

ANÁLISE E MÉTODOS DE ESTABILIZAÇÃO DE VOÇOROCA NA CIDADE DE IPANEMA-MG

**Dheyson da Silva Morais¹, Lucas Grilli², Marcus Vinicius Romeiro Clemente³,
Romulo Lacerda⁴, Whueder Santos⁵, Glaucio Luciano Araujo⁶.**

¹ Graduando em Eng. Civil, FACIG, silvafla2011@hotmail.com

² Graduando em Eng. Civil, FACIG, lucasgrilli007@gmail.com

³ Graduando em Eng. Civil, FACIG, marcusv.romeiro@hotmail.com

⁴ Graduando em Eng. Civil, FACIG, romulolacerda2015@gmail.com

⁵ Graduando em Eng. Civil, FACIG, whueder-santos@outlook.com

⁶ Doutor em Engenharia Agrícola, FACIG, glaucio_araujo@yahoo.com.br

Resumo

A erosão é uma das principais formas de degradação dos solos, principalmente quando se trata da erosão por voçoroca presente em paisagens rurais, e até urbanas, presente em todo o mundo. A voçoroca é a evolução de um processo erosivo intenso causado pela concentração de enxurradas em depressões mal protegidas que acumulam grandes volumes de água a uma alta velocidade. Devido a prejuízos trazidos pela perda de terras agrícolas, redução na produção das lavouras e aumento acentuado no acúmulo de sedimentos dos rios e problemas com perdas de áreas que se tornam inutilizadas, as áreas de voçorocas têm recebido grande atenção. Na tentativa de minimizar tal problema, muitas técnicas estão sendo aprimoradas. Essas técnicas, baseadas na pesquisa bibliográfica e descrição, serão alvo da discussão deste artigo. Apesar do objetivo principal do trabalho estar voltado para as voçorocas, o artigo também aborda os diferentes processos erosivos.

Palavras-chave: Voçorocas; Estabilização; Contenção; Erosão.

Área do Conhecimento: Engenharias

1 INTRODUÇÃO

Atualmente é crescente o nível de preocupação com o meio ambiente devido aos problemas constantes com que atingem a biota. A retirada da vegetação de uma área deixa-a exposta à erosão, causada pela queda das gotículas de água, provenientes principalmente das chuvas, o que acaba acarretando em um movimento de massa no solo. “O processo responsável pela desagregação do solo, após a retirada da camada vegetal em sua superfície, é o impacto das gotículas da água da chuva [...], com isso os sedimentos são transportados de um local para outro” (Leite e Valli, 2014). Após um longo período chuvoso, esses impactos da água com o solo acabam gerando um fluxo de sedimentos que podem originar ravinas, e se o processo for contínuo e provocar um incessante aprofundamento do solo, pode-se chegar ao nível de uma voçoroca.

Desse modo, pelos inúmeros danos que podem causar, as voçorocas têm recebido uma grande atenção. De acordo com Lopes e Guerra (2001), ‘voçoroca’ pode ser compreendida como uma escavação ou rasgão de solo ou rocha decomposta, que permite a exposição do lençol subterrâneo. Atualmente, o desmatamento para a fabricação de carvão vegetal, o uso incorreto do solo para a agricultura, a pecuária e obras de engenharia civil são os principais responsáveis pelos danos ambientais que formam as voçorocas (IGO F.L 2010).

As voçorocas podem ser formadas através de erosão superficial, erosão subsuperficial e movimentos de massa. As voçorocas podem ser classificadas conforme seu grau de desenvolvimento em: ativa, inativa e paleovoçoroca, o grau de atividade pode ser definido pelo grau de suavização de suas bordas e pela presença de vegetação (PEREIRA et al, s. d.) voçorocas com níveis baixos de vegetação e com encostas mais íngremes são classificadas como ativas. Fatores como a erosividade do agente (potencial de erosão da água) e a erodibilidade do solo (susceptibilidade à erosão do solo) contribuem para intensificar a erosão. Fatores antrópicos, como queimadas, desmatamento e manejo

inadequado de plantações; fatores geológicos passivos e ativos; fatores pedológicos, fatores climáticos ativos e passivos e fatores geomorfológicos também são apontados por Bacellar (2006) como determinantes para o desenvolvimento e surgimento de áreas voçorocadas. A perda de sedimentos devido à precipitação do solo é a principal causa para o surgimento e o consequente crescimento de uma voçoroca: quanto maior o volume de chuvas em uma área, maior a propensão ao surgimento desse tipo de erosão. Outro fator hidrológico importante é a taxa de infiltração do solo: regiões onde essa taxa é baixa são mais propensas ao escoamento superficial causando, assim, o deslocamento de um grande volume de sedimentos do solo, dessa forma, a lixiviação de massa, que poderá culminar na formação da voçoroca de grande, médio ou pequeno porte (IGO F.L 2010).

As voçorocas são classificadas pela sua profundidade e pela área de sua bacia. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), elas são profundas quando têm mais de 5m de profundidade; médias, quando têm de 1 a 5m; e pequenas, com menos de 1m. Pela área da bacia, elas são consideradas pequenas quando a área de drenagem é menor do que 2 hectares; médias, quando tem de 2 a 20 hectares, e grandes, quando têm mais de 20 hectares.

