



ZONEAMENTO AMBIENTAL E PRODUTIVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUALAXO DO NORTE



**Belo Horizonte–MG
Maio/2017**

Sumário

1 - INTRODUÇÃO.....	7
2 - Metodologia	7
2.2 - Disponibilidades Hídricas.....	8
2.3 Caracterização das Unidades de Paisagem.....	8
3 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUALAXO DO NORTE	8
3.1 Caracterização Agro-Ambiental da bacia hidrográfica	8
3.2 Caracterização do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Gualaxo do Norte ...	10
PARAMOS AQUI.....	12
3.3 Análise da Disponibilidade Hídrica da Sub-bacia do Rio Gualaxo do Norte e Regularização dos Recursos Hídricos	12
3.3.1 Disponibilidade Hídrica	12
4.1.8– Terraços fluviais.....	24
4.1.9– Planícies fluviais	24
4.2- Considerações.....	24
5- GEOFORMAS, CICLO HIDROLÓGICO E PROCESSOS EROSIVOS.....	25
6. BARRAMENTOS.....	28
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
8. BIBLIOGRAFIA SUGERIDA.....	29
9. ANEXO.....	30
10. FICHA TÉCNICA	31

Lista de Figuras

Figura 1: Imagem de satélite Sentinel 2, infravermelho (2016) da sub-bacia do rio Gualaxo do Norte.....	8
Figura 2: Imagem Landsat 5, infravermelho (2008) da sub-bacia do rio Gualaxo do Norte.....	9
Figura 3 – Mapa de localização da bacia do rio Gualaxo do Norte.....	11
Figura 4 – Mapa de localização da sub-bacia do rio Gualaxo do Norte em relação aos municípios abrangentes.....	12
Figura 5 – Mapa de elevação da bacia do rio Gualaxo do Norte.....	13
Figura 6: Sub-bacia do rio Gualaxo do Norte.....	14
Figura 7: Pico do Frazão.....	14
Figura 8: Mapa de uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Gualaxo do Norte.....	16
Figura 09: Mapa de demanda efetiva na bacia do rio Gualaxo do Norte.....	19
Figura 10: Mapa de localização dos trechos com demanda hídrica na bacia do rio Gualaxo do Norte.....	21
Figura 11: Mapa do balanço hídrico da bacia do rio Gualaxo do Norte.....	22
Figura 12: Mapa de viabilidade de regularização da bacia do rio Gualaxo do Norte.....	24
Figura 13: Mapa das principais Unidades de Paisagem da bacia do rio Gualaxo do Norte.....	27
Figura 14: Cristas (serras).....	29
Figura 15: Afloramento rochoso.....	30
Figura 16: Escarpas rochosas.....	31
Figura 17: Vales encaixados.....	32
Figura 18: Vale encaixado.....	33
Figura 19: Vertente ravinada.....	34
Figura 20: Vertente convexa.....	35
Figura 21: Vertentes convexas.....	36
Figura 22: Colinas de conformidade cônica.....	37

Figura 23: Colinas de conformidade cônica.....	38
Figura 24: Colina de topo alongado.....	39
Figura 25: Colina de topo alongado.....	40
Figura 26: Vertentes côncavas em anfiteatros.....	41
Figura 27: Rampa de colúvio.....	42
Figura 28: Rampa de colúvio.....	44
Figura 29: Terraços fluviais.....	45
Figura 30: Terraços fluviais.....	45
Figura 31: Planície fluvial.....	46
Figura 32: Planícies fluviais.....	47
Figura 33: Erosão laminar.....	55
Figura 34: Erosão em sulco.....	57
Figura 35: Deslizamento de massa.....	58
Figura 36: Barramentos na sub-bacia do rio Gualaxo do Norte.....	59
Gráfico 1: Tipos de uso hídrico.....	20
Gráfico 2: Metodologia de caracterização.....	26
Quadro 1: Uso e ocupação do solo da bacia do rio Gualaxo do Norte.....	16
Quadro 2: Unidades de Paisagem, áreas em hectare e porcentagem de ocupação.....	28

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUALAXO DO NORTE

1 - INTRODUÇÃO

O Decreto 46.650, de 19 de novembro de 2014, aprovou a Metodologia mineira de caracterização socioeconômica e ambiental de sub-bacias hidrográficas, denominada Zoneamento Ambiental e Produtivo–ZAP. A Metodologia ZAP tem sua origem pautada na dinâmica de uso e conservação do solo e da água e na evidência de que a Adequação Socioeconômica e Ambiental de Sub-bacias Hidrográficas potencializa os resultados no controle do ciclo hidrológico e na sustentabilidade das atividades produtivas rurais, desenvolvidas neste compartimento geográfico. Objetiva-se, com o Zoneamento Ambiental e Produtivo, a disponibilização de base de dados e informações para subsídio à formulação, à implantação e ao monitoramento de planos, programas, projetos e ações, que busque o aprimoramento do planejamento e da gestão ambiental por territórios.

(Decreto 46.650/2014, do Estado de Minas Gerais.)

O ZAP foi desenvolvido pela Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento–Seapa e pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável–Semad, com a participação da Embrapa Milho e Sorgo, Emater–MG, Ruralminas e do Igam. O trabalho conjunto destes parceiros resultou do reconhecimento de que se faz necessária a inclusão de uma perspectiva mais abrangente, integradora e participativa na construção de instrumentos de gestão dos recursos ambientais associados às atividades produtivas. O ZAP surgiu, portanto, como contribuição essencial para as diretrizes de ordenamento e organização territorial no marco das bacias hidrográficas e como importante ferramenta de gestão a ser aplicada nos processos de regularização ambiental.

Utilizou-se desta Metodologia para promover os estudos e levantamentos de dados primários e secundários, necessários à elaboração, que deram suporte

técnico aos dados apresentados neste Diagnóstico Ambiental.

2 - METODOLOGIA

O Zoneamento Ambiental e Produtivo envolve três grandes etapas, a saber: Levantamento do Uso e Ocupação do Solo, Diagnóstico da Disponibilidade Hídrica da Bacia e Caracterização das Unidades de Paisagem.

2.1 - Levantamento do Uso e Ocupação do Solo

O reconhecimento de padrões em imagens digitais apresenta importância fundamental na área de sistemas de informações geográficas. O monitoramento ambiental permite a identificação e classificação de tipos fisionômicos, tais como: elementos da cobertura vegetal, corpos d'água, solos, áreas agrícolas, áreas antropizadas e áreas degradadas.

A interpretação de imagens de satélite, além de constituir método consagrado, possibilitou a obtenção de dados de grande precisão e fidelidade, atendendo as necessidades exigidas para trabalhos desta natureza, devido à rapidez com que os dados podem ser analisados e à amplitude do espaço físico alcançado. O mapa com as classes de uso e ocupação do solo, gerado para a bacia do rio Gualaxo do Norte, poderá ser utilizado futuramente em outros trabalhos, principalmente no Plano de Adequação Socioeconômico e Ambiental da referida bacia. Os órgãos públicos com interesses na área de estudo dispõem agora de uma base de dados sobre a atual distribuição do uso das terras, podendo utilizá-la como uma ferramenta adicional no auxílio da tomada de decisão para o planejamento adequado para o uso dos recursos naturais.

O estudo de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte foi obtido por meio do uso das imagens do satélite Sentinel 2, datadas de 02/08/2016, com precisão de 10 m, e da interpretação visual das imagens do Google Earth, de 26/07/2016 (na parte oeste da bacia) e 09/08/2016 (na parte leste da bacia) com precisão de 1 m. Para comparação com a imagem do Sentinel 2, foram baixadas imagens do satélite Landsat 5, de 05/09/2008, com

intuito de comparações de uso e ocupação nas áreas estudadas. (Figuras 1 e 2)

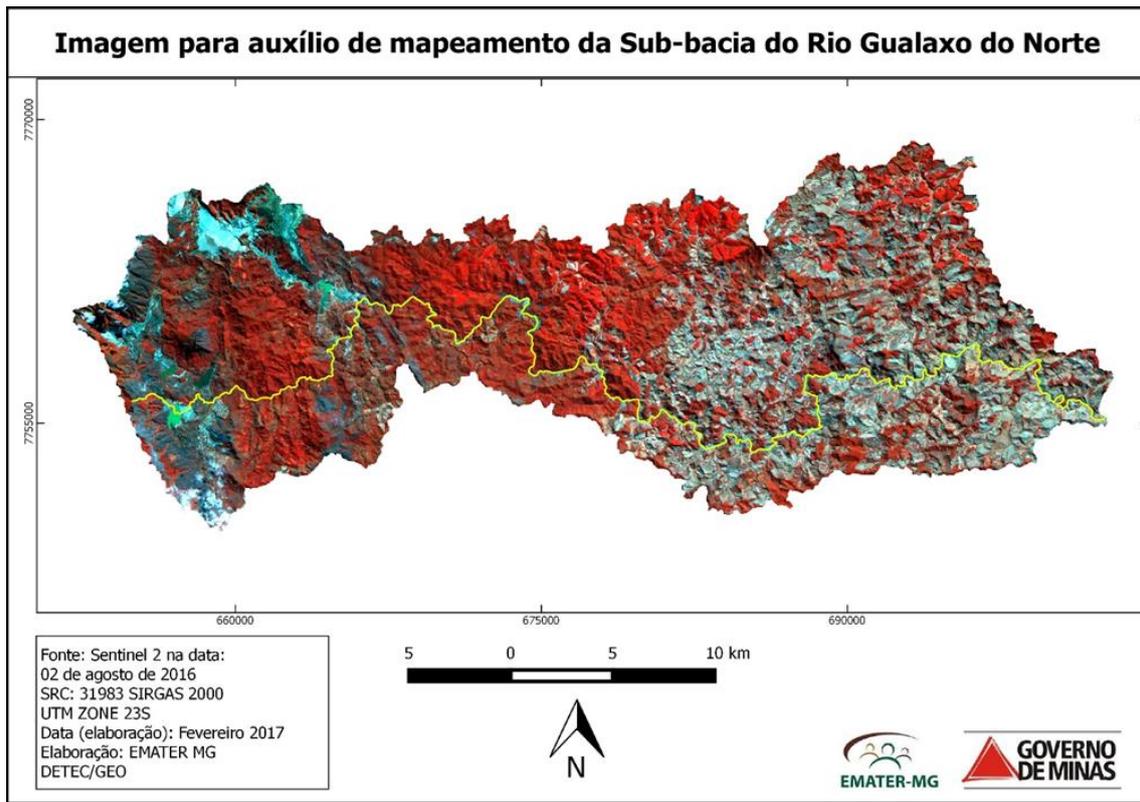


Figura 1: Imagem de satélite Sentinel 2, infravermelho (2016) da sub-bacia do rio Gualaxo do Norte

