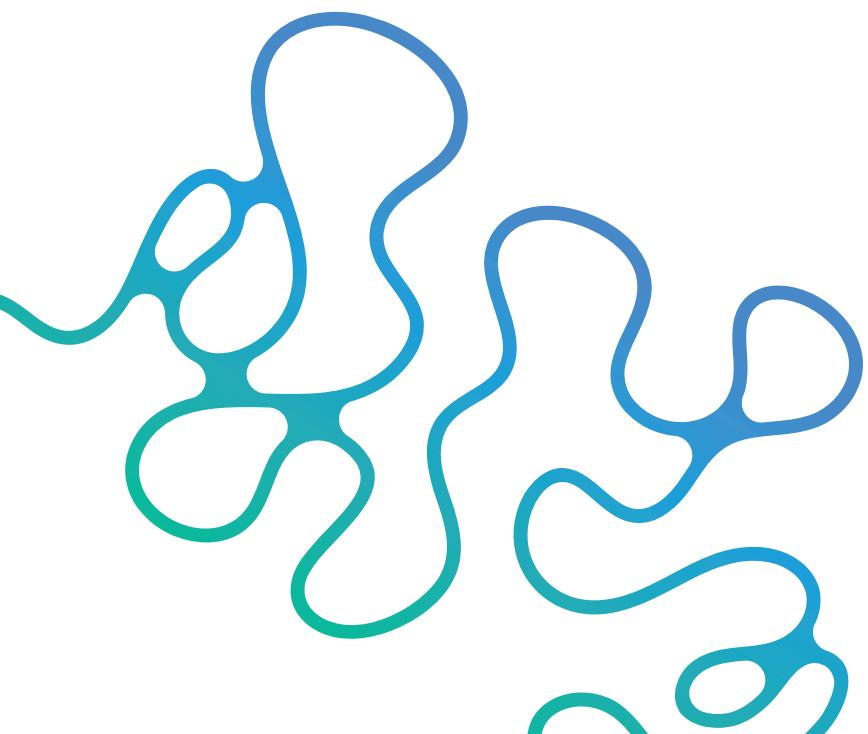


ESTRADAS RURAIS

Orientações para
Construção, Adequação
e Manutenção



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação

Estradas Rurais - Orientações para Construção, Adequação e Manutenção

Missão do Mapa

Promover o desenvolvimento sustentável da agropecuária e a segurança e competitividade de seus produtos

Brasília
MAPA
2021



Presidente da República
Jair Messias Bolsonaro

Ministra de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Tereza Cristina Corrêa da Costa Dias

Secretário Executivo
Marcos Montes Cordeiro

Secretário de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação
Fernando Silveira Camargo

Secretário Adjunto de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação
Cleber Oliveira Soares

Diretora de Produção Sustentável e Irrigação
Mariane Crespolini dos Santos

Coordenadora-Geral de Conservação de Solo e Água - CGCSA
Soraya Barrios Araújo



2021. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Todos os direitos reservados. Permitida reprodução desde que citada a fonte.

1ª edição. Ano 2021

EQUIPE

Elaboração do documento

Antônio Felipe Guimarães Leite,
Claudio Lucas Capeche, Frederico
Cintra Belem, Luiz Fernando Carvalho
Leite, Mariane Crespolini dos Santos
Mauricio Carvalho de Oliveira, Soraya
Carvalho Barrios de Araújo.

Colaboração

Cleber Oliveira Soares, Fernando
Sardenberg Zelner, Gustavo dos
Santos Goretti, Leticia Silva Cabral,
Mariana Cristina dos Santos
Resende, Thelma Lucchese Cheung,
Thiago Augusto da Silva.

Apoio em diagramação, ilustração e projeto gráfico

Comunicação Integrada do
Programa Rural Sustentável

Para mais informações sobre o
Programa Rural Sustentável, acesse
www.programaruralsustentavel.org.br

Projeto Gráfico

Luciana Lobato Borges

Diagramação

Pedro Henrique Cardoso da Costa

Capa

Milena Pagliacci



Créditos: Acervo MAPA



Apresentação

Até 2050 espera-se um crescimento significativo da demanda por alimentos e por recursos naturais essenciais, como a água, impulsionado principalmente por países em desenvolvimento. Além desse aumento, que por si só representará um desafio considerável, a produção agropecuária, tanto nacional quanto internacional, enfrentará outras adversidades.

Uma das principais será o aumento da temperatura global, em razão da particular vulnerabilidade do setor agropecuário à mudança do clima. O desafio não é trivial. Exigirá estratégias robustas por parte das nações a fim de endereçar um desafio duplo: segurança alimentar e aquecimento global.

Desde a década de 1970, inovação e tecnologia têm sido os grandes propulsores do setor agropecuário nacional, contribuindo para transformar o Brasil em um dos maiores produtores e exportadores mundiais de alimentos.



Apesar dessa evolução, segue existindo espaço para melhoria e fomento a uma agropecuária mais sustentável. Para impulsionar e acelerar o crescimento da produção com conservação dos recursos naturais, o manejo adequado do solo é uma ferramenta fundamental. Nossos solos são a maior riqueza da produção agropecuária. Conhecê-los melhor e manejá-los adequadamente é posicionar o setor em outro patamar tecnológico.

No meio rural, ainda persistem muitos desafios relacionados à construção das estradas rurais. Quando não são construídas de maneira adequada, podem causar o carreamento de sedimentos sólidos para o leito dos rios e outros recursos hídricos.