Eliminação de terras férteis, destruição de estradas e outras obras de engenharia; riscos de desmoronamentos de casas; assoreamento de rios e reservatórios; recobrimento de solos férteis nas planícies de inundação; destruição de habitats; rebaixamento do lençol freático no entorno, com secagem de nascentes; deterioração de pastagens; culturas agrícolas e redução da produção de cisternas; dificuldade de acesso a determinadas áreas, essas são algumas das consequências mais graves de erosões intensas. A prevenção ainda é a melhor maneira de se livrar do problema, pois, uma vez instalada essa forma de erosão, torna-se quase sempre inviável sua eliminação, restando como alternativa a sua estabilização para evitar a intensidade do problema (GOULART, 2006). Existem locais onde o aparecimento das voçorocas tem uma maior probabilidade de ocorrer. Locais onde a declividade é alta, a superfície do solo foi degradada, concentração de enxurradas, ou por influência do escoamento de água (IGO F.L 2010), são mais propensos ao voçorocamento, por isso exigem uma atenção especial e o emprego de técnicas para a prevenção da erosão que venha no futuro ou imediatamente provocar o surgimento de uma voçoroca. Existem medidas a serem tomadas a fim de evitar ou diminuir o risco do aparecimento de voçorocas, dentre as quais: interceptação da área de enxurrada acima da voçoroca, retenção da área enxurrada na área de drenagem, eliminação das grotas, revegetação da área, construção de estruturas para deter a velocidade das águas, completa exclusão do gado, controle de sedimentação, terraceamento, isolamento da área, são algumas das principais medidas mitigadoras (Leite e Valli, 2014).

Desse modo, este trabalho objetiva discutir e analisar as técnicas utilizadas para impedir a formação, diminuir o agravamento e técnicas de recuperação de voçorocas da área escolhida, e assim, o controle e redução do processo das voçorocas, bem como o estudo cultural, através de entrevistas e questionamentos com o povo no entorno da área de estudo da voçoroca e mostrar estudos relacionados a degradação ambiental da área provocada por voçorocas. O trabalho irá mostrar causas e consequências do voçorocamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os processos erosivos se relacionam com solos de maior ou menor resistência a ação da água. A erodibilidade dos solos, está associada à resistência do solo a sofrer erosão. Solos que tem uma alta erodibilidade são solos que tem um maior potencial a sofrer erosão. Podemos destacar a granulometria, estrutura e agregação dos horizontes superficiais, capacidade de infiltração e retenção de água, teor de matéria orgânica e espessura dos solos como fatores que definem sua resistência à erosão. Solos arenosos apresentam macro poros que facilitam a infiltração da água diminuindo o escoamento superficial segundo análises do ministério do meio ambiente (MMA, 2016).

Segundo a EMBRAPA (2002), para que haja soluções eficazes para a minimização dos processos erosivos acentuados, primeiramente é necessário que se isole a área afetada. Realizar análises químicas e de textura do solo para o conhecimento da fertilidade também se torna extremamente necessário, pois são dados importantes para a aplicação de insumos necessários ao desenvolvimento das plantas a serem cultivadas no local e para a implantação das melhores práticas para controle da erosão. Podem ainda ser construídas estruturas físicas, diminuindo, assim, a perda e movimentação de sedimentos que são as principais causas do aparecimento das voçorocas.

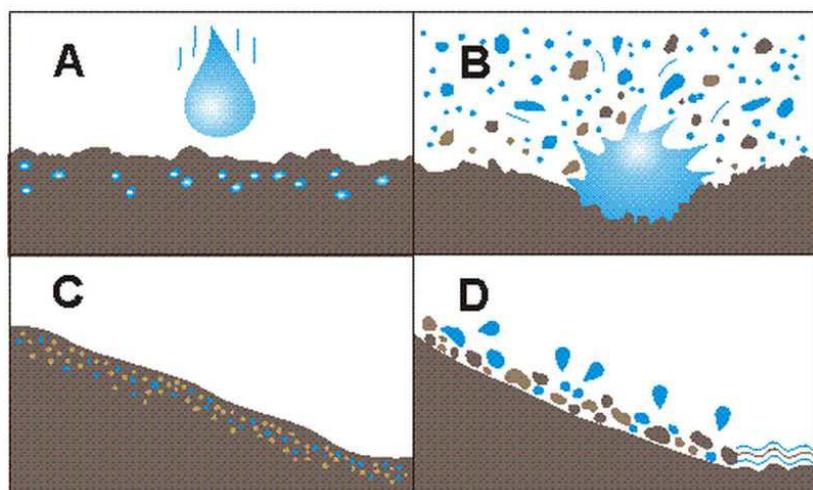
A erosão pode ser compreendida por um processo de desagregação e remoção das partículas do solo, ou fragmentos e partículas de rochas, combinada com a gravidade, água, vento, gelo ou organismos como plantas e animais (GEOLOGIA, 1995).