Fonte: Emater-MG

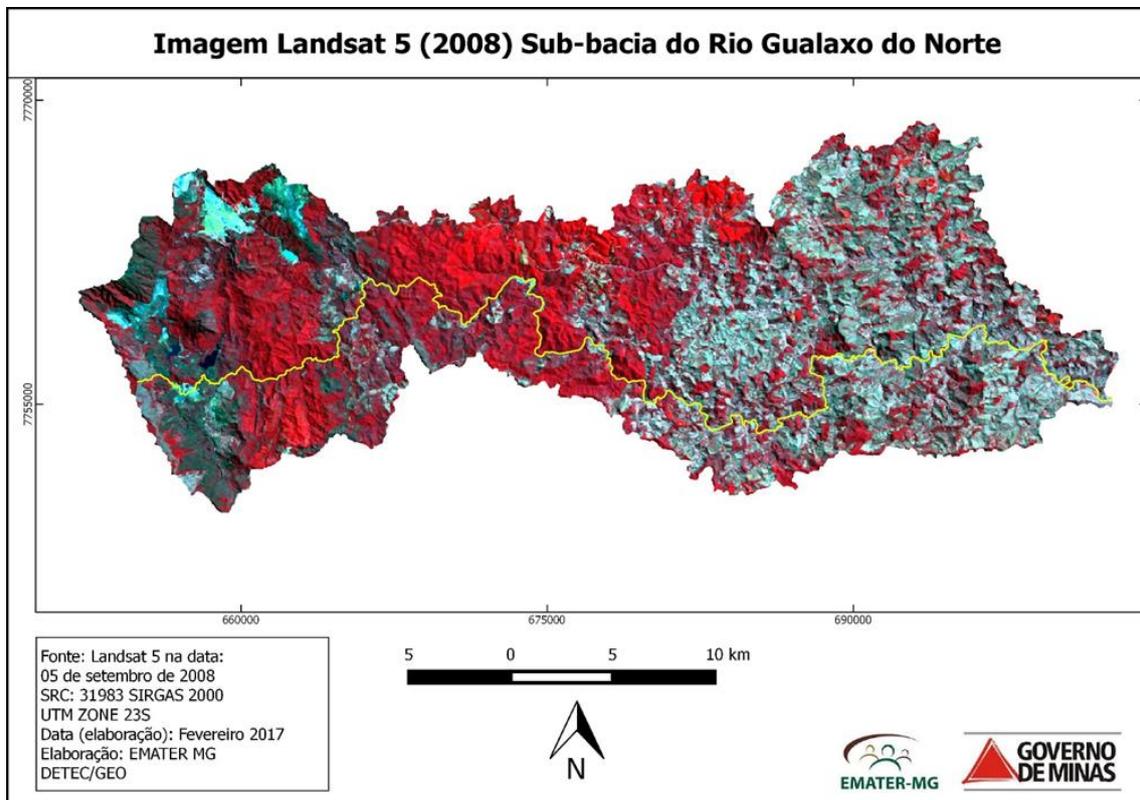


Figura 2: Imagem Landsat 5, infravermelho (2008) da sub-bacia do rio Gualaxo do Norte

Fonte: Emater-MG

2.2 - Disponibilidades Hídricas

Para a análise da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte, foram utilizados os processos de outorga pelo uso da água, que ocorrem na bacia, disponibilizados pela Semad, no ano de 2016. Além disso, foram utilizadas as informações do “Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais”, realizado pela UFV & Igam (2012).

2.3 Caracterização das Unidades de Paisagem

A adoção da Teoria da Paisagem para orientar o planejamento do uso conservacionista dos recursos ambientais tem por objetivos simplificar e tornar ágil o processo de monitoramento e gestão ambiental no âmbito da propriedade rural e, simultaneamente, do próprio conjunto das demais propriedades rurais nas bacias hidrográficas.

A Metodologia adotada para a identificação das Unidades de Paisagem foi desenvolvida por Fernandes (2010). Nesta Metodologia, considera-se a paisagem, dentro de cada especificidade local, como uma síntese dos componentes dos meios físicos (geologia, relevo e solos), meio biótico (vegetação nativa) e meio socioeconômico (atividades antrópicas). No caso específico a atividades rurais, é notória a familiaridade de produtores e trabalhadores rurais com a paisagem local, fato que facilita diálogos e discussões pertinentes à capacidade de suporte das respectivas Unidades de Paisagem.

3 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUALAXO DO NORTE

3.1 Caracterização Agroambiental da Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte está situada a montante do ponto de coordenadas geográficas 20°28'65"S 43°51'53"W e faz parte da bacia hidrográfica do rio Doce. O rio Gualaxo do Norte desagua no rio do Carmo que

posteriormente se junta ao rio Piranga, formando o rio Doce. Unidade de Planejamento Gestão de Recursos Hídricos UPGRH DO1 – rio Piranga. (Figura 03)

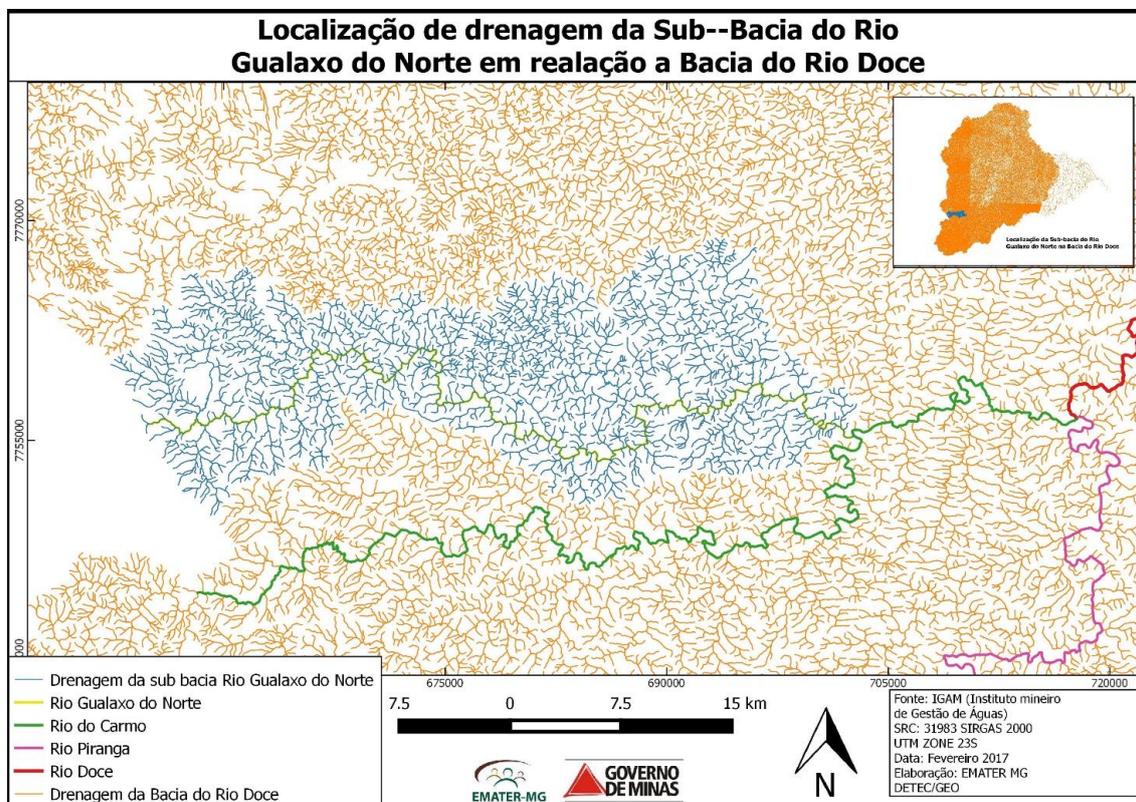


Figura 3 – Mapa de localização da bacia do rio Gualaxo do Norte Fonte: Emater–MG

A bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte se insere no sistema hidrográfico do rio Doce, sendo afluente direto do rio do Carmo, apresentando uma área aproximada de 560 km². Engloba os municípios de Ouro Preto (parte leste 78 km²), Mariana (central, maior extensão 375 km²) e Barra Longa (parte oeste 107 km²). (Figura 4)

Esta bacia hidrográfica sofreu o impacto direto do rompimento da barragem de rejeito Fundão, ocorrido em 15/11/2015.

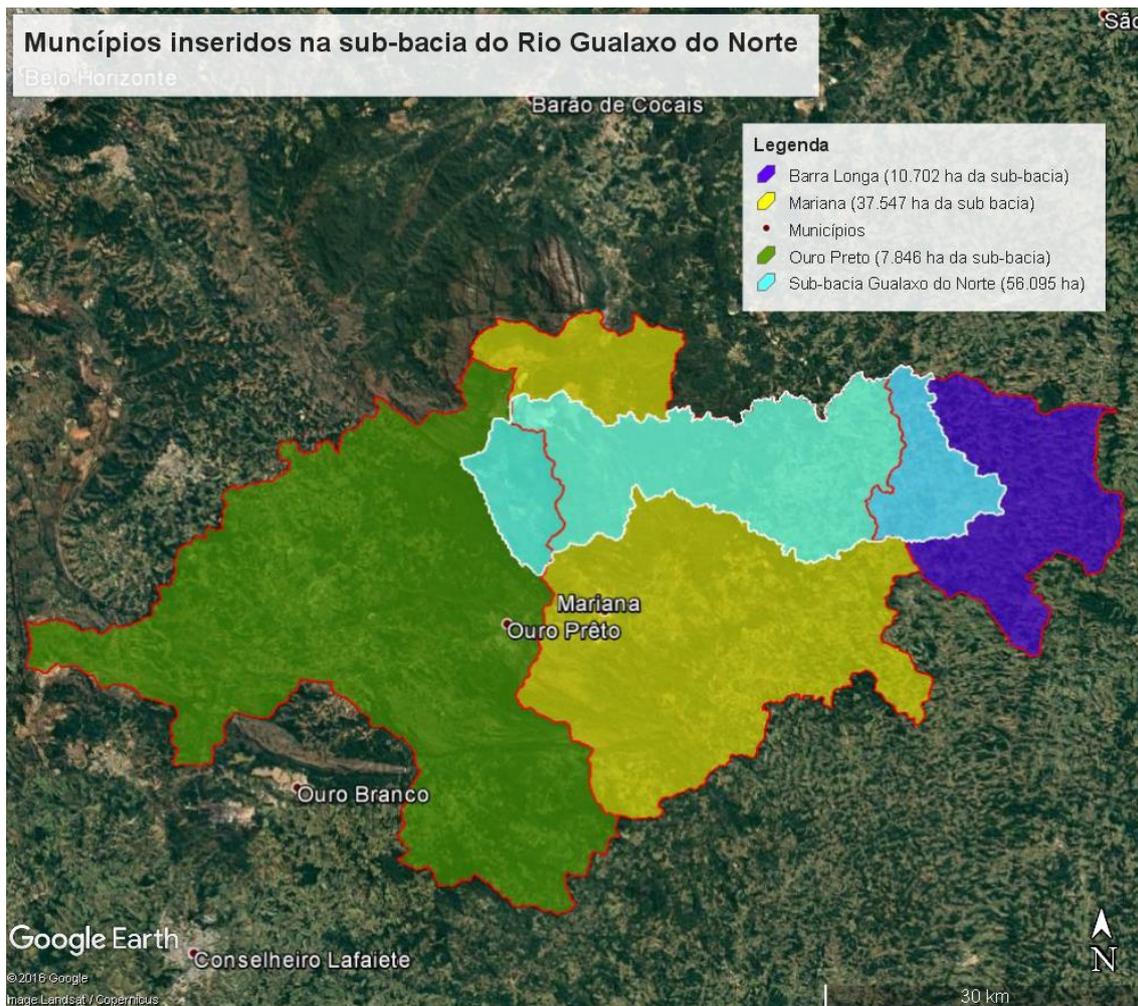


Figura 4 – Mapa de localização da sub-bacia do rio Gualaxo do Norte em relação aos municípios abrangentes

Fonte: Emater-MG

O relevo fortemente acidentado desta bacia hidrográfica, constituído, predominantemente, por colinas vertentes convexas/côncavas, anfiteatros, domos, afloramentos rochosos e vales encaixados, apresenta notória limitação, sobretudo, das atividades agropecuárias, estabelecimento de sistemas viários e atividades agrícolas mais expressivas.