Nesse contexto, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com o apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), elaborou este documento orientativo para a conservação do solo e da água nas estradas rurais do Brasil. O documento traz orientações sobre o que deve ser observado na construção, na adaptação ou ainda na reforma das estradas rurais.

Assim, o objetivo é disseminar orientações sobre a construção e a adequação das estradas rurais que possam servir de base às prefeituras, aos técnicos e aos produtores rurais para o planejamento sustentável das estradas rurais, a partir da consideração da importância da conservação da água e do solo.



Não há a pretensão de esgotar o assunto que, por sinal, é amplo e com referências a distintas perspectivas técnicas e legais.

É importante destacar, ainda, que além das orientações elaboradas pelo MAPA, existem normas e manuais oficiais para a construção de estradas rurais, os quais podem ser encontrados junto a secretarias municipais e estaduais de infraestrutura e transporte.

Compreender o solo como importante recurso natural, que armazena e melhora a qualidade da água e que fornece nutrientes às plantas, e pensar em sua conservação no contexto das microbacias é a principal proposta do Programa Nacional de Manejo Sustentável do Solo e da Água em Microbacias Hidrográficas, o Águas do Agro.

Com ele, construiremos um futuro de prosperidade socioeconômica e conservação ambiental que permitirá o crescimento continuado do nosso agro e o desenvolvimento sustentável do Brasil.

Agradeço a todos os colaboradores e às instituições que contribuíram com este documento, desejando-lhes uma ótima leitura!

Tereza Cristina Corrêa da Costa Dias
Ministra de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

GLOSSÁRIO

de termos técnicos

Abaulamento: inclinação da seção transversal do leito da estrada, como um murundu ou camalhão longitudinal, que possibilita o escoamento lateral da drenagem superficial no leito da estrada.

Aglutinante: inclinação da seção transversal do leito da estrada, como um murundu ou camalhão longitudinal, que possibilita o escoamento lateral da drenagem superficial no leito da estrada.

Agulhamento: Incorporação ao subleito da estrada de materiais granulares para melhorar sua capacidade de suporte e de rolamento da pista.

Bacia de retenção (barraginha): estrutura aberta no solo em forma de “calota” para reter e armazenar água da chuva proveniente dos terraços ou ondulações transversais da estrada.

Caixa de retenção: estruturas implantadas ao lado das estradas que fazem parte do sistema de drenagem para ordenar o fluxo da água pluvial, retendo-a por um tempo e evitando a erosão na estrada.

Cobertura vegetal: espécies vegetais que promovem o recobrimento do solo evitando o impacto da chuva.

Compactação: redução da porosidade (espaços vazios) no solo ou nos materiais utilizados no subleito, leito e revestimento primário.

Drenagem: ordenamento do escoamento superficial da água da chuva ou do escoamento subterrâneo do lençol freático.

Erosão: efeito da água da chuva sobre a superfície do solo sem cobertura vegetal que arrasta partículas minerais e orgânicas do solo na forma de sedimento.

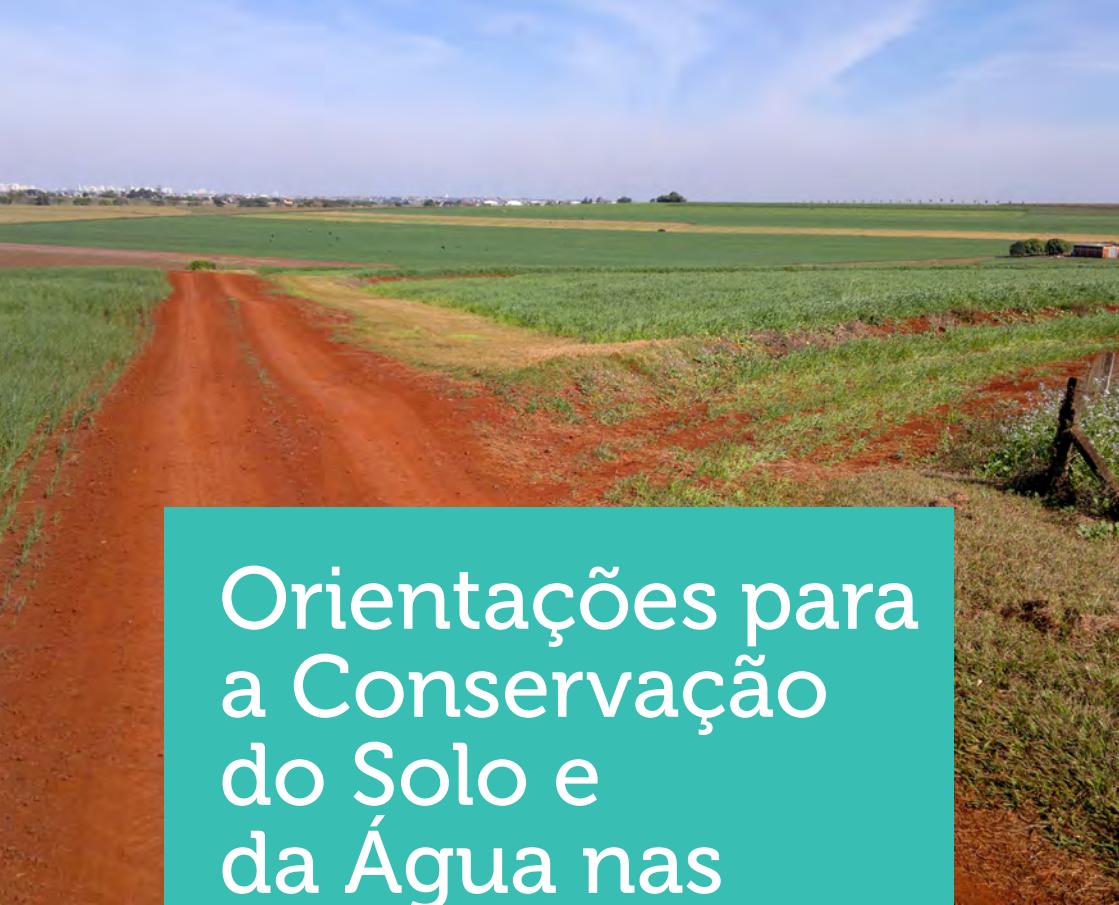
Estradas rurais: estradas de terra que interligam localidades na área rural.