A erosão é um fenômeno natural. Os problemas acontecem quando taxa de perda de solo ultrapassa os níveis naturais, muitas das vezes pela falta de práticas de conservação. A erosão pode causar como exemplo, a remoção de nutrientes do solo, a redução da penetração de raízes de

plantas e de armazenamento de água, a diminuição de áreas utilizadas para agricultura e pecuária, o aumento do assoreamento dos rios e lagos, e a poluição dos corpos hídricos. As atividades humanas realizadas no solo são uma das essenciais causas de erosão. Pois com o aumento populacional se requer uma maior área de cultivo e criação de animais, tendo como consequência os desmatamentos das áreas, para a realização das atividades (GUERRA, 2013).

Para uma melhor compreensão, destaca dois importantes fenômenos iniciais, que envolve por um lado os impactos das gotas de chuva na superfície do solo, ocorrendo a desagregação e a liberação das partículas, e por outro lado o escoamento superficial das águas, que permite o transporte das partículas que foram liberadas. Conforme a forma em que se ocorre o escoamento superficial ao longo da vertente, podem se desenvolver dois tipos de erosão. A erosão laminar ou em lençol, são causadas pelo escoamento difuso das águas da chuva, ocorrendo remoção progressiva e relativa da superfície do solo. A erosão linear é causada pela concentração de linhas de fluxo das águas do escoamento superficial, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno, em forma de sulcos (GEOLOGIA, 1995).

Figura 1: Fase do processo de erosão.



Fonte: (PLANTIO, 2016)

A figura 1 mostra as fases do processo de erosão que são: na etapa A, ocorre o impacto da água da chuva no solo desnudo ou desprotegido, na etapa B, ocorre a fragmentação e formação de pequenas partículas, na etapa C, as partículas bloqueiam os poros e formam uma superfície selada, e na etapa D, a água que escorre carrega as partículas do solo que são depositadas nas partes baixas e a velocidade da água é reduzida.

As erosões hídricas são aquelas ocasionadas pela água, onde o solo exposto sofre o impacto das águas de chuvas ou da ação das enxurradas. Assim esse tipo de degradação se divide em erosão entressulcos (laminar) e erosão em sulcos (linear). A erosão entressulcos se inicia com o impacto da água da chuva ou de irrigação sobre solos que estão desprotegidos de sua camada vegetal, facilitando o destacamento e transporte de partículas. Este processo se intensifica no momento em que se forma um filme líquido no solo através de sua saturação, e o material liberado pela erosão entressulco se caracteriza por serem partículas mais finas e mais leves. Já as erosões em sulcos são aquelas que se tem destaque no terreno, e o transporte do solo se ocasiona através das enxurradas ou pelo escoamento superficial, e sua granulometria é igual ao solo original, ou seja, são erosões visíveis nos campos. (MMA, 2016).

A degradação do solo tem início nas erosões entressulcos, porém o seu desenvolvimento é nas erosões em sulcos e nas ravinas, expandindo drasticamente o destacamento e transporte do solo morro abaixo. As ravinas representam um processo de erosão de grande importância, seus aprofundamentos podem evoluir para voçorocas ou boçorocas que chegam até ao lençol freático (MMA, 2016).

Para o controle das erosões entressulcos, deve-se prevenir os impactos das gotículas de água da chuva com o solo que estão sem camada vegetal, portanto, o principal controle para que a erosão entressulco não aconteça é a conservação ou recuperação da camada vegetal. Já para as erosões em sulcos o seu principal controle é a diminuição da concentração de enxurrada no local, na qual se pretende diminuir o volume de uma forma que intercepte as enxurradas e favoreça a drenagem ou infiltração da água no solo. (MMA, 2016)

As voçorocas são resultantes de erosão superficial, erosão sub-superficial e movimentos de massa, este processo ocorre inicialmente no transporte de sedimentos ocasionado pelas enxurradas das chuvas, levando o material de um lugar para outro. Mesmo que a erosão e movimentos de massa resultem em desgaste e degradação da superfície, ambos são tratados separadamente, pois os movimentos de massa são movimentos de solo influenciados pela gravidade, sem a ajuda direta de fenômenos como água, vento, gelo entre outros. Ainda, ressalta que o movimento de massa é consequência da força de cisalhamento das encostas, ocorrida pela gravidade, onde o peso do material e a água dos solos conseguem ultrapassar a resistência dos materiais do solo (coesão), assim esses movimentos de massa podem ser definidos em fluxos, escorregamentos, deslizamentos, quedas, etc, dependendo do material e velocidade do movimento. (GUERRA, 2013)

As formações das voçorocas estão associadas aos locais onde se teve a retirada da camada vegetal, o escoamento de águas pluviais tem a percolação linear, atingindo ao lençol freático e assim comprometendo a estabilidade do local. A evolução das voçorocas é resultado de diversas consequências, e uma delas acontece nas encostas, onde ocorrem erosões, ocasionados por pequenos deslizamentos, gerando assim um movimento de massa, mesmo após o período chuvoso. (BACELLAR, 2006)