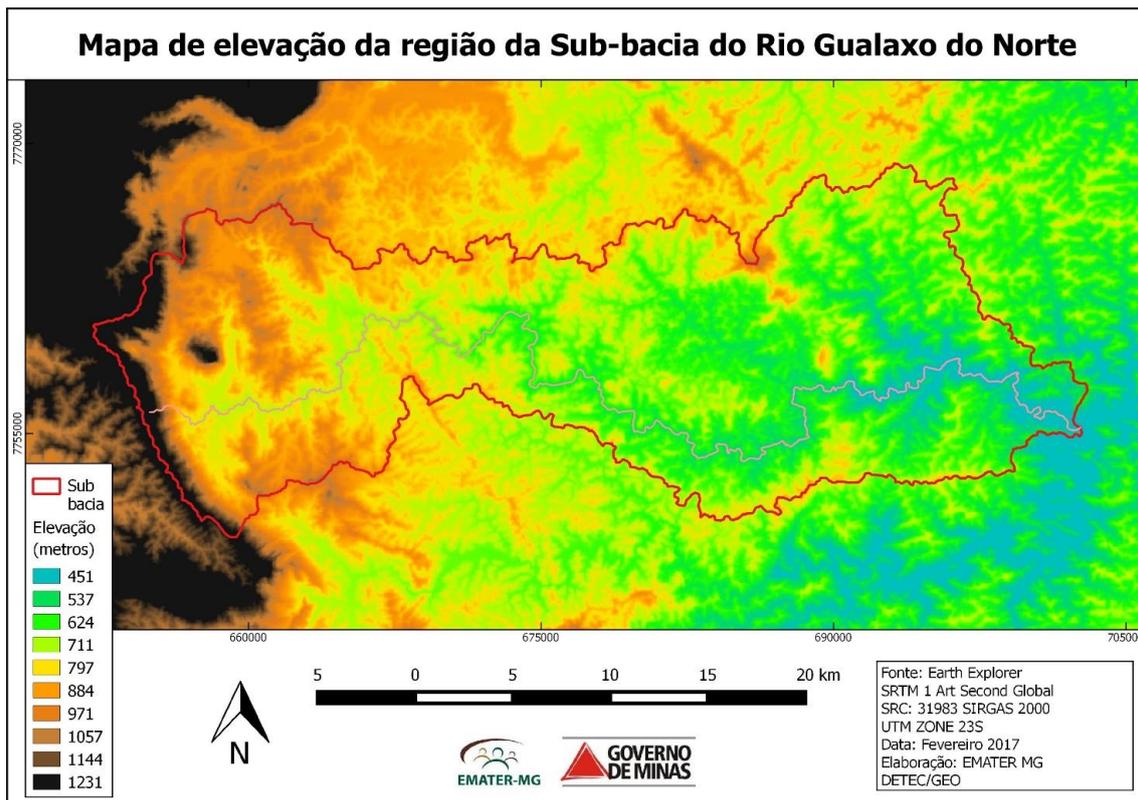


Figura 05 – Mapa de elevação da bacia do rio Gualaxo do Norte

Fonte: Emater–MG

O embasamento geológico é constituído por rochas do complexo cristalino, com predominância dos gnaisses, com possibilidades de inclusões de diques de rochas máficas.

As feições geomorfológicas são caracterizadas por afloramentos rochosos, escarpas cristas, vertentes ravinadas, colinas de topos alongados/convexos colinas cônicas, anfiteatros, domos e terraços fluviais. As Unidades de Paisagem retroapresentadas fundamentam a Metodologia de caracterização integrada do meio físico e as inferências aos meios biótico e antrópico, culminando com a adequação ambiental e produtiva deste compartimento geográfico.



Figura 6: Sub-bacia do rio Gualaxo do Norte

Fonte: Felipe Oliveira

O relevo fortemente acidentado desta bacia hidrográfica, constituído, predominantemente, por colinas vertentes convexas/côncavas, anfiteatros, domos, afloramentos rochosos e vales encaixados, apresenta notória limitação, sobretudo, das atividades agropecuárias e ao estabelecimento de sistemas viários. Atividades agrícolas mais significativas podem ser desenvolvidas em terraços fluviais que ocorrem com maior expressão no baixo trecho da bacia. A tipologia de solos, dentro destas especificidades, correlaciona-se com as Unidades de Paisagem. Dentro destas características, as atividades mais sustentáveis se restringem à silvicultura, a pastagens e à apicultura.



Figura 7: Pico do Frazão Fonte: Felipe Oliveira

Importante salientar que as proposições para adequação ambiental, constantes deste relatório, não devem ser consideradas como projetos executivos que deverão ser elaborados sob contrato específico.

De acordo com a classificação de Köppen (1948), o clima da região é o Cwa; clima temperado com inverno seco e verão chuvoso, sendo a temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C. A vegetação predominante é a floresta estacional semidecidual (Mata Atlântica), destacando-se também a cobertura por capoeiras, pastagens e silvicultura.

3.2 Caracterização do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Gualaxo do Norte

A interpretação de imagens de satélite, além de constituir método consagrado, possibilitou a obtenção de dados de grande precisão e fidelidade, atendendo as necessidades para trabalhos desta natureza, devido à rapidez com que os dados

podem ser analisados e à amplitude do espaço físico alcançado. O mapa com as classes de uso e ocupação do solo, gerado para a bacia do rio Gualaxo do Norte, poderá ser utilizado futuramente em outros trabalhos, principalmente no Plano de Adequação Socioeconômico e Ambiental da referida bacia. Os órgãos públicos com interesses na área de estudo dispõem agora de uma base de dados sobre a atual distribuição do uso das terras, podendo utilizá-la como uma ferramenta adicional no auxílio da tomada de decisão para o planejamento adequado para o uso dos recursos naturais.

O estudo de uso e ocupação do solo da sub-bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte foi obtido pelo uso das imagens do satélite Sentinel 2 e do Google Earth. A interpretação da imagem de satélite permitiu a classificação da área da bacia hidrográfica em 9 classes de uso da terra; vegetação nativa, pastagem, área urbana, silvicultura (eucalipto), afloramentos rochosos, mineração, solo exposto ou erodido, comunidade rural, represas ou açudes e cultivos. (Figura 8)

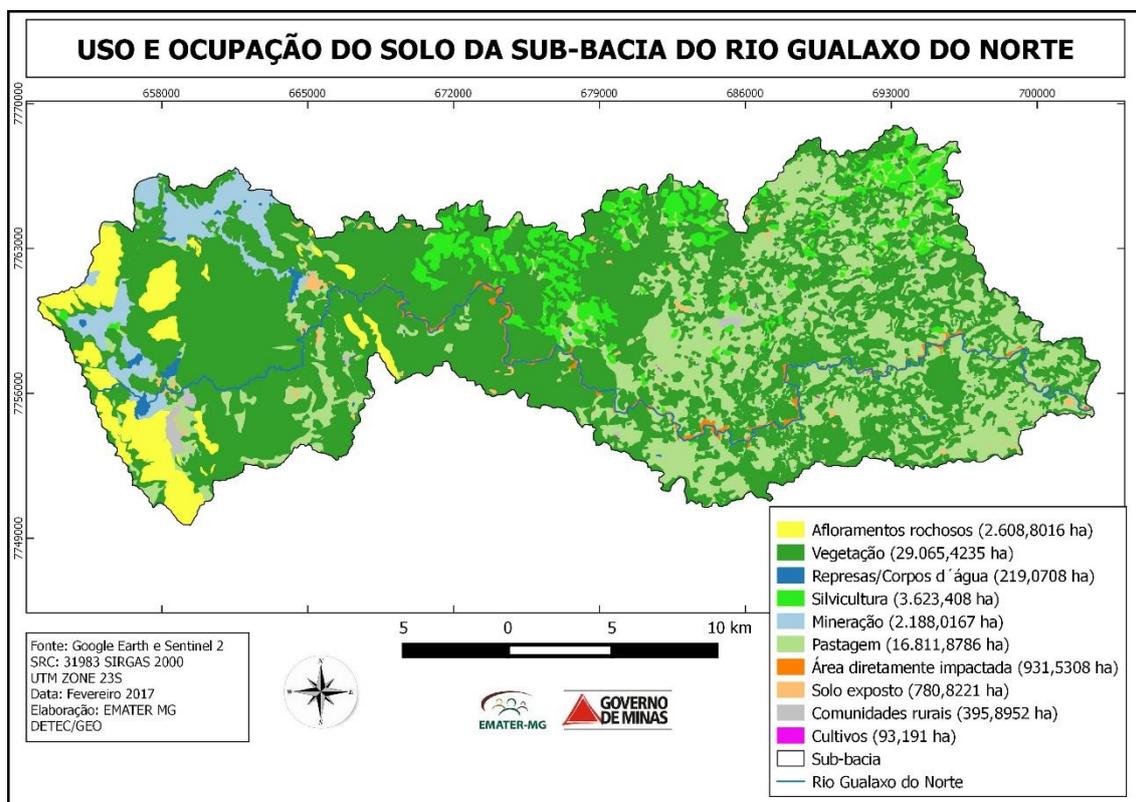


Figura 8: Mapa de uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Gualaxo do Norte

Fonte: Emater–MG

Uso e Ocupação do Solo Bacia Hidrográfica do Rio Gualaxo do Norte		
Tipos de Uso	Area /há	%
Afloramento de Rochas	2608,8016	4,6
Comunidades Rurais	395,8952	0,70
Cultivos Agrícolas	93,1910	0,2
Mineração	2188,0167	3,9
Pastagem	16811,8786	29,6
Represas/Corpos d'água	219,0708	0,4
Silvicultura	3623,4080	6,4
Solo Exposto	780,8221	1,4
Área diretamente impactada	931,5308	1,6
Vegetação Nativa	29065,4235	51,2
Total	56718,0383	100

Quadro 01 – Uso e ocupação do solo da bacia do rio Gualaxo do Norte

- **Vegetação nativa**

Em seus três estádios de sucessão (Avançada, Intermediária, Inicial), a Mata predomina em 52,7%, apresenta bons níveis de conservação e está mais concentrada na área oeste e central da bacia, sendo fragmentada na parte leste.

- **Pastagem**

Abrange 28,1% da área da bacia do rio Gualaxo do Norte, com variados níveis de degradação. Apresenta elevada erodibilidade quando associada ao relevo composto de colinas com alta declividade e solos de elevada instabilidade.

- **Silvicultura**

Encontra-se em 6,4% da área total, principalmente na parte norte e nordeste da bacia, onde se encontram os plantios de eucalipto.

- **Afloramento de rochas**

Ocupa 4,6% da área total da bacia, concentrando-se na parte oeste da bacia, em áreas com maior altitude. Pontualmente em vertentes ocorrem matações de dimensões variadas.

- **Mineração**

Ocupa 4,2% da área total, concentrando-se na parte oeste e noroeste desta bacia hidrográfica para extração de minério de ferro.

- **Cultivos agrícolas**

Abrangem 1,6% da área total da sub-bacia fragmentada, concentrando-se na parte central e leste da bacia. Mais comumente localizados em áreas próximas do leito dos cursos d'água, de planícies e terraços em pequenas propriedades rurais.

- **Solo exposto ou erodido**

Ocupa 1,4% da área total, disposto fragmentado por toda a bacia. Ocorre principalmente em pastagens implantadas em vertentes convexas.

- **Comunidades rurais**

Estão dispostas em 0,68% da área da bacia, sendo constituídas por uma área mais concentrada a oeste, por Antônio Pereira, e a leste, por São Luís, no restante fragmentadas ao longo da bacia.

- **Represas (corpos d'água)**

Abrangem apenas 0,4%, sendo que as maiores extensões de lâminas d'água se encontram na posição oeste, nas áreas de mineração ou próximas, e no restante da bacia hidrográfica, fragmentadas e dispostas em pequenas propriedades.

3.3 Análise da Disponibilidade Hídrica da Sub-bacia do Rio Gualaxo do Norte e Regularização dos Recursos Hídricos

Os usos considerados insignificantes, de acordo com a Deliberação Normativa CERH-MG, nº 09, de 16 de junho de 2004, são contabilizados no cálculo da disponibilidade hídrica. Os usos não consultivos, por não interferirem na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica, seguem os trâmites legais regulares para obtenção de outorga de direito de uso de recursos hídricos e não são contemplados no processo único de outorga.

3.3.1 Disponibilidade hídrica

Para a análise da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte, foram utilizados os processos de Outorga pelo Uso da Água, que ocorrem

nesta área, disponibilizados pela Semad, no ano de 2015/2016. Além disso, foram utilizadas as informações do “Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais”, realizado pela UFV & Igam 2012.

Não foi identificada a presença de barramentos. A bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte é composta de 2.935 trechos de cursos d’água, os quais foram identificados com um ottocódigo.

