. de 2025.
- Bezerra, J. M. B. (2018) *Caracterização da Formação Barreiras da cidade de João Pessoa com base em sondagens SPT e estudo geotécnico de uma encosta com alto risco de deslizamento*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, 169p.
- Campos, L.D. (2011). *Proposta de Reanálise de Risco Geológico-Geotécnico de Escorregamentos em Belo Horizonte – Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Curso de Mestrado em Geotecnia e Transporte da Universidade Federal de Minas Gerais, p. 42-132.
- Freitas, R. R. L. (2016) *Mapeamento de risco a movimentos de massa e inundação em áreas urbanas do município de Moreno-PE*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, 256 p.
- Internacional Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (2022). *Mudança Climática 2021: Avaliação do Grupo de Trabalho II sobre os Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas*, 768p.
- Macedo, E. S., Sandre, L. H. (2022) Mortes por deslizamentos no Brasil: 1988 a 2022. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*, 12(1), p.110-117.
- Pereira, N. N. T. (2017) *Proposta de metodologia para mapeamento de risco geológico-geotécnico de escorregamentos em João Pessoa – PB*. Trabalho de conclusão de curso, Curso de Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, 57 p.





Soares, F. L., Pereira, N. N. T. (2017) Proposta de Metodologia para Mapeamento de Risco GeológicoGeotécnico de Escorregamentos em João Pessoa - PB. In: Conferencia Brasileira sobre Estabilidade de Encostas – COBRAE 12, Florianópolis. *Anais...* ABMS.

Tominaga, L.K. (2009) *Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir*. Instituto Geológico. Governo do Estado de São Paulo, p. 13-23.