Ondulações: estruturas de solo construídas transversalmente ao leito da estrada para desviar a água da chuva que escorre pela estrada (semelhante a um quebra-molas ou redutor de velocidade).

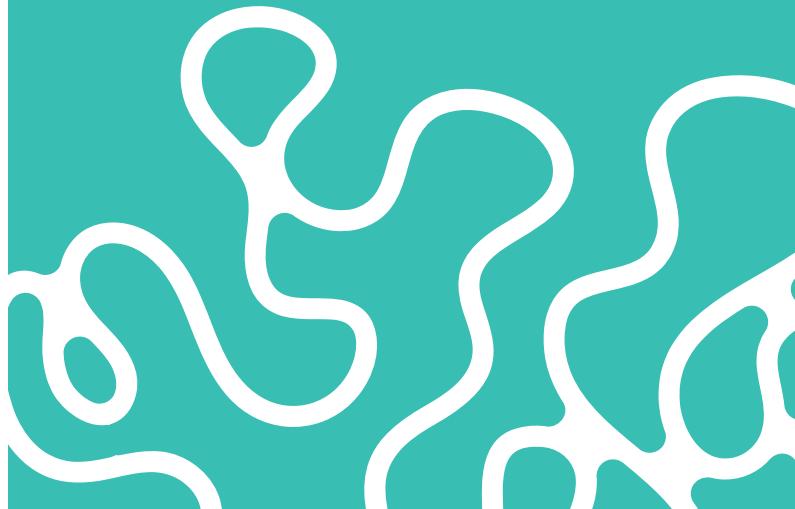
Sarjeta: valetas localizadas nas laterais da estrada para escoamento superficial da água da chuva proveniente do leito da estrada ou talude.

Talude: barranco inclinado ao lado da estrada, que pode ser originado pelo corte do terreno elevado (talude de corte) ou pela deposição de material terroso (talude de aterro)

Terraço: estrutura de solo na forma de um murundu, construído para reter o escoamento superficial da água da chuva pelo terreno ou estrada.



Orientações para a Conservação do Solo e da Água nas Estradas Rurais





1. Introdução

O solo e a água são recursos naturais essenciais na natureza e que necessitam ser manejados de forma conservacionista para possibilitar a geração de benefícios para a agricultura e o meio ambiente. Além de permitir o bom funcionamento das comunidades e da sociedade em geral.

Neste sentido, as estradas rurais, fortemente associadas à conservação do solo e da água e que são fundamentais para organização da vida em sociedade, requerem cuidados especiais na sua construção, adequação e manutenção.

As estradas rurais de terra, que compõem 1,4 milhão de km (77% da rede rodoviária brasileira), podem ser definidas como as vias que fazem a interligação entre cidades vizinhas, entre propriedades rurais ou entre localidades próximas. Geralmente essas estradas são municipais, não pavimentadas e utilizadas como principais conexões entre as áreas rurais e os centros urbanos.

Elas têm grande importância na infraestrutura rodoviária ao possibilitar o escoamento da produção agropecuária e florestal, o fluxo de mercadorias e serviços e a movimentação de pessoas, o que favorece o desenvolvimento socioeconômico e ambiental de uma região e a qualidade de vida de seus habitantes.

Importa ressaltar que as condições de trafegabilidade devem ser mantidas satisfatórias em todas as condições climáticas, ao longo do ano, seja nos períodos de pouca ou de intensa precipitação pluviométrica.

As estradas rurais devem ser construídas seguindo as recomendações técnicas para as diferentes localidades e obedecer às normatizações dos órgãos reguladores e ambientais, atentando-se para as orientações federais, estaduais e municipais. Deve-se proceder de forma idêntica quando forem necessárias adequações, melhoramento, reforma e nas ações de manutenção.

Entretanto, estas obras nem sempre estão integradas com práticas conservacionistas de solo, da água, nas áreas do entorno, que visem reduzir os impactos gerados em todas as fases, inclusive após sua conclusão, na estabilidade, nas condições de trafegabilidade e, portanto, na sua longevidade. Além de, por vezes, não proporcionarem a sustentabilidade agropecuária e socioambiental em uma relação harmônica com a paisagem na qual está inserida.

Em atenção aos pontos destacados, esse documento tem como objetivo promover orientações sobre a construção e sobre a adequação das estradas rurais. Destacando que normas e manuais de construção podem ser encontrados junto às secretarias de transporte e infraestrutura estaduais e municipais, possibilitando uma aplicação local de normas aos projetos.

2. Problemas Estruturais em Estradas Rurais

De forma geral, em decorrência dos aspectos construtivos, as estradas rurais podem representar uma importante fonte de erosão e de degradação ambiental no Brasil.

Mal construídas e/ou mal conservadas, os leitos das estradas e as próprias áreas de entorno ou marginais a elas, geram grande carga de sedimentos que se acumulam nas partes baixas do terreno ou são diretamente depositadas nos corpos hídricos.