Atualmente, existem 11 cadastros de usos insignificantes e 6 pontos de outorga de uso consultivo, localizado na bacia hidrográfica, destinados ao consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e consumo industrial. (Figura 07)

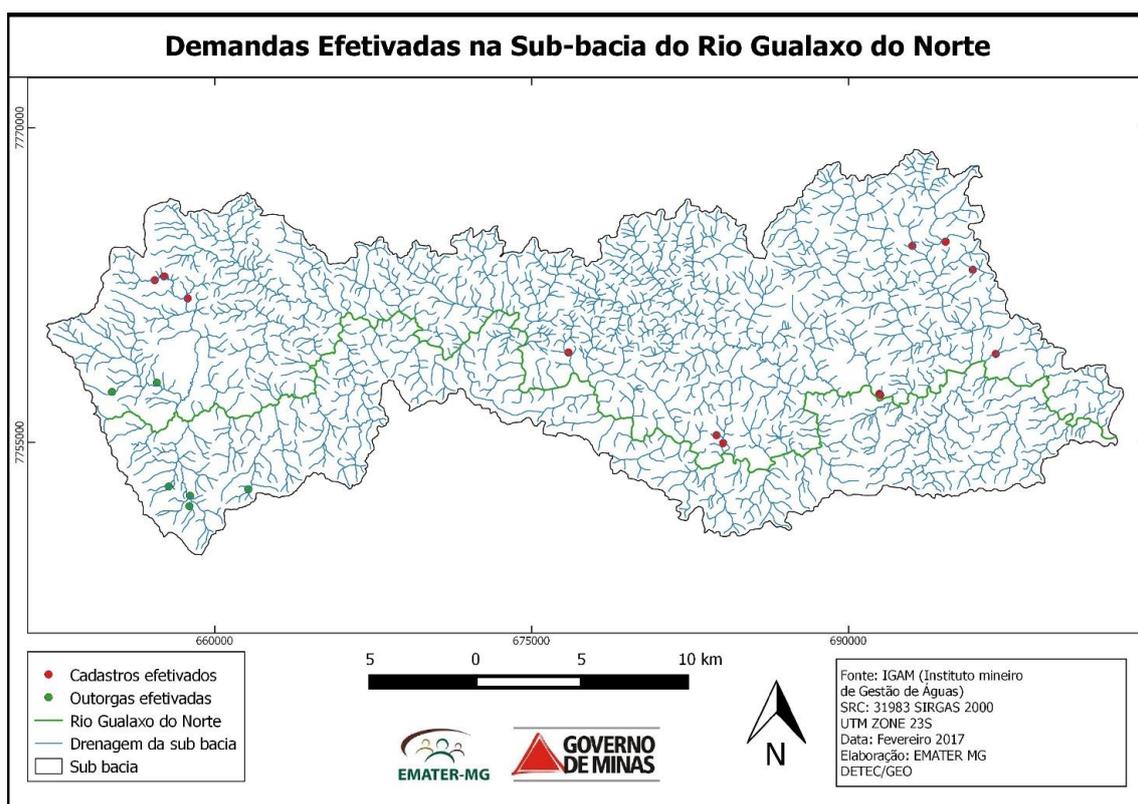


Figura 09 – Mapa de demanda efetiva na bacia do rio Gualaxo do Norte

Fonte: Emater–MG



Gráfico 1– Tipos de uso hídrico

Fonte: Emater–MG

Dos 2.935 trechos, 16 apresentam demanda pelo uso de recursos hídricos; os demais, disponibilidade hídrica igual a 50% da Q7,10 (vazão de referência). A Figura 10 apresenta a localização desses trechos na bacia.

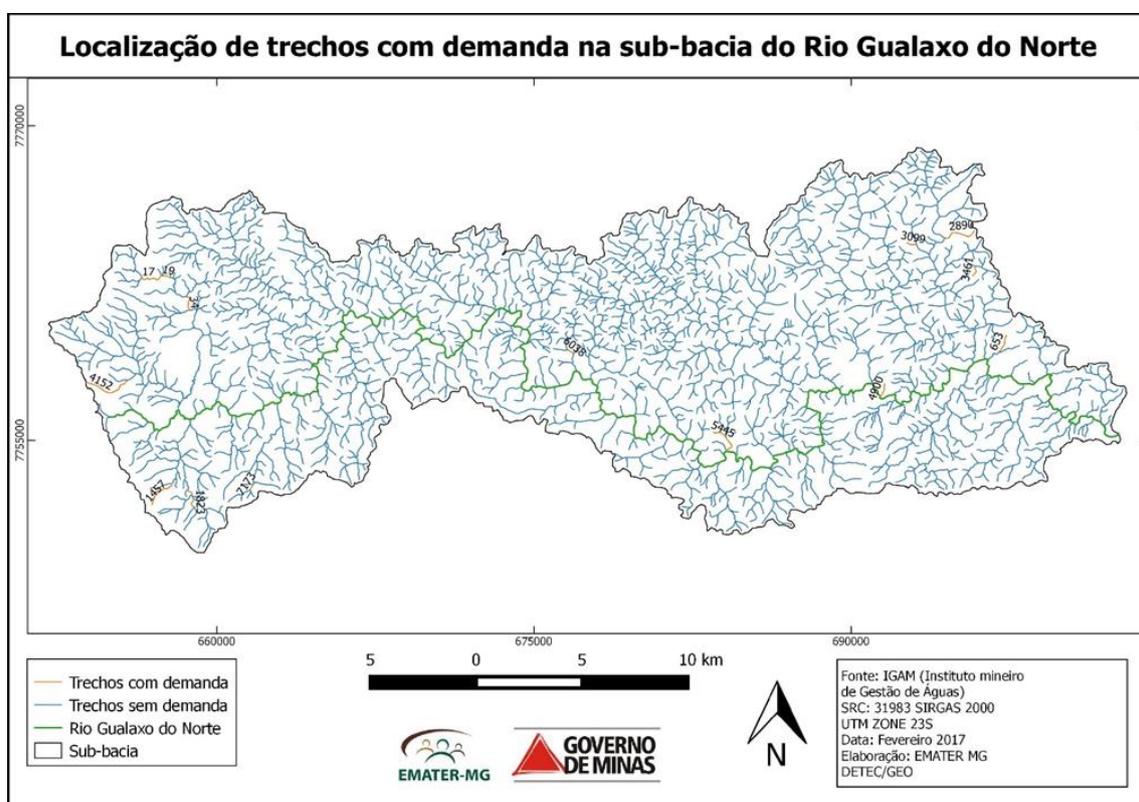


Figura 10 – Mapa de localização dos trechos com demanda hídrica na bacia do rio Gualaxo do Norte

Fonte: Emater–MG

A disponibilidade hídrica de cada trecho foi calculada por meio da seguinte equação:

$$QDH = 0.5 * Q710 - QdemTotal$$

Em seguida, foi calculado o comprometimento hídrico, utilizando a equação abaixo:

$$comprmdH = ((0.5 * Q710) - QDH * 100 / (0.5 * Q710))$$

A bacia do rio Gualaxo do Norte apresenta dois trechos indisponíveis (comprometimento hídrico maior que 50% da Q710) e quatro em estado de atenção (comprometimento entre 50 e 100% da Q710.) Dessa forma, para atender a demanda atual, é sugerido o estudo de viabilidade de regularização de vazão.

O mapa, a seguir, mostra os resultados obtidos. (Figura 11)

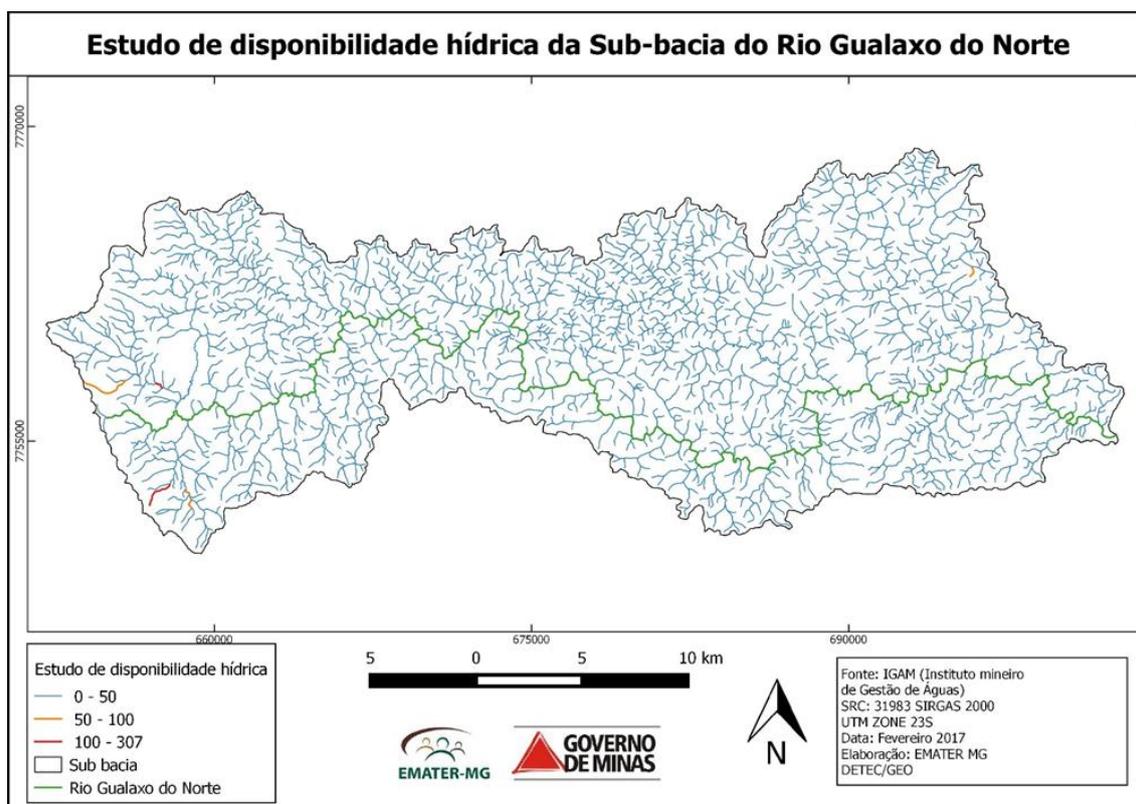


Figura 11– Mapa do balanço hídrico da bacia do rio Gualaxo do Norte. Fonte: Emater–MG

Ao analisar a disponibilidade hídrica como um todo, pode-se observar que ela se apresenta com o balanço hídrico favorável. Os trechos que demonstram déficit

hídrico se encontram: um na sub-bacia do córrego Novidade e um na sub-bacia do leito do rio Gualaxo do Norte. Em estado de atenção, há um na sub-bacia do córrego Paciência, dois na sub-bacia do leito do rio Gualaxo do Norte e um na sub-bacia do córrego Novidade.

Outro ponto importante a ser observado é que os cadastros contabilizados neste estudo, fornecidos pela Semad, podem estar defasados com a real demanda da bacia, sendo, portanto, necessária uma revisão dessas outorgas no órgão competente.

3.3.2 Regularização de vazão

A regularização das vazões naturais é um procedimento que visa uma melhor utilização dos recursos hídricos superficiais. Sempre que um projeto de aproveitamento hídrico de um curso d'água prevê uma vazão de retirada maior que a mínima, existirão, em consequência, períodos em que a vazão natural será superior à utilizada e períodos em que a vazão será menor, não atendendo a demanda. Sendo assim, é necessário promover o represamento das águas, por meio da construção de reservatórios em seções bem determinadas dos cursos d'água naturais, para que se possa reter o excesso de água dos períodos de grandes vazões, visando utilizá-lo nas épocas de estiagem.

Qualquer que seja o tamanho da barragem ou a finalidade das águas acumuladas em seu reservatório, sua principal função é a de fornecer uma vazão maior que a possível de captação a fio d'água ou não muito variável, tendo ela recebido do rio vazões muito variáveis no tempo, regulando, assim, o fluxo residual.