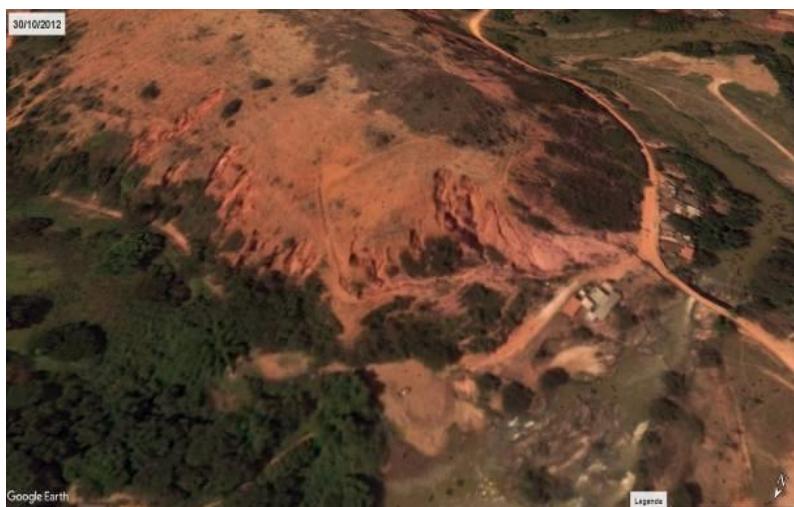
3 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida nesta pesquisa propõe alguns conceitos básicos:

Pesquisa Exploratória onde é buscado familiarizar-se com o problema (explicitá-lo). Utilizando levantamento bibliográfico, como forma de estudo de caso; Pesquisa Descritiva para descrever as características do fenômeno voçoroca. Utilizando coleta de dados, tal como o questionário; Pesquisa Explicativa onde serão identificados os fatores que contribuem para a ocorrência do fenômeno; Pesquisa Bibliográfica desenvolvida com base em um material já elaborado, utilizando de livros e artigos científicos; Levantamento com interrogação junto as pessoas, coletando informações de um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado, analisando o conhecimento desse grupo a respeito deste fenômeno; Estudo de Campo realizando-se pela observação direta das atividades, e de entrevistas para captar as explicações e interpretações do ocorrem naquela realidade.

Para a realização desse trabalho se fez necessária uma revisão de literatura, já que este tema é recorrente em vários estudos realizados nas mais diversas regiões do território brasileiro. Muitos autores realizam estudos de acompanhamento de voçorocas, o que permitiu selecionar alguns trabalhos que realmente atinjam o objetivo, não se teve condições de realizar um acompanhamento pessoal de campo da evolução de uma voçoroca. Outro fator importante para o trabalho foram as fotos e imagens de satélites, para estudo da área que envolve o artigo localizada na cidade de Ipanema-MG conforme a figura a seguir, permitindo um controle do fenômeno estudado.

Figura 2: Coordenadas de posição e localização do processo erosivo voçoroca- IPANEMA-MG

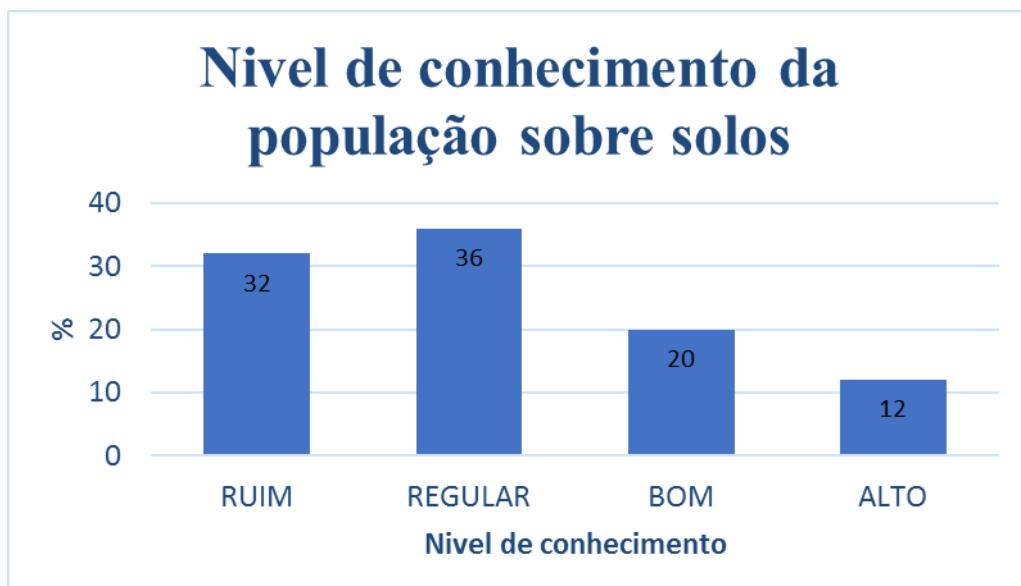


Latitude (19°48'32.17" S) – Longitude (41°42'26.41" O).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso incorreto do solo para a agricultura, a pecuária e obras de engenharia civil são os principais responsáveis pelos danos ambientais que formam erosões e consequentemente as voçorocas. Com isso, conclui-se a partir dos gráficos a seguir que a população é o principal agente impactante na degradação do solo.