Isso é decorrente da ausência ou da inadequação dos controles dos escoamentos das águas de chuvas e proporcionam intenso processo erosivo (Figura 1), com a formação de voçorocas de difícil controle, com prejuízos direto aos proprietários rurais e, indiretamente, à toda sociedade. Por isso, a relevância de se utilizar técnicas adequadas, seja na construção ou na adequação de estradas rurais de terra.





Figura 1 – Processos erosivos na lateral da estrada (A) e em área de pastagem (B)

A Erosão, sem as tecnologias conservacionistas pode se agravar e trazer grandes prejuízos à qualidade da estrada rural com repercussões na ambiência local.

Na Figura 2, se observa a ocorrência de forte erosão no leito da estrada e a instabilidade de talude, o que coloca em risco a segurança dos usuários, principalmente, nos períodos chuvosos, além da geração de sedimentos a serem carreados pela erosão.





Figura 2 – Erosão em sulcos no leito da estrada (A) e deslizamento de talude (B).

Grandes impactos da erosão na geração de sedimentos são sentidos durante a construção, devido à grande movimentação de terra. O que pode ocorrer também, imediatamente após, quando as estradas ainda não estão completamente consolidadas ou não receberam tratamento adequado para a sua consolidação. Encontra-se ainda com vários locais sem cobertura vegetal, principalmente, nos taludes de corte ou aterro.

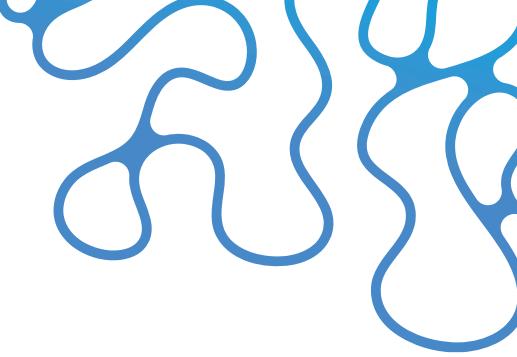
Na Figura 3, se observa a máquina ao realizar serviço de manutenção na estrada. Percebe-se a fragilidade do leito exposto aos efeitos da erosão pluvial após o serviço de manutenção.



Figura 3 – Retroescavadeira sistematizando a superfície da estrada e resultado após o serviço. É possível visualizar a superfície e as laterais do leito com solo suscetível à erosão hídrica.

Pode-se afirmar que a intensidade da erosão nas estradas de terra se relaciona, principalmente, aos seguintes fatores:

- Geomorfológicos: diversidade de rochas e formas de relevo (declividade e comprimento de rampa).
- Climáticos: quantidade, intensidade e frequência da precipitação nas diferentes estações do ano.

- 
- Pedológicos: diversidade das características dos diferentes tipos de solos, como: textura; pedregosidade; permeabilidade/drenagem natural; profundidade; teor de matéria orgânica, tipo de argila (expansiva 2:1 ou não 1:1); entre outros.
 - Biológicos: velocidade de recobrimento da superfície das áreas expostas com a vegetação natural ou plantada.
 - Técnicos: 1 - padrão tecnológico da construção (projeto técnico e recursos financeiros adequados) e 2 - características da estrada, tais como: abaulamento do leito de rodagem para a drenagem das águas de chuva; largura; declividade (grau e extensão); traçado; material de revestimento da plataforma; altura e inclinação dos taludes laterais; sistema artificial de drenagem superficial e subterrâneo; manutenção periódica; entre outros.
 - Humanos: nível de capacitação e treinamento do operador das máquinas.

Com relação à manutenção da estrada, uma importante característica que pode influenciar no maior desgaste de suas condições estruturais diz respeito ao tipo de uso da estrada.

Vias com fluxo menos intenso e veículos com menor porte causam impacto reduzido, ao contrário das mais movimentadas e com trânsito de veículos pesados, como ônibus, caminhões, carretas e máquinas agrícolas.

3. Recomendações Técnicas para a Proteção Ambiental

Para que as estradas rurais cumpram seu importante papel de integração comunitária, principalmente, nas áreas rurais, com o menor impacto negativo ao meio ambiente, é essencial se implementar práticas que promovam a proteção ambiental. A seguir, serão mostradas as práticas que visam reduzir ou eliminar os riscos de erosão.

3.1. Localização e traçado das estradas

A abertura das estradas rurais, ou sua readequação, devem, sempre que possível, atender critérios de localização e de traçado que busquem observar os menores desniveis ou inclinações do terreno. Além de seguir as curvas de nível e/ou os divisores de água com relevo plano à suave onulado (Figura 4).

Mas nem sempre é possível atender esses critérios, especialmente, nas regiões onde predominam paisagens com topografia movimentada, como as regiões montanhosas





Figura 4 – Vista geral da locação e traçado de estradas rurais em áreas mais suaves do relevo.

É importante frisar que o traçado das estradas deve oferecer a melhor visibilidade para os usuários, sem curvas muito fechadas, nem aclives e declives acentuados. No caso de ocorrer situações semelhantes às descritas, a sinalização rodoviária é fundamental para se evitar riscos de acidentes. Essa ser feita com a utilização de placas confeccionadas ou por meio do uso de arborização, com espécies adaptadas para esse fim, como eucalipto, palmeiras, pinheiros, bambu ou espécies nativas. O uso de espécies arbustivas e/ou arbóreas na sinalização de estradas rurais também contribui para o paisagismo rural (Figura 5).



Figura 5 – Plantio de espécie arbóreas na lateral da estrada facilitando a sinalização de limite do seu leito.