Na sub-bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte foi calculado o potencial de regularização (Q_{reg}) para cada trecho comprometido, por meio da seguinte equação:

$$\text{Potencial de Regularização}(Q_{reg}) = (0.7 * Q_{mld}) - (0.5 * Q_{710})$$

Conclui-se que, em todos os trechos comprometidos, a construção de barragens

para regularização de cheias pode vir a ser uma medida para aumentar a disponibilidade hídrica da bacia. No entanto deve ser levada em consideração a viabilidade ambiental, econômica e social desse tipo de estrutura. Abaixo estão representados os trechos que podem vir a ser regularizados com a construção de barragens. (Figura 12)

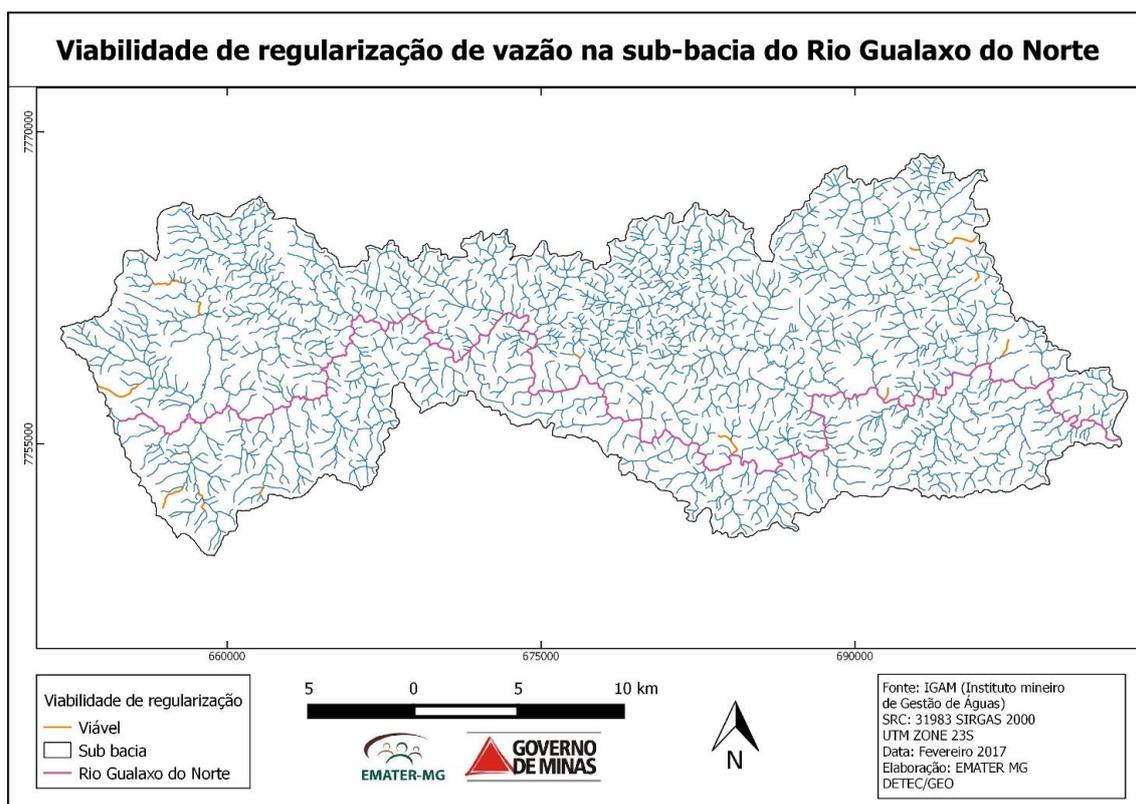


Figura 12 – Mapa de viabilidade de regularização da bacia do rio Gualaxo do Norte

Fonte: Emater–MG

3.3.3 Caracterização dos recursos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte

Após análise da disponibilidade hídrica da bacia do rio Gualaxo do Norte, foi possível observar que ela apresenta-se comprometida em alguns trechos. São dois com indisponibilidade hídrica e dois em estado de atenção. Demonstrando que o fator de captação é relevante, mas não é o principal impactante da bacia.

Área de drenagem: **560 km²**
Vazão de referência (Q7, 10): **3,2872 m³/s**
Vazão média de longo período (Qmlp): **10,7734 m³/s**
Capacidade de regularização natural: **31% classificado como alta capacidade**
Índice ($r_{7,10} = Q_{7,10}/Q_{mlp}$) no intervalo 31 a 40%
Disponibilidade (vazão máx. outorgável 50% Q7,10): **1,6436 m³/s**
Demanda (vazão outorgada): **0,1570 m³/s**
Relação demanda/disponibilidade: **9,55%**

3.4 Unidades de Paisagem da Bacia do Rio Gualaxo do Norte

A Metodologia adotada para a identificação das Unidades de Paisagem foi desenvolvida por Fernandes (2000). Essa Metodologia consiste na integração e no estabelecimento das correlações entre as seguintes variáveis ambientais: geologia, relevo e solo. O resultado é representado pela definição das Unidades de Paisagem, que, por sua vez, permitem definir ou, no caso, indicar o potencial e a aptidão do uso múltiplo.

Na Metodologia considera-se a paisagem, dentro de cada especificidade local, como uma síntese dos componentes dos meios físicos (geologia, relevo e solos) e integrações com o meio biótico (vegetação nativa) e meios socioeconômicos (atividades antrópicas). No caso específico a atividades rurais, é notória a familiaridade de produtores e trabalhadores rurais com a paisagem local, fato que facilita diálogos e discussões pertinentes à capacidade de suporte das respectivas Unidades de Paisagem. O estabelecimento dessa integração permite a identificação delas nos espaços rurais das diversas regiões de Minas Gerais.

O Geoprocessamento é uma ferramenta indispensável para realização de estudos sobre a superfície terrestre. A possibilidade do cruzamento de informações georreferenciadas de diferentes épocas cronológicas facilita a compreensão da dinâmica da superfície.

As Unidades de Paisagem, a seguir caracterizadas, foram identificadas em mapa preliminar obtido de imagens do satélite Sentinel 2, nas datas de 02 de agosto de 2016, e resultantes de detalhadas observações em campo, conduzidas por uma equipe interdisciplinar da Emater–MG, Igam e Renova.

3.4.1- Procedimentos Metodológicos

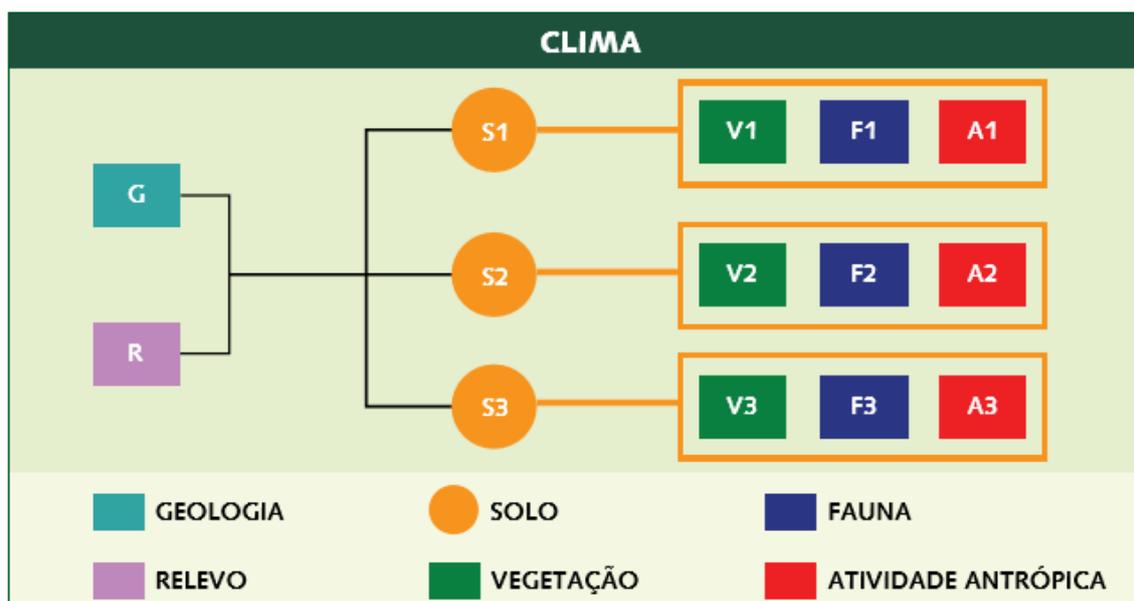


Gráfico 2 – Metodologia de caracterização

Fonte: Fernandes, 2000

No contexto, o Geoprocessamento permitiu, pelo cruzamento de dados de geologia, solo, hidrografia e vegetação, com o SRTM, a espacialização e compartimentalização das Unidades de Paisagem, convencionadas na Metodologia de Fernandes. (Gráfico 2)

- Elaboração, em escritório, de mapas preliminares de distribuição das Unidades de Paisagem (UP) na bacia hidrográfica. Foram utilizadas imagens recentes de satélite.
- Correlações, em campo, das UPs com materiais geológicos e pedológicos.
- Identificação, para cada UP, das potencialidades, limitações, fragilidades e aptidões para fins múltiplos.
- Delineamento do compartimento hidrográfico e do sistema hídrico

superficial, identificando os corpos d'água lóticos (águas correntes) e lânticos, naturais e artificiais (lagoas e represas).

- Delimitação e distribuição espacial das Unidades de Paisagem dentro do perímetro da bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte.
- Trabalho de campo com registro fotográfico e georreferenciamento das Unidades de Paisagem.
- Caracterização específica a cada Unidade de Paisagem, enfatizando: morfologia, embasamento geológico/pedológico, cobertura vegetal nativa original, potencialidades, limitações, uso atual e situação ambiental.

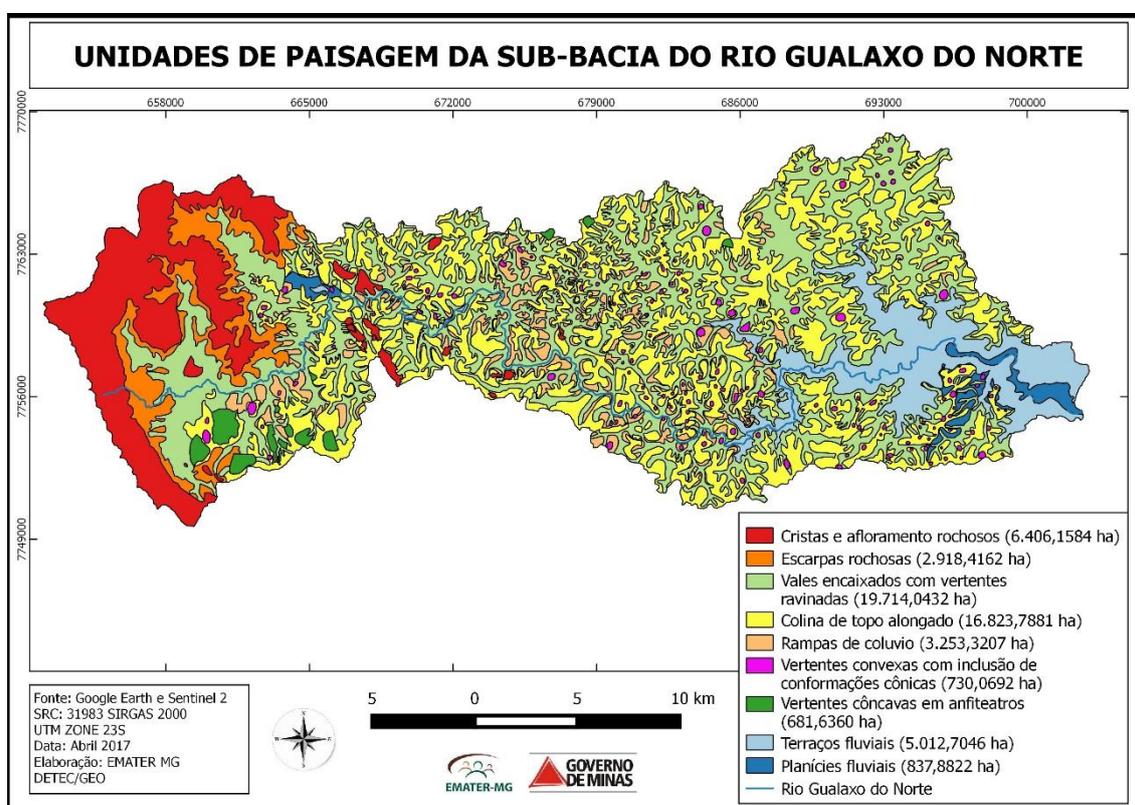


Figura 13 – Mapa das principais Unidades de Paisagem da bacia do rio Gualaxo do Norte

Fonte: Emater–MG

Unidades de Paisagem Preliminares da Bacia do Rio Gualaxo do Norte		
Unidades	Área (ha)	%
Cristas e afloramentos rochosos	6.406,1584	11,36
Escarpas rochosas	2.918,4162	5,17
Vales encaixados com vertentes ravinadas	19.714,0432	34,96
Colina de topo alongado	16.823,7881	29,84
Rampas de colúvio	3.253,3207	5,77
Vertentes convexas com inclusão de conformações cônicas	730,0692	1,29
Vertentes côncavas em anfiteatro	681,636	1,20
Terraços fluviais	5.012,7046	8,89
Planícies fluviais	837,8822	1,48
Total	56.378,0186	100

Quadro 2: Unidades de Paisagem, áreas em hectare e porcentagem de ocupação

A seguir, serão descritas as principais Unidades de Paisagem distribuídas ao longo da bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte.