Gráfico 1: nível de conhecimento da população sobre solos

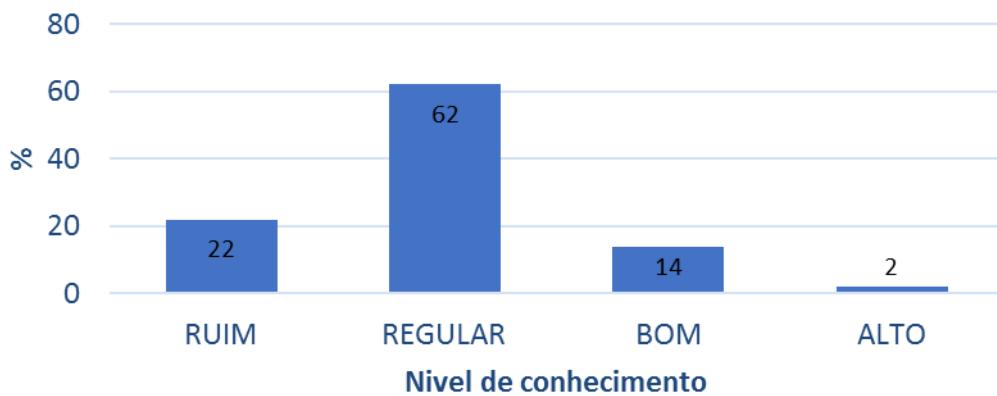


Segundo dados do gráfico 1, é notório que o conhecimento populacional acerca das propriedades dos solos é de maioria regular e ruim, com dados de 36% e 32% respectivamente, 20% bom e apenas 12% demonstram alto grau de conhecimento, uma vez que, os solos são de grande importância para toda sociedade não somente da região em questão, o mesmo constitui um sistema onde conhece-lo adequadamente é essencial, porque a partir dele vários recursos naturais são obtidos, tal como os alimentos, pois o Brasil possui uma agricultura forte, sendo um dos principais exportadores de grãos de todo o mundo. Por isso o não conhecimento adequado sobre o assunto, torna esses fatores que o levam a perda de qualidade é quase que economicamente e socialmente irreparáveis.

Analizando-se dados obtidos através de questionário realizado junto a população da cidade, obteve-se os resultados apresentados no gráfico 2 a seguir que expõe o nível de conhecimento da população sobre erosões.

Gráfico 2: nível de conhecimento da população sobre erosão.

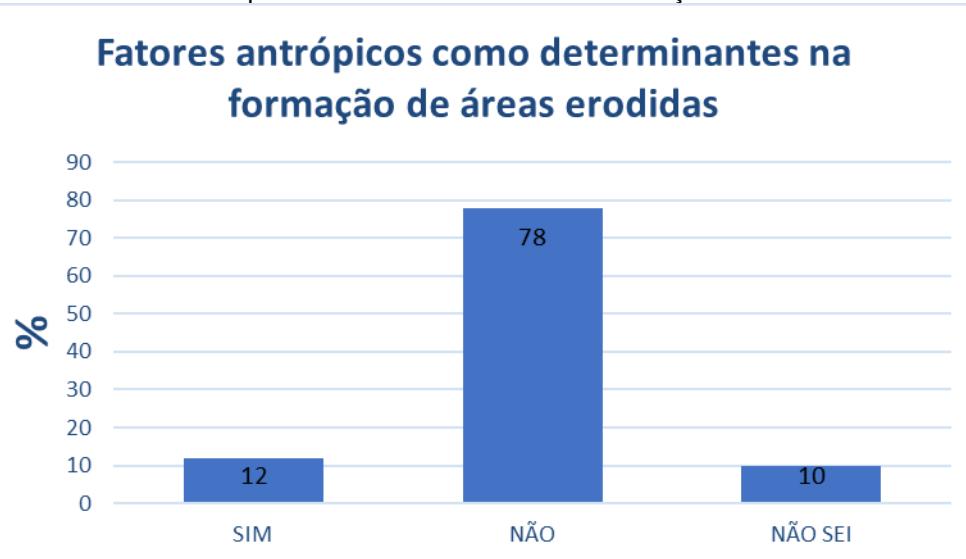
Nível de conhecimento da população sobre erosão



Como demonstrado no gráfico 2 a população em sua grande maioria, não possui o conhecimento necessário para que fenômenos como as erosões que levam a formação de voçorocas, possam ser evitados. Segundo analise amostral, 22% possuem conhecimento ruim sobre erosão, 62% regular, 14% bom e apenas 2% com alto grau de conhecimento.

A atuação antrópica ao longo dos anos contribui efetivamente para que uma área apresente maior ou menor degradação ambiental. Uma área mais sensível devido à suscetibilidade erosiva deve ser utilizada atendendo-se a certos cuidados, fundamentados, sobretudo, num prévio conhecimento de características intrínsecas e no planejamento de ações conservacionistas a fim de se evitarem os efeitos negativos advindos da degradação ambiental. Contudo a população parece não ter a percepção de seu papel nesse fenômeno, com será exposto no gráfico 3 a seguir.