As estradas rurais devem ser construídas seguindo as recomendações técnicas para cada situação ambiental, de forma a considerar a segurança dos usuários e a manutenção do tráfego sem interrupções (Figura 6). Essas poderiam ser provocadas por problemas de atoleiro no leito das estradas, de deslizamentos ou de inundações em algum ou vários trechos.





Figura 6 – Detalhe de Estrada com boas condições de trafegabilidade quanto à qualidade do leito e de visualização.

3.2. Taludes

A conformação dos taludes laterais, seja de corte ou de aterro, deve seguir as recomendações técnicas quanto à altura e à inclinação para não sofrerem o risco de desmoronamento, além da necessidade de serem vegetados, o mais rápido possível. Essa regra serve para os taludes que serão construídos ou para aqueles que necessitarem de reconformação.

Todos os taludes simples, isto é, sem patamares, devem possuir um sistema de drenagem superficial no topo (crista) e na base (pé do corte ou sarjeta), para escoamento da água da chuva. Os taludes maiores, tanto em altura como em inclinação, que necessitarem de conformação com a presença de patamares, devem ter sistemas de drenagem superficial na junção do patamar com a base do talude (pé do corte ou sarjeta), imediatamente superior a ele, para sua drenagem.

Os taludes devem ser revestidos, o quanto antes, com alguma tecnologia vegetativa que esteja descrita no projeto e atenda as condições ambientais e de disponibilidade de sementes e de mudas.

Algumas formas de revegetação de taludes são: hidrossemeadura, placas de grama, leguminosas herbáceas/arbustivas, plantas espontâneas, capim vetiver, manta biológica, cobertura morta (apara de grama ou capim), entre outras.

Sempre que possível privilegiar a regeneração natural da vegetação nativa herbácea, arbustiva e/ou arbórea no recobrimento do talude, principalmente, no período de manutenção da estrada rural.

É muito importante que as canaletas de drenagem superficial tenham sua lateral vegetada o mais rápido possível, para que o escorramento da enxurrada não descalce ou assoreie a canaleta e comprometa sua estrutura e funcionamento.

Na crista do talude, e até mesmo na sua superfície inclinada, devem ser implantados cordões vegetados, de preferência com capim vetiver.

3.3. Sistemas de drenagem superficial e subterrânea (água pluviais ou córregos e nascentes).

A drenagem que atenderá a uma determinada estrada deve ser dimensionada para que todas as estruturas de recepção, escoamento, armazenamento e distribuição mantenham sua eficácia

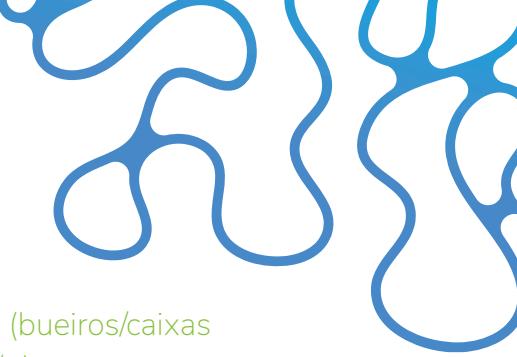
nas estações do ano, sem comprometer a estrutura da estrada, a circulação na via e a segurança dos usuários. Uma má drenagem pode gerar fortes enxurradas para o leito da estrada (Figura 7). Portanto, é muito importante o conhecimento dos tipos de solos e de sua hidrologia, além do clima na região, para o conhecimento da velocidade de infiltração da água no solo, do nível do lençol freático, dos índices pluviométricos e da evapotranspiração. De forma a visar, o dimensionamento das estruturas mecânicas e vegetativas do sistema de drenagem (Figura 8).



Figura 7 – Detalhe da drenagem insuficiente no leito, ocasionando excesso de água na via.



Figura 8 – Detalhe de passagem da drenagem pluvial sob a estrada (A) e da condução ordenada do fluxo superficial da drenagem em canal lateral revestido de manta bidim. (B).



3.4. Saídas laterais na estrada (bueiros/caixas dissipadoras/caixas de retenção)

As estruturas artificiais de drenagem superficial ou subterrâneas conduzem a água/sedimentos recolhidos na plataforma da estrada para pontos estratégicos de escoamento e distribuição, como bueiros e caixas de retenção, que escoam para saídas nas áreas adjacentes à estrada. Essas saídas devem ser protegidas para se evitar a erosão.

Uma prática eficiente é utilizar cordões de pedra associados com capim vetiver ou outra vegetação que cumpra a mesma função de reter sedimentos e reduzir a força do fluxo drenado. Também podem ser utilizadas outras barreiras físicas construídas com diversos materiais inertes, como paliçadas de bambu ou de eucalipto, pneus descartados ou sacos com solo ou solo/cimento.

3.5. Bigodes

São saídas laterais na estrada que escoam a água drenada superficialmente para áreas específicas com capacidade de recepção, armazenamento e infiltração natural pelo solo. Podem estar associados à bacia de retenção, ou barraginhas, e terraços agrícolas.