Cristas e afloramentos rochosos

Ocorrem com maior expressão nos limites superiores da bacia hidrográfica, fazendo parte do complexo da serra do Espinhaço e localmente são os divisores de água entre as bacias dos rios Doce e São Francisco. Constituídos por quartzitos e pontualmente patamares estruturais e Neossolos Litólicos As

vertentes são escarpas rochosas. A escassa vegetação é constituída de campos rupestres.

As fraturas (diáclases), distribuídas na massa rochosa, permitem a ocorrência de aquíferos em meio fraturado. Importante salientar que as proposições para adequação ambiental são constantes deste relatório.



Figura 14: Cristas (serras)
Fonte: Felipe Oliveira

Apresentam fortes limitações a usos e ocupações antrópicos, decorrentes de afloramentos rochosos e declividades íngremes. Porém apresentam aptidões para o ecoturismo, preservação da biodiversidade, recarga de aquíferos, lazer e esportes radicais.

Pontualmente, nos médio e baixo trechos da bacia se distribuem afloramentos de gnaisses, em colinas cônicas, e matacões, em vertentes de colinas.



Figura 15: Afloramento rochoso

Fonte: Felipe Oliveira

Escarpas rochosas

Ocorrem em sequência às cristas e domos, apresentando-se em relevos íngremes e exposição do embasamento geológico, no caso específico gnaisses. Podem ocorrer fraturas (diáclases), com possibilidades de armazenamento de águas pluviais (aquíferos em meio fraturado).



Figura 16: Escarpas rochosas

Fonte: Felipe Oliveira

Vales encaixados com vertentes ravinadas

Com exceção do baixo trecho, predominam, nesta bacia hidrográfica, vales encaixados, ou seja, sem a inserção de planícies fluviais. O talvegue destes vales ocorre entre as colinas e apresenta trajetos retilíneos ($CS= 1$) e elevados gradientes de canal. Estes vales podem inserir cursos d'água perenes, temporários ou efêmeros.

Os elevados gradientes de canal propiciam o rápido escoamento do fluxo hídrico, inclusive resultantes de águas pluviais.



Figura 17: Vales encaixados

Fonte: Felipe Oliveira

As vertentes íngremes ligadas aos talvegues permitem o estabelecimento de barramentos com aterros estreitos, represa profunda e pouca extensão de lâmina d'água. Quando abrigam cursos d'água temporários e efêmeros, estes barramentos são eficazes na “colheita” de águas pluviais.



Figura 18: Vale encaixado
Fonte: Felipe Oliveira

Estas unidades ocorrem em vertentes de elevadas declividades e alicerçadas por solos de baixo grau de desenvolvimento – Cambissolos e Neossolos litólicos. Devem ser mantidas nas condições naturais e nenhuma remoção mecânica ou manual.



Figura 19: Vertente ravinada

Fonte: Felipe Oliveira

Vertentes convexas com inclusão de colinas de conformações cônicas

Estas unidades são características do embasamento de rochas cristalinas, especialmente gnaisses e granitos. A conformação convexa das vertentes condiciona escoamento superficial das águas pluviais que, em solo descoberto, acelera processos de erosão laminar. Os solos que ocorrem nestas unidades são predominantemente os Latossolos, tanto nos topos alongados, quanto nas vertentes convexas. A ocorrência de terracetes testemunha processos de formação de rampas. A utilização predominante observada nesta bacia hidrográfica são pastagens.



Figura 20: Vertente convexa
Fonte: Felipe Oliveira

Processos de erosão laminar e lotação animal nestas áreas condicionam níveis de degradação significativos.

Nesta bacia hidrográfica, as vertentes convexas são indicadas para silvicultura, sendo os topos alongados áreas de recarga de aquíferos.



Figura 21: Vertentes convexas

Fonte: Felipe Oliveira

Enquanto as colinas de conformação convexa apresentam solos mais desenvolvidos, as de conformação cônica são alicerçadas por afloramentos rochosos, associados a solos de menor grau de desenvolvimento – Neossolos litólicos e Cambissolos.

Nesta bacia hidrográfica, estão sob vegetação nativa do bioma Mata Atlântica. Devem ser mantidas nas condições naturais.



Figura 22: Colinas de conformidade cônica
Fonte: Felipe Oliveira



Figura 23: Colinas de conformidade cônica
Fonte: Felipe Oliveira

Colina de topo alongado

Constitui uma subunidade da unidade colina. O relevo plano propicia a percolação das águas pluviais, favorecendo a gênese e ocorrência de solos profundos e permeáveis (Latosolos). Entretanto apresentam baixos níveis de fertilidade e acidez nociva. Estas condições tornam estes segmentos importantes para a recarga de aquíferos, em especial freáticos. Para a manutenção das condições de recarga de aquíferos deve, se ainda houver, ser mantida a vegetação nativa, que, neste caso específico, é a Mata Atlântica. Caso esta vegetação seja inexistente, sugere-se a regeneração natural com enriquecimento da vegetação original. Nenhuma atividade que leve a processos de compactação dos solos deve ser permitida nestas subunidades. Associam-se aos topos alongados vertentes convexas e côncavas, com descrições específicas neste Relatório.



Figura 24: Colina de topo alongado

Fonte: Felipe Oliveira



Figura 25: Colina de topo alongado

Fonte: Felipe Oliveira

Vertentes côncavas em anfiteatros

A conformação destas unidades propicia a concentração das águas pluviais e nutrientes em processos opostos aos das vertentes convexas. Nestas condições, aliadas à presença de solos menos desenvolvidos, os solos apresentam níveis de fertilidade natural superiores aos das vertentes convexas. Apresentam grau médio de erodibilidade que demanda manutenção permanente de cobertura vegetal em especial pastagens e capineiras.

Esta unidade é distribuída pontualmente nos médios e altos trechos desta bacia hidrográfica. Ao lado dos terraços fluviais, são as unidades de maior potencial de uso com atividades agropecuárias.



Figura 26: Vertentes côncavas em anfiteatros

Fonte: Felipe Oliveira

Rampas de colúvio

São vertentes retilíneas, geradas pelo deslizamento lento dos solos, e apresentam comprimento de rampa relativamente longo. A declividade e o comprimento destas vertentes favorecem a instalação de processos de erosão hídrica laminar.



Figura 27: Rampa de colúvio
Fonte: Felipe Oliveira



Figura 28: Rampa de colúvio
Fonte: Felipe Oliveira

Terraços fluviais

São antigas planícies fluviais, quando o leito dos cursos d'água ocupavam cotas superiores. No baixo trecho da bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte, observaram-se dois níveis de terraços.



Figura 29: Terraços fluviais
Fonte: Felipe Oliveira

Em níveis mais elevados, em relação com a calha do rio, apresentam aptidão para praticamente todos os usos e utilizações. Os solos destas unidades são Cambissolos em evolução para Argissolos. São expressivos no baixo trecho desta bacia hidrográfica.



Figura 30: Terraços fluviais
Fonte: Felipe Oliveira

Planícies fluviais

Também denominadas de planícies de inundação e de leito maior dos cursos d'água. Distribuem-se margeando pequenos cursos d'água contribuintes do rio Gualaxo do Norte, em especial no médio trecho desta bacia hidrográfica. Apresenta Neossolos flúvicos com inclusões de Gleissolos. A principal limitação a usos e ocupações se referem a riscos de encharcamentos e inundações periódicas. Podem abrigar nascentes difusas, constituindo áreas de preservação permanentes.



Figura 31: Planície fluvial
Fonte: Felipe Oliveira



Figura 32: Planícies fluviais
Fonte: Felipe Oliveira

Em níveis mais elevados, em relação com a calha do rio, apresentam aptidão para praticamente todos os usos e utilizações. Os solos destas unidades são Cambissolos em evolução para Argissolos.

São expressivos no baixo trecho desta bacia hidrográfica.

3.4.2 Considerações

As feições de paisagens desta bacia hidrográfica são características do domínio de rochas cristalinas, no presente caso, predominância dos gnaisses. A ocorrência de fragmentos de Mata Atlântica que ocupam vários tipos de unidades ambientais decorre principalmente das limitações para usos e ocupações, sobretudo pelo relevo acidentado. A drenagem segue o padrão dendrítico, com vales encaixados nos interflúvios. A suavização do gradiente de canal do rio Gualaxo do Norte ocorre no sentido da foz com o rio do Carmo, com abertura em terraços fluviais.

4- BASES PARA ADEQUAÇÃO SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUALAXO DO NORTE

As medidas para adequação socioeconômica e ambiental devem, em primeiro lugar, assumir que a maioria das intervenções são propostas para propriedades privadas, e que o consentimento e comprometimento dos respectivos proprietários são fundamentais.

Estas proposições, para serem efetivadas, devem observar projetos executivos que, se for o caso, serão objetos de contratos específicos.

Logicamente, as proposições levam em conta as especificidades geofísicas desta bacia hidrográfica e os respectivos usos e ocupações múltiplos atuais.

As características do meio físico tornam o espaço rural com fortes limitações para atividades agropecuárias, especialmente culturas anuais.

Entretanto atividades adequadas ao perfil do produtor rural destas áreas permitem sugerir atividades geradores de renda, compatíveis com as características naturais desta bacia hidrográfica. Dentre estas, destacam-se a apicultura, criação de frangos/galinhas caipiras e cultivo de pimentas com

agregação de valores.

Além das atividades agrícolas, deve ser considerada, nos projetos de adequação ambiental, a adequação do sistema viário interno, sobretudo em trechos que cruzem ecossistemas instáveis. Dentro desses projetos, os sistemas de drenagens destas estradas devem ser cuidadosamente planejados e executados para a própria segurança das estradas e de terrenos adjacentes. Focos de deslizamentos de massa, tipo rotacional, foram observados pontualmente em trechos instáveis de estradas por alterações dos níveis de base das encostas.

Sendo as pastagens a principal ocupação antrópica nesta bacia hidrográfica, observam-se severas erosões laminares em pastagens das vertentes convexas de elevada declividade, com prejuízos para as respectivas capacidades de suporte.

Medidas de recuperação destas áreas devem ser efetuadas, inclusive com prováveis substituições do uso atual por silvicultura.