Gráfico 3: Fatores antrópicos como determinantes na formação de áreas erodidas.

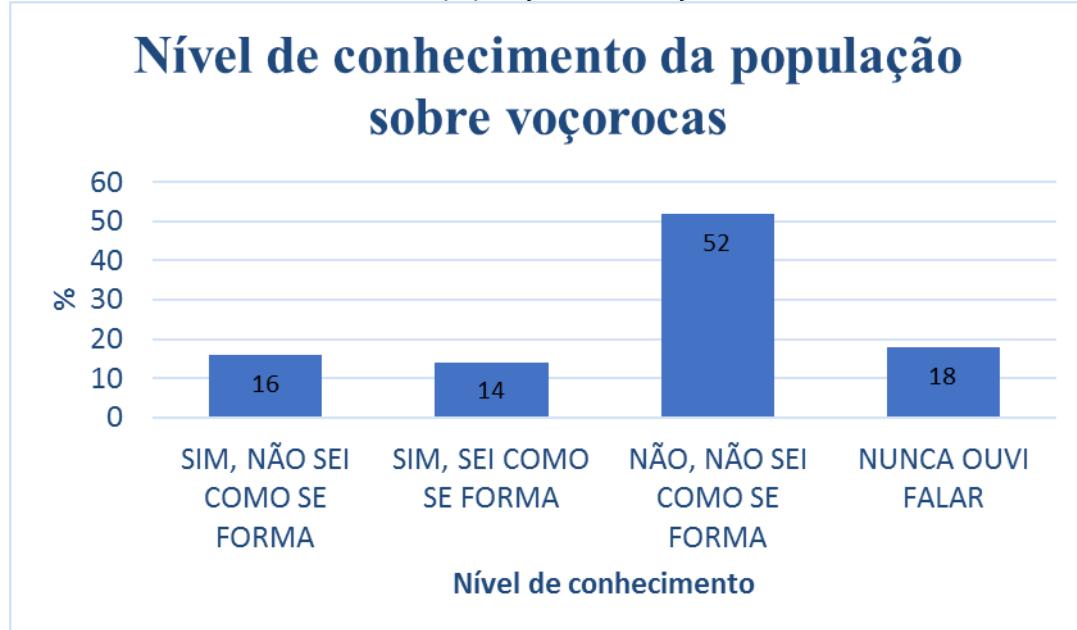


Como demonstrado no gráfico 3, grande parcela da população questionada acredita não contribuir para a ocorrência de erosões e consequentemente voçorocas, onde obteve-se que 78% dos entrevistados afirmam que não colaboram no desmatamento, queimadas e ou descarte de lixo incorreto, que são os principais fatores antrópicos que contribuem na formação de erosões, 12% afirmam que em algum momento já degradou o ambiente, e 10% dizem não saber se contribuem ou não.

Com o crescente aumento do nível de preocupação com o meio ambiente devido aos problemas constantes com que atingem a biota e pelos inúmeros danos que podem causar, as voçorocas têm recebido uma grande atenção. Uma das questões abordadas no questionário diz

respeito ao nível de conhecimento da população sobre voçorocas como demonstra o gráfico 4, pois não há como prevenir esse fenômeno sem que se conheça adequadamente sobre ele.

Gráfico 4: nível de conhecimento da população sobre voçorocas



Conclui-se através dos dados obtidos no gráfico 4, que a população não dispõe de conhecimento adequado acerca das voçorocas, facilitando assim o surgimento da mesma, pois não há como se resolver um problema sem que se conheça sobre o mesmo, com isso, devido a tanta falta de informação e aprendizado, esse fenômeno surge com facilidade, e também torna quase que irreversível recuperar área de voçoroca depois de sua formação e consequente avanço.

A fim de obter uma maior precisão no estudo da área, foi realizado uma análise química e granulométrica do solo, pelo laboratório de análise de solos do Sindicato Dos Produtores Rurais do município de Manhuaçu-MG. Alguns dados importantes foram obtidos, que definem o tipo de solo, e com eles, pode-se fazer uma seleção dos melhores processos de recuperação possíveis.

Análise Granulométrica: anexo 1.

RESULTADOS ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS

Ref. Lab.	Referência do Cliente	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classe Textural	
		dag/kg					
1413	Amostra 1		11	45	37	7	Franco-Arenosa



Através da análise granulométrica, tem se uma determinação das dimensões das partículas da amostra de solo em questão, e como visto acima, trata-se de um solo arenoso, o que ocasiona uma baixa humidade, deixando o solo seco, com deficiência de cálcio, pobre em nutrientes e suscetível ao processo de erosão.

Análise Química: anexo 2.