3.6. Lombadas

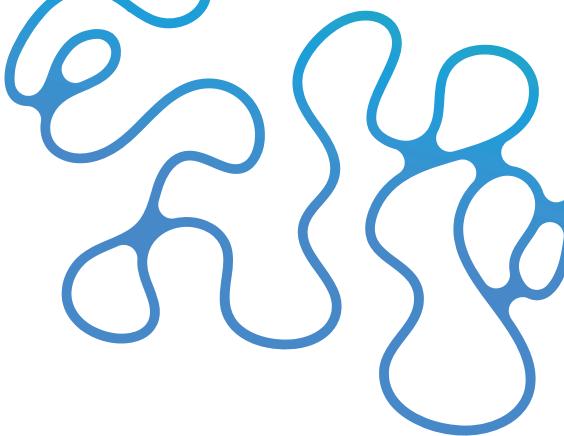
São barreiras quase perpendiculares ao sentido longitudinal na estrada, no formato de ondulações, que visam barrar o escoamento da água da chuva que escorre pelo leito. Assim, a água é direcionada, de forma ordenada para estruturas mecânicas de recepção, armazenamento e infiltração, como terraços e bacias de retenção ou, ainda, áreas com vegetação capaz de cumprir a mesma função das estruturas mecânicas (mata, floresta, bambus, capineira).

O espaçamento das lombadas e suas saídas laterais devem, sempre que possível, estar associadas à localização das estruturas mecânicas e vegetativas citadas acima. Além disso, a sua altura não deve prejudicar o tráfego nem causar danos aos veículos. É importante ter atenção para que essa altura não permita que a água passe sobre a lombada, o que pode vir a comprometer sua eficácia.

3.7. Terraços e bacias de retenção

São estruturas mecânicas construídas com e no solo, utilizadas para o ordenamento dos escoamentos superficiais e para o armazenamento das águas pluviais que não infiltram em áreas de lavouras e de pastagem ou são drenadas pela estrada.

Os terraços utilizados nas áreas de plantio são construídos levando em consideração fatores como tipo de solo, declividade



do terreno, uso e cobertura do terreno, sistemas de produção (com ou sem práticas conservacionistas) e precipitação pluviométrica da região.

As bacias de retenção, ou barraginhas, tem suas dimensões determinadas levando em conta a área de captação na área de plantio ou da estrada (quando é construída apenas para esse fim) e a precipitação (volume e frequência).

Na Figura 9, se observa a integração de lombadas e de terraços, como tecnologias corretas para a conservação da estrada e suas áreas marginais com atividade agropecuária. E na Figura 10, exemplos de bacias de retenção.





Figura 9 – Associação de lombadas no leito e de terraços nas laterais da estrada integrando o sistema de drenagem superficial, desviando a água para as áreas marginais.





Figura 10 - Bacia de retenção implantada em área marginal (A), em área de cultivo (B) e na lateral da estrada (C).

4. Causas e correções dos problemas mais comuns em estradas rurais de terra

4.1. Buracos

As causas mais comuns do surgimento de buracos são a retirada de partículas do solo pela erosão e pela passagem de veículos por poças d'água causadas pela má drenagem. Essas são ocasionadas pela falta de abaulamento do leito, além da retirada de partículas desagregadas do solo em condições de pista seca pela passagem de veículos (comum em estradas que geram/levantam muita poeira).

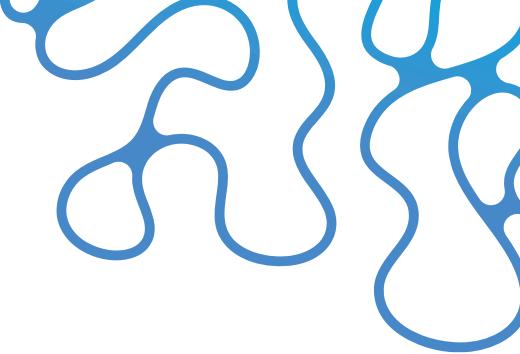
A correção pode ser obtida ao se fazer a adequação das condições de drenagem com o abaulamento do leito de rodagem, a construção/manutenção de lombadas/ondulações e valetas/sarjetas, melhoramento do revestimento primário e correção dos buracos (preenchimento).

4.2. Bancos de areia

Sua formação tem como causa a ocorrência de solo arenoso em pequena ou grande parte da estrada, tanto na baixada, como nos pontos mais altos do relevo (Figura 11). Também são formados pela ação da erosão que carrega as partículas mais finas de argila e silte e acumula os fragmentos mais grosseiros de areia, nas partes baixas da estrada, especialmente, quando o revestimento primário é pobre em elementos ligantes (argila).



Figura 11 – Trechos de estradas com grande acúmulo de material arenoso.



Os bancos de areia podem gerar riscos de acidentes ou danos nos veículos em condições de estiagem ou de estações menos chuvosas, dependendo da profundidade da camada de areia no leito da estrada.

Uma das alternativas para a solução desse problema se baseia na adição e na mistura de material primário mais rico em argila nos trechos afetados. Nas situações em que a causa da concentração de areia é o arraste de sedimentos pela ação da chuva, a alternativa é a contenção dos processos erosivos. Realizado por meio damelhoria ou da manutenção do sistema de drenagem e da cobertura vegetal nos locais com solo exposto à chuva, localizadas a montante da área afetada.

4.3. Grande quantidade de poeira

Sua ocorrência nos períodos do ano com ausência de chuva se deve à presença em excesso de material finamente particulado, devido à baixa coesão das partículas do material primário e/ou pela compactação inadequada do leito. Isso compromete a visibilidade dos usuários da via e aumenta os riscos de acidentes (Figura 12).

A correção deve ser feita com a adição de material primário selante ou cascalhento, com possível reforço do subleito, no caso de solos com textura siltosa, e melhora da compactação.



Figura 12 – Poeira gerada pela passagem de veículos em estradas com grande movimentação.



4.4. Pistas com baixa aderência (úmida e seca)

4.4.1. Úmida

Normalmente, esse problema ocorre em solos que possuem textura argilosa à muito argilosa submetidos à presença de água em períodos chuvosos, ou pela deficiência na drenagem afetada pelo lençol freático aflorando ou, ainda, pela ocorrência de nascentes.