4.1– Usos e Ocupações Eecomendadas às Unidades de Paisagem

Qualquer que seja a Unidade de Paisagem sob vegetação nativa, no caso específico Mata Atlântica, deve ser mantida intocável, sendo crime ambiental qualquer supressão. É notável a correlação de ocorrência do bioma Mata Atlântica com o embasamento de rochas cristalinas – granitos e gnaisses. Esta vegetação ocupa variadas Unidades de Paisagem, com maior expressão nas colinas cônicas e vertentes com afloramentos rochosos. As interligações entre os remanescentes de Mata Atlântica, por meio de corredores, serão sugeridas. A caracterização integrada de cada Unidade de Paisagem consta de item específico.

4.1.1 Cristas e afloramentos rochosos

Expressivos como divisores de águas no alto trecho da bacia hidrográfica em questão, constituem áreas de recarga de aquíferos em meio fraturado. As próprias características naturais inibem usos e ocupações, porém são próprios

o ecoturismo e a prática de esportes radicais controlados. Atenção redobrada quanto a extrações clandestinas de materiais rochosos para construções civis. Material rochoso predominante é o quartzito, com inclusões de Neossolos litólicos colonizados por campos rupestres. Estas unidades no alto trecho desta bacia hidrográfica constituem divisor de águas rio Doce/São Francisco.

4.1.2– Vales encaixados e vertentes ravinadas

Os talvegues são aproximadamente retilíneos, e as vertentes de elevadas declividades se conectam diretamente ao fundo do vale.

Os solos das vertentes apresentam baixos graus de desenvolvimento e, conseqüentemente, elevadas instabilidades mecânicas e devem ser mantidos nas condições naturais. Apresentam possibilidades para instalações de pequenos barramentos para aproveitamento das águas pluviais, com ganhos de volumes de água em profundidade com um mínimo de lâmina d'água.

4.1.3– Vertentes convexas e topos alongados

A conformação convexa de vertentes favorece a distribuição uniforme do escoamento superficial das águas pluviais, levando à instalação de processos erosivos laminares. Os topos alongados, por outro lado, potencializam a predominância da percolação hídrica e, por consequência, o abastecimento de aquíferos.

Entretanto pastagens pisoteadas em excesso inibem a percolação hídrica e, conseqüentemente, o abastecimento de aquíferos.

As vertentes convexas de elevada declividade devem, prioritariamente, ser utilizadas com culturas arbóreas permanentes – fruticultura, silvicultura e cafeicultura – com linhas em contorno e sistemas de controle de capinas alternadas.

Como já referido, caso estas unidades estejam sob Mata Atlântica, sob as penas da lei, devem ser mantidas e conservadas.

4.1.4– Vertentes côncavas em anfiteatros

A conformação côncava destas unidades favorece, ao contrário das vertentes convexas, a concentração das águas pluviais e de nutrientes.

Nestas unidades, os solos tendem a apresentar níveis de fertilidade superiores aos das vertentes convexas, podendo ocorrer Argissolos.

Entretanto a declividade, ocorrência de solos menos desenvolvidos e concentração de escoamento superficial podem condicionar processos erosivos em sulcos.

Dentro do perfil dos produtores e da especificidade desta bacia hidrográfica e compatibilização com aspectos ambientais, o uso e ocupação destas unidades sugerem as seguintes atividades – apicultura, capineiras, pastagens, cultivo de hortaliças e cereais sob manejo de cultivo mínimo – . Dentre as hortaliças, destaca-se o cultivo da pimenta com agregação de valores. Esta unidade constitui um ambiente físico adequado ao desenvolvimento da agropecuária de natureza familiar.

4.1.5– Vertentes ravinadas

As vertentes ravinadas se distribuem em sequência a topos alongados/convexos de colinas. Apresentam conformação cônica fechadas e se conectam diretamente a talvegues. Podem abrigar surgências de aquíferos freáticos (nascentes pontuais) perenes, temporárias ou efêmeras. Apresentam elevadas declividades e são constituídas por solos de baixos graus de desenvolvimento – Neossolos litólicos e Cambissolos.

Devem ser mantidas sob vegetação natural. No caso de ravinas “secas”, apresentam possibilidades de implantação de pequenas barragens de terra para aproveitamento das águas de chuvas.

4.1.6– Colinas cônicas

Todas as colinas de conformação cônica nesta bacia hidrográfica estão sob vegetação de Mata Atlântica. Portanto, por força da lei, devem ser mantidas como tal. Os segmentos superiores destas colinas apresentam afloramentos

rochosos, neste caso específico, gnaisses, cujas fraturas abrigam aquíferos em meio fraturado. As vertentes de elevada declividade são constituídas por solos de baixos graus de desenvolvimento – Neossolos litólicos e Cambissolos. Estas vertentes, caso suprimida a vegetação nativa, possibilitam instalação de movimentos de massas de solos.

4.1.7– Rampas de colúvio

São vertentes retilíneas geradas pelo deslizamento lento dos solos, apresentando comprimento de rampa relativamente longo. A declividade e o comprimento destas vertentes favorecem a instalação de processos de erosão hídrica laminar.

Dentre às especificidades desta bacia hidrográfica, apresentam-se aptidão para pastagens, capineiras e silvicultura, que, se manejadas corretamente, propiciam cobertura vegetal permanente, minimizando a instalação de processos erosivos. Em geral, os solos que as compõem são de características latossólicas. Uma alternativa viável para estas condições é a introdução de sistema de integração Lavoura, Pecuária, Floresta.

Medidas de controle de processos erosivos devem ser implantados, de acordo com uso agrossilvipastoris, a seguir citados;

Pastagens: sistemas de integração com silvicultura (Lavoura, Pastagens, Florestas) e sulcos em contorno; fruticultura arbórea: plantio em contorno e capinas controladas.

4.1.8– Terraços fluviais

Os terraços fluviais são expressivos no baixo trecho da bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte. Em um dos segmentos do baixo trecho, verificam-se dois níveis de terraços. Os solos que compõem estas unidades originam-se de sedimentos depositados – Cambissolos, fase terraço em evolução para Argissolos.

Por se localizarem em cotas superiores à calha do rio, não apresentam suscetibilidades atuais a inundações. Mostram total aptidão para atividades agropastoris e núcleos populacionais. Estas aptidões são potencializadas pelo relevo plano e, em face das características geológicas/pedológicas desta bacia

hidrográfica, podem apresentar de médios a altos níveis de fertilidade. Entretanto os níveis elevados de argila os tornam vulneráveis à compactação que, em períodos chuvosos, leva a encharcamentos pontuais. Sistema de manejo deve ser levado em conta, para minimizar processos de compactação, destacando-se técnicas de plantio direto.

4.1.9– Planícies fluviais

Distribuem-se margeando pequenos cursos d'água contribuintes do rio Gualaxo do Norte, em especial no médio trecho desta bacia hidrográfica. Apresentam Neossolos flúvicos com inclusões de gleissolos. No período chuvoso, apresentam solos encharcados e nascentes difusas. Devem ser mantidas como áreas de preservação permanente, inclusive vegetação ciliar. Pastagens nestes solos encharcados podem provocar pododermatite em bovinos.

4.2- Considerações

A sub-bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte, diretamente afetada pelo acidente do rompimento da barragem de rejeito, apresenta um mosaico de Unidades de Paisagem, onde predominam áreas acidentadas e vales encaixados. Apresenta considerável ocupação por Mata Atlântica, cuja legislação ambiental vigente não permite supressão. As demais áreas são ocupadas por pastagens em diversos níveis de degradação e baixas capacidades de suporte, decorrentes de processos erosivos, sobretudo em pastagens instaladas em vertentes convexas. As unidades com real aptidão para uso agropecuário se restringem aos anfiteatros, distribuídos nesta bacia hidrográfica, e aos terraços fluviais, expressivos no baixo trecho.

A significativa área com Mata Atlântica favorece atividades apícolas, inclusive com agregação de valores (própolis e envasamento).

Salienta-se que as intervenções sugeridas envolvem a participação de proprietários rurais, cujo consentimento e adoção das medidas propostas devem ser por eles legitimadas.

5- GEOFORMAS, CICLO HIDROLÓGICO E PROCESSOS EROSIVOS

As feições e características superficiais de segmentos das Paisagens condicionam as vias das águas pluviais ao atingirem estas superfícies – infiltração ou escoamento superficial – .

No caso do escoamento superficial, estas feições condicionam a distribuição uniforme ou concentração destas águas, refletindo, aliadas à natureza dos respectivos solos, na modalidade do processo erosivo. Portanto cada segmento da paisagem influi, no conjunto, no ciclo hidrológico das bacias hidrográficas onde são inseridas.

Apresentam-se, a seguir, a tendência de resposta de segmentos da Paisagem à precipitação pluviométrica e os efeitos nos processos erosivos e na recarga de aquíferos (áreas de recarga de aquíferos).

- **Características de unidades de recarga de aquíferos**

A primeira condição se refere a segmentos com relevos que favoreçam processos de infiltração – relevos planos e suavemente ondulados. Para tanto devem ser considerados os diferentes tipos de aquíferos, a saber: freático, meio fraturado e meio poroso.

Aquíferos freáticos

Apresentam-se mais próximos da superfície e, em geral, oscilam na macroporosidade dos solos, sendo limitados por camadas impermeáveis de rochas ou argilas compactadas. A surgência destes aquíferos é expressiva em planícies fluviais e se constituem em nascentes difusas. Ocorrem também em vertentes nas interfaces rochas/solos, com a denominação vulgar de minas.

A recarga destes aquíferos ocorre, com maior expressão, em topos de colinas, superfícies tabulares/onduladas, planícies/terraços fluviais e fundos de vales. A compactação dos solos, em geral Latossolos argilosos, destas unidades limita as respectivas funções de recarga.

Aquíferos em meio fraturado

As rochas, por efeito de ciclos de aquecimento/resfriamento, apresentam fraturas que armazenam águas pluviais. Este tipo de aquífero é comum nas rochas compactas com baixa porosidade, tais como: granitos/gnaisses e quartzitos. A surgência destes aquíferos pode ocorrer em forma de cachoeiras, comuns nas serras do Espinhaço e Mantiqueira.

Aquíferos em meio poroso ou granulado

As águas pluviais são armazenadas em toda a massa de rochas de elevadas porosidade, tais como, os arenitos. É o caso do aquífero Guarani.

As principais áreas de recarga destes aquíferos são os platôs areníticos que ocorrem com maior expressão no Triângulo Mineiro, Noroeste e Norte de Minas Gerais.

Embora sejam naturalmente de boa qualidade hídrica, podem ser contaminados por agroquímicos de elevada solubilidade.

- **Características de vertentes e escoamento superficial (enxurrada, *run off*)**

O escoamento superficial executa o transporte do material de solos desagregado, correspondendo às fases 02 e 01 do processo erosivo, respectivamente. A capacidade de transporte de sedimentos é denominada de competência de transporte e é função da energia do fluxo hídrico.

Esta energia é função da velocidade do escoamento e do volume de água. Por outro lado, a conformação das vertentes condiciona o fluxo hídrico superficial e as possibilidades dos tipos de erosão, conforme o item 3 deste trabalho.

- **Unidades com tendência a processos de erosão laminar**

Referem-se ao deslocamento de camadas uniformes do perfil dos solos.

Para que ocorra esta uniformidade, as vertentes devem apresentar feições que permitam a distribuição uniforme do escoamento superficial.



Figura 33: Erosão laminar

Fonte: Felipe Oliveira

Com estas características, apresentam-se as seguintes Unidades de Paisagem que ocorrem em Minas Gerais.

Vertentes Convexas:

Estas unidades são comuns nos domínios das rochas cristalinas (granitos, gnaisses e micaxistos) nas regiões mineiras do Leste, Sul de Minas e Campo das Vertentes em colinas.

Os solos predominantes nestas unidades são os Latossolos.

Em face da suscetibilidade à erosão laminar, esta unidade deve ser cultivada apenas por pastagens, culturas permanentes (fruticultura, cafeicultura) e silvicultura.

Rampas de colúvio e Vertentes retilíneas

Apresentam declividades mais suaves que as vertentes convexas das colinas, porém a extensão destas rampas é expressiva (Foto 02). No Triângulo Mineiro, existem rampas com dezenas de metros de extensão. Os solos predominantes

são os Latossolos.