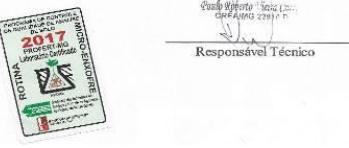
RESULTADOS ANALÍTICOS

Ref. Lab.	Referência do Cliente	pH		P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al
		H ₂ O		mg/dm ³	cmol _e /dm ³					
8749	Amostra 1	5,01	-	2,3	30	-	0,36	0,15	0,7	1,8

Ref. Lab.	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	cmol _e /dm ³			%			dag/kg	mg/L	mg/dm ³					
8749	0,59	1,29	2,39	24,7	54,3	-	0,24	34,3	-	-	-	-	0,20	31,5

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 12,5
 P - P₂O₅ - K₂O - Zn - Mn - Cu - Óxido Mórbido I
 Ca - CaO - Al - Diferença KCl - ISNa
 H - Al - Barrador SMP
 B - Barrador água quente
 S - Deterior - I - reagente monoadicloro em cítrico suáciaco
 SB - Síntese de Bases Tricílicas

CTC (t) - Capacidade de Trocas Catiónica Difériva
 CTC (T) - Capacidade de Trocas Catiónica a pH 7,0
 V - Volume de diluição da amostra
 m - Índice de Saturação de Alumínio
 ISNa - Índice de Saturação de Sódio
 Mat. Org. (MOT) - Índice de: $\text{Na}_2\text{Y} / \text{Na}^+ - \text{H}_2\text{SO}_4$, 100%
 P-rem - Fosforo remanescente



Através da análise química explicita no anexo 2, obtém-se a fertilidade do solo, grau de suficiência ou insuficiência de alguns elementos/compostos, possibilitando a correção mais apropriada para esse solo. Nesse caso, foi constatado um solo pobre em matéria orgânica, com somente 0,24 dag/kg da mesma, o que caracteriza um planossolo. Outro ponto se dá no pH desse solo, sendo ele ácido, o que, juntamente com a presença de Alumínio Al³⁺, prejudica o surgimento de vegetação no mesmo.

As estratégias de controle de erosão propostas para a recuperação de áreas com presença de voçorocas constituem-se normalmente de práticas mecânicas e vegetativas de baixo custo. Apesar do alto grau de degradação morfológica, física, química e biológica do solo presente nas voçorocas, é possível sua reincorporação ao sistema de preservação, desde que sejam adotadas práticas de recuperação, manejo e conservação do solo e da água.

Para essa situação do solo o ideal a se fazer para um processo de revegetação da área com gramíneas e leguminosas e introdução de espécies arbóreas é fazer uma calagem do solo com intuito de elevar cálcio e magnésio também a saturação de base deste solo para aumentar a fertilidade química, adubação a base de fosforo e potássio separados, logo após fazer aplicação de nitrogênio e micronutrientes neste solo. A fertilização deverá ser realizada no plantio, posteriormente uma adubação de cobertura após 30 dias de plantio. Rogério Resende Martins Ferreira em um de seus artigos indica algumas espécies que seriam ideais na área tema deste artigo.

Algumas espécies sugeridas para o plantio são: Capim gordura (*melinis minutiflora*) pouco exigente em fertilidade do solo, desenvolve-se bem em regiões de precipitação em torno de 800 a 1400 mm ao ano, não resiste à geada, fogo, pastejo baixo e solos encharcados, resiste relativamente bem à seca, situação ideal na área de estudo; feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) leguminosa tropical, associação em nódulos radiculares com bactérias fixadoras de nitrogênio. A planta é ereta, ciclo anual, desenvolve-se bem em solos ácidos. Suas folhas grandes fornecem boa cobertura; milheto (*Pennisetum americanum*) gramínea anual de primavera-verão, planta que apresenta alta resistência à seca, e à salinidade do solo, cresce bem em solos de mediana fertilidade, suportando condições de acidez, com crescimento rápido, vigoroso sistema radicular com elevada potencial de perfilhamento e alta capacidade de reciclagem de nutrientes; feijão guandu (*Cajanus cajan*) leguminosa arbustiva anual, que apresenta um grande potencial de uso em diferentes regiões brasileiras. Isto se deve em função do seu emprego como planta protetora e recuperadora de áreas degradadas, com melhoria física, química e biológica do solo. Planta com alta resistência aos solos pobres de baixa fertilidade, desenvolvendo-se bem tanto nos solos argilosos quanto nos arenosos; aveia preta (*Avena strigosa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) nos interiores e bordas das voçorocas é uma planta muito vigorosa, que em 60 dias cobre cerca de 70% do solo. Seu sistema radicular é pivotante, bastante profundo, atingindo mais de 2 metros. A gramatura utilizada é de 450 g/m² de coquetel de sementes.

As principais funções da revegetação na área são a redução do impacto da gota da chuva, manutenção da fertilidade do solo, redução da força da enxurrada, aumento da infiltração, retenção de sedimentos.

5 CONCLUSÕES

Com o término do trabalho, foi possível depreender algumas conclusões. De início, é importante reforçar a necessidade de cada vez mais o desenvolvimento de projetos voltados à recuperação de áreas degradadas e ao estudo da erosão, pois é notória a necessidade de obter mais informações que possam contribuir para o controle dos processos erosivos e a recuperação do meio ambiente. Há inúmeras práticas conservacionistas, cada uma para um determinado objetivo, entretanto, os custos relacionados a estas práticas são bastante variáveis e, exceto em casos especiais, deve-se sempre buscar pelos métodos menos onerosos.