Sua correção ou suavização se baseia na adição de cascalho ou material pedregoso no leito da estrada, o que melhora a drenagem no leito e nas laterais da estrada e desvia qualquer fonte de umidade.

4.4.2. Seca

Ao contrário do solo argiloso, nessa condição, a falta de aderência se deve pela ocorrência de material grosso na superfície do leito que não apresenta ligação suficiente. Pode ser uma deficiência do material primário ou de características naturais devido à presença de solos cascalhentos ou pedregosos (pedriscos).

A recomendação para solucionar esse problema é a troca do material primário superficial por um processo de agulhamento (aplicação de pedregulhos, cascalho, piçarra resistente e brita maior que 2,5cm) no leito ou subleito.

4.5. Costela de vaca ou Trepidação

Normalmente, ocorrem devido a processos erosivos no sentido transversal do leito ou pelo acúmulo de sedimentos também transversalmente, gerando pequenas ondulações espaçadas em pequenas distâncias (10 a 20 cm), causando trepidações nos veículos.

A sua correção se dá pelo uso de material superficial agregante ou substituição da camada superficial por outra com melhor agregação de partículas. Importante observar se o sistema de drenagem está funcionando adequadamente para evitar a erosão no leito da estrada. Caso contrário, o problema retornará.

4.6. Atoleiros

Tem como causa o excesso de umidade em determinado trecho da estrada provocado por fatores como: lençol freático próximo à superfície; nascente nas laterais da estrada; excesso de precipitação pluviométrica; sistema de drenagem deficiente; e textura do solo ou do material primário argiloso ou muito argiloso.

A principal ação para solucionar o problema é a melhoria do sistema de drenagem, inclusive com o uso de drenos profundos para baixar o nível do lençol freático no local. Após a drenagem e secamento do trecho alagado, pode ser feita uma adequação no revestimento primário com aplicação de material mais cascalhento (Figura 13).



Figura 13 – Material de revestimento do leito da estrada com granulometria grosseira, mais cascalhenta.

4.7. Lançamento lateral de material granular

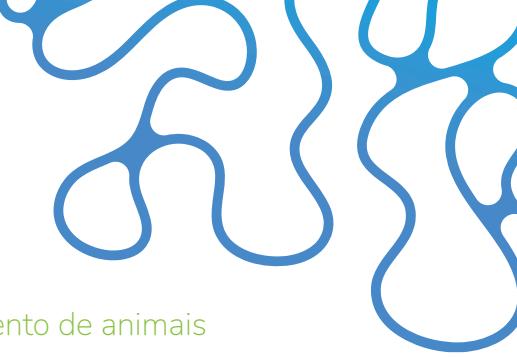
É comum em estradas cascalhentas que o material grosso esteja lateralmente nas estradas de terra, acumulando nas laterais do leito, resultado da falta de agregação do material primário superficial.

Assim como em outros problemas citados acima, a solução passa pela adição de um agregante (argila), pela substituição do material primário ou agulhamento.

4.8. Queda de barreiras (taludes de corte e de aterro)

A queda de barreiras ou taludes é mais comum em regiões com clima mais chuvoso e com relevo movimentado. Devem ser levadas em conta, também, as características dos taludes, como material terroso (solo e subsolo suscetíveis à erosão), altura e inclinação, sistema de drenagem inadequado ou sem manutenção (assoreamento), ausência de cobertura vegetal e manejo inadequado da cobertura vegetal existente (excesso de capina e retirada da vegetação arbustiva e arbórea espontânea nativa). O que pode causar sérios danos materiais, econômicos, ambientais e, principalmente, a perda de vidas.

Como alternativa para a solução ou minimização desse problema, recomenda-se a observância das normas e técnicas de planejamento, de construção e de manutenção de estradas, essencialmente no corte, na conformação e na manutenção dos taludes



4.9. Acidentes por atropelamento de animais

Infelizmente, a ocorrência de acidentes com animais silvestres ou de criações nas estradas rurais vem se tornado cada vez mais frequente à medida que os ambientes naturais, moradia dos animais silvestres, sofrem com a degradação ambiental causada pelo ser humano. Da mesma forma, a falta de cuidado pelo criador com o manejo de animais de criação e/ou seu abandono proposital tem levado ao aumento de acidentes por atropelamento com veículos nas estradas. Muitas vezes fatais para ambos, animais e seres humanos.

No caso da fauna silvestre, a solução passa pela introdução nos projetos de construção ou readequação de estradas rurais, de estruturas que proporcionem o deslocamento e a travessia dos animais entre as áreas marginais de cada lado da via. Feitas por meio de passagens subterrâneas ou suspensas, como túneis, galerias, tubulações ou pontes/passarelas suspensas as quais atendam à necessidade de deslocamento de várias espécies de roedores, mamíferos, répteis, anfíbios, peixes.