Os processos de controle do escoamento superficiais são aqueles seccionadores de rampas, tais como: faixas de retenção, cordões em contorno e, dentro de critérios especiais, terraceamento.

Desde que implantados os sistemas de controle da erosão, estas unidades podem ser utilizadas com culturas anuais (cereais e hortaliças), pastagens, culturas permanentes e silvicultura.

- **Unidades com tendência a processos de erosão em sulco**

O processo de erosão em sulco é consequência da concentração do fluxo do escoamento hídrico superficial e da heterogeneidade do perfil dos solos.

A concentração do fluxo do escoamento superficial reflete na respectiva energia para desagregação e competência de transporte de materiais de solos.

Por outro lado, a heterogeneidade no perfil dos solos, especialmente estrutural e de textura, leva ao diferencial de infiltração dos solos e, conseqüentemente, à abertura de sulcos de erosão.

As unidades com maiores possibilidades de instalação destes processos erosivos são as vertentes côncavas, que favorecem a concentração de águas pluviais e ocorrem em solos com maiores heterogeneidades no perfil.

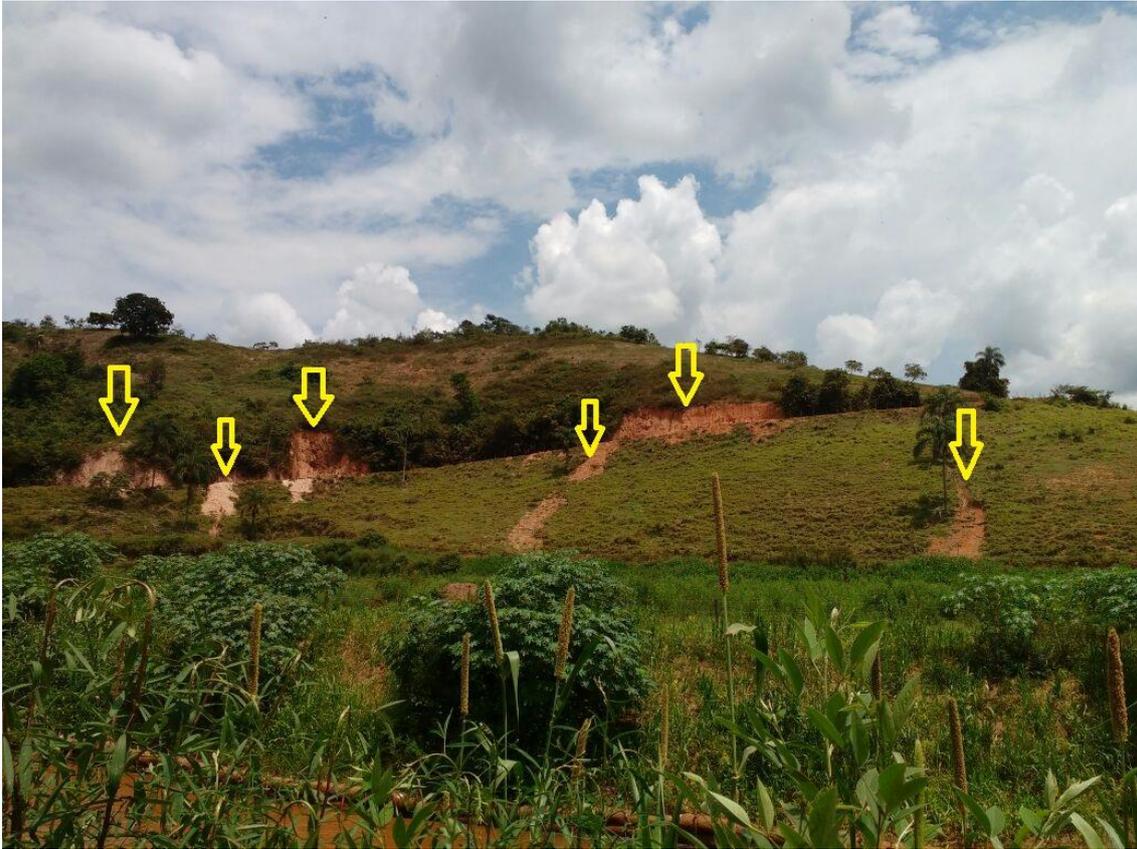


Figura 34: Erosão em sulco

Fonte: Felipe Oliveira

- **Unidades de Paisagem com tendência a processos de erosão em voçorocas (ravinamento acelerado)**

Constituem a expressão mais drástica de processos erosivos, atingindo camadas profundas de solos e subsolos. Depois de instalados, torna-se técnica e economicamente inviável a reversão do processo. Assim, a forma mais racional é a prevenção de instalação deste processo erosivo. Para tanto, é fundamental o conhecimento das características e a natureza dos solos e sua inserção na paisagem, passíveis de instalação deste processo.

Os solos mais suscetíveis a voçorocamento são:

- CAMBISSOLOS
- NEOSSOLOS Litólicos (A/C e A/Saprolitos)

A instabilidade mecânica destes solos está relacionada com a incipiência de horizonte estável (horizonte B) nos Cambissolos e com a ausência deste horizonte nos Neossolos.

Estes solos pouco desenvolvidos ocorrem em vertentes ravinadas e em superfícies onduladas no domínio de rochas pelíticas (ardósias, metasiltitos).

- **Unidades de Paisagem com tendência a processos de deslizamentos de massa**

Esta modalidade de erosão pode causar tanto danos patrimoniais quanto de vidas humanas, além de bloquear sistemas viários. A dinâmica destes processos é relativamente simples, como se pode observar na Figura abaixo. (Figura 35)



Figura 35: Deslizamento de massa

Fonte: Felipe Oliveira

6. BARRAMENTOS

Na sub-bacia do córrego Santarém, ocorreu o mais intenso e primeiro impacto do rompimento da barragem do Fundão. Ao longo da bacia, estão localizados 4 barramentos georreferenciados, como demonstrado na Figura 36.

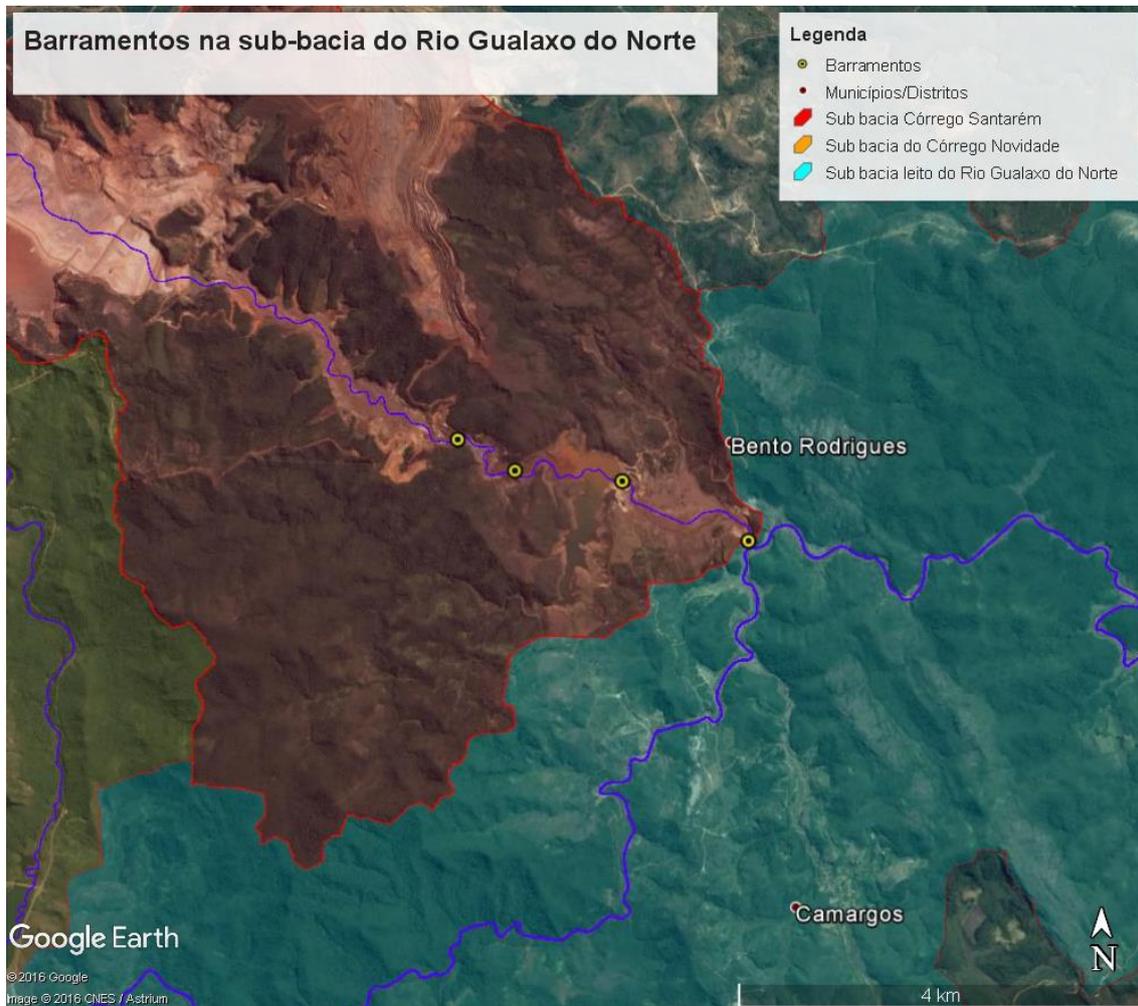


Figura 36: Barramentos na sub-bacia do rio Gualaxo do Norte

Fonte: Emater – MG

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte, diretamente afetada pelo acidente do rompimento da barragem de rejeito, apresenta um mosaico de Unidades de Paisagem, no qual predominam áreas acidentadas e vales encaixados. Apresenta expressiva ocupação por Mata Atlântica, cuja legislação ambiental vigente dificulta supressão. As demais áreas são ocupadas por pastagens em diversos níveis de degradação e baixas capacidades de suporte, decorrentes de processos erosivos, sobretudo em pastagens instaladas em vertentes convexas. As unidades com real aptidão para uso agropecuário se restringem aos anfiteatros, distribuídos nesta bacia hidrográfica, e aos terraços fluviais, expressivos no baixo trecho.

A significativa área com Mata Atlântica favorece atividades apícolas, inclusive com agregação de valores (própolis e envasamento).

Em relação às ações efetivas para recuperação de áreas degradadas, é importante detalhar os processos de degradação nas áreas de influência direta e indireta, levando-se em consideração o uso atual e futuro dessas áreas, procurando elaborar estratégias (planos) de infraestrutura ambiental, que promovam: a) estabilidade do solo e controle de erosão e drenagem; b) adequação paisagística; c) revegetação e recomposição das APPs, principalmente as fluviais e topos de morro (com espécies nativas locais); d) ampliação da reserva de água; e) conservação dos solos e das águas nas atividades urbanas e agrossilvopastoris.

O objetivo é gerar condições favoráveis ao desenvolvimento socioeconômico sustentável.

Ressalta-se que, para desenvolver ações efetivas de adequação ambiental, é necessário que os entes federativos (Minas Gerais e seus municípios) e ou consórcios municipais se organizem, com o objetivo de constituir instrumentos legais e infralegais, de modo a garantir autonomia aos respectivos poderes executivos, para o fomento e a gestão dos processos de adequação socioambiental da bacia.

Os fatores econômicos são os que levam mais rapidamente o desenvolvimento a uma determinada região, porém há de ressaltar que, se a população não

estiver em um índice de desenvolvimento humano elevado, e, se a degradação ambiental for significativa, os investimentos econômicos pouco adiantam, pois não se sustentam ao longo do tempo.

Os estudos ora apresentados pelo ZAP na bacia do rio Gualaxo do Norte ressaltam quatro índices que retratam a situação ambiental, porém, na realidade, traduzem as ações antrópicas de ocupação e uso do solo, sendo eles: a) índice de antropização de APP fluvial; b) índice de vegetação nativa em topo de morro