É importante acrescentar que o processo de recuperação ambiental demanda tempo, esforço, dedicação e conhecimento. Assim, é preciso entender que os resultados mais concretos serão observados mais tarde.

Com base no contexto apresentado neste trabalho, é possível se conduzidas de forma responsável a sensibilização da comunidade do entorno, através de práticas de educação ambiental, de modo que esta reconheça a importância e necessidade de se preservar a vegetação do interior e borda das voçorocas, assim como não descartar lixo e entulho em seu interior. Pode-se chegar aos resultados esperados, não só por gestores comprometidos com a coisa pública, mas, principalmente, pela comunidade a ser beneficiada dependendo apenas de vontade própria.

6 REFERÊNCIAS

LEITE, C, M; VALI, A. **Introdução à Geologia de Engenharia**, 5º Ed-revista ampliada. Pag-302 a 310.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed.- São Paulo: Oficina de textos, 2010. Pag-190 a 213.

BACELLAR, L. de A. P. **Processos de formação de voçorocas e medidas preventivas e corretivas**. Ouro Preto: UFOP, 2006.

https://www.researchgate.net/publication/301552655_Vocorocasprocessos_de_formacao_prevencao_e_medidas_corretivas

BERTONI, J. F.; LOMBARDI NETO. **Conservação do solo**. São Paulo: Cone, 1990. Disponível: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp095046.pdf>

CARDOSO, R. S. B.; PIRES, L. V. **Voçorocas**: processos de formação, prevenção e medidas corretivas. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/301552655_Vocorocasprocessos_de_formacao_prevencao_e_medidas_corretivas

GOULART, R. M. et al. **Caracterização de sítios e comportamento de espécies florestais em processo de estabilização de Voçorocas**. Disponível em:

<http://www.redalyc.org/pdf/744/74412108.pdf>

LOPES, S. L; GUERRA, A. J. T. **Monitoramento de voçorocas por satélites GPS em áreas de areia quartzosa podzolizada**: Praia Mole, Florianópolis-SC. In. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Goiânia-GO, 2001, disponível em:

http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio_erosao/articles/T018.pdf

PEREIRA, H. et al. **Processos de formação de voçorocas e medidas preventivas e corretivas**. Campina Grande, sem data. 21slides. PRÁTICAS de conservação. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/citations?user=7R-87WAAAAJ&hl=pt-BR>

FIORI, Alberto Pio. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes**- 2. Ed. rev., E ampl. – Curitiba: Ed. UFPR, 2009.

GUERRA, ANTONIO JOSÉ TEIXEIRA; JORGE, MARIA DO CARMO OLIVEIRA, **Processos erosivos e recuperação de área degradadas, oficina de textos, 2013**.

Disponível:https://www.researchgate.net/publication/279545400_Processos_Erosivos_e_Recuperacao_de_Areas_Degradadas

EMBRAPA. **Práticas Mecânicas e Vegetativas para Controle de Voçorocas**, 2005.
<https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/855731/praticas-mecanicas-e-vegetativas-para-controle-de-vocorocas>

EMBRAPA SISTEMA DE PRODUÇÃO 04, **Recuperação de Voçorocas em Áreas Rurais**, 2006.
Disponível: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/629509>

FERREIRA, ROGÉRIO RESENDE MARTINS, **Recuperação de Voçoroca de Grande Porte**, S/D.
2007
Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130802/1/25736.pdf>

EMBRAPA. SOLOS. **Relatório técnico e plano de monitoramento do projeto de recuperação de áreas degradadas**. Rio de Janeiro, 2002.

Ministério do Meio Ambiente, **Vulnerabilidade Ambiental Desastres Naturais ou Fenômenos Induzidos**. Organização Rosely Ferreira dos Santos, 2016
Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/45734425/Vulnerabilidade-Ambiental-Livro-MMA>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, **Curso de geologia Aplicada ao Meio Ambiente**, 1995.

Disponível: <http://abge.org.br/uploads/arquivos/pdf/cap%C3%ADtulo1%E2%80%93introdu%C3%A7%C3%A3o2017083117104845506.pdf>

MENEZES, S. M. Geotecnica aplicada a projetos: estruturas de contenção em taludes. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

LIMA, V. R. P. et al. **Estabilização de voçoroca: subproduto ambiental do diagnóstico dos recursos hídricos, o caso do assentamento Dona Antônia** - Conde - PB. In: Seminário Luso Brasileiro Caboverdiano, III Encontro Paraibano de Geografia, III Semana de Geografia da UFPB. João Pessoa, 2006.

DANTAS, C. S.; FERREIRA, O. M. **Erosões rurais origem e processo de evolução: estudo do caso da fazenda São Sebastião no município de São Luís dos Montes Belo-GO**. Artigo apresentado à Universidade Católica de Goiás como exigência parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental. 2008.