5. Considerações

As informações técnicas apresentadas neste documento devem ser adaptadas para as condições locais de cada município, região ou estado, onde estão inseridas as estradas rurais já construídas, em construção ou em planejamento de implantação. Destacando que normas e manuais de construção podem ser encontrados jun-

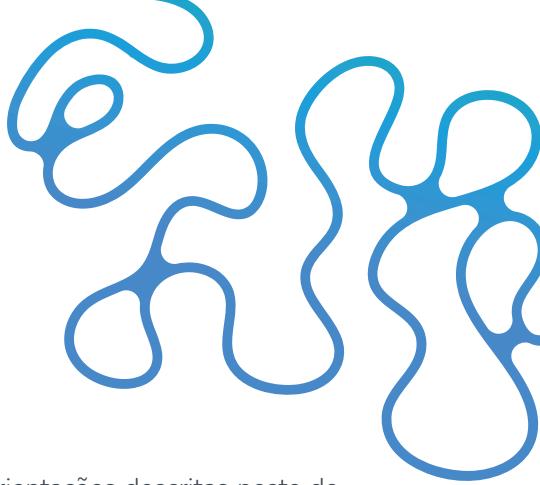
to às secretarias de transporte e infraestrutura estaduais e municipais, possibilitando uma aplicação local de normas aos projetos.

A adaptação das orientações varia de acordo com cada bioma brasileiro e suas peculiaridades de clima, tipos de solo, características dos recursos hídricos, da geologia, da geomorfologia, sociais, econômicas, culturais, de produção agropecuária, florestal, mineral, dentre outros. Por isso, inclusive, que este documento não teve a pretensão de esgotar o assunto. Ao contrário, reforçar a importância do tema.

É importante enfatizar que um sistema de drenagem mal dimensionado e sem manutenção contribui significativamente para a ocorrência de muitos dos problemas apresentados. Sua solução pode passar pela adequação da drenagem, tanto na área de domínio da estrada como do seu entorno.

Uma determinação técnica que deve ser atendida e fazer parte do planejamento de um projeto de readequação do traçado de uma estrada rural é a reintrodução do trecho antigo alterado ao sistema produtivo agropecuário, florestal ou ambiental.

Outra questão importante é a capacitação e o treinamento dos operadores de máquinas e implementos utilizados na construção, adequação e manutenção das estradas rurais. Para que possam executar o trabalho de forma eficiente e com segurança, contribuindo para o bom estado do maquinário e para qualidade do serviço prestado.



Dante do exposto, a partir das orientações descritas neste documento, não há dúvidas da importância em se utilizar tecnologias de manejo do solo e da água na construção, adequação e na manutenção das estradas rurais.

6. Referências bibliográficas

CAMILO, I. B. Recomendações técnicas para adequação de estradas rurais. Cuiabá: EMPAER-MT, 2007. 34 p. (EMPAER-MT, Série Documentos, 36). Il.

CONEXÃO AMBIENTAL. <http://www.conexaoambiental.pr.gov.br/Noticia/Passagem-de-fauna-tornam-estradas-mais-seguras-para-animais-e-motoristas>. Acesso em 15 de maio de 2021.

DEMARCHI, L.C.; RABELLO, L.R.; SANTOS, N.B. dos; FRANCO, O; CORREA, R.O. Adequação de Estradas Rurais. Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas – EPMH. Campinas (SP). DCT-CECOR. CATI, 2003. 65p. (CATI Manual, Nº77). Il.

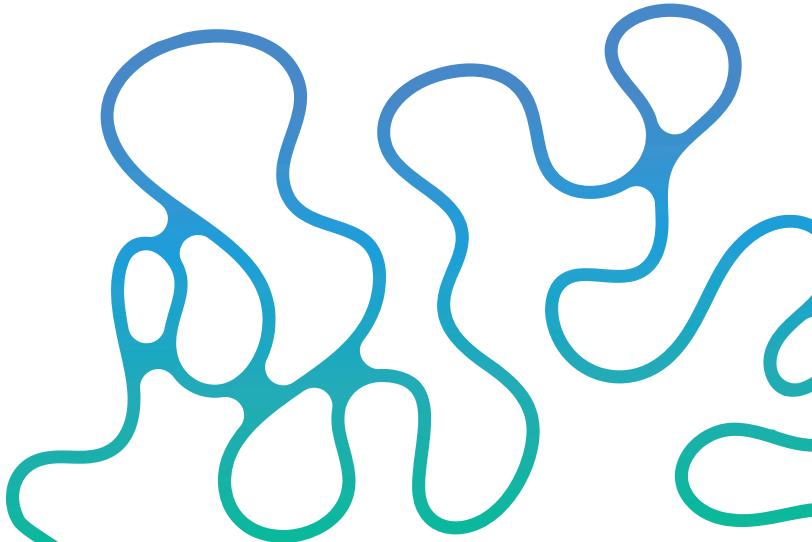
ESTADO DE SANTA CATARINA. Projeto de Engenharia Melhoramentos de Estradas rurais. Município: são Bonifácio. Extensão: 16,280Km. Secretaria de Estado da Infraestrutura – SIE. Gerência de Planejamento e Avaliação – GEPLA#. Fevereiro 2013. 135p. il.

INBEC. <https://inbec.com.br/blog/o-que-sao-estradas-vicinais--qual-sua-importancia#:~:text=Fazendo%20uma%20an%C3%A1lise%20comparativa%2C%20o,principalmente%20%C3%A0s%20%C1reas%20mais%20isoladas>. Acesso em 15 de maio de 2021.

SANTOS, A.R.; PASTORE, E.L.; AUGUSTO JUNIOR, F.; CUNHA, M.A. Estradas vicinais de terra: manual técnico para conservação e recuperação. São Paulo. ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental: IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2019. 177p. il.

SILVA, M.L.N.; FREITAS, D.A.F de.; CÂNDIDO, B.M.; OLIVEIRA, A.H. Manejo e conservação do solo e da água: guia de estudos / Marx Leandro Naves Silva ... [et al.]. – Lavras: UFLA, 2015. 74 p. il.

Águas do Agro: conservando o solo, produzindo água!





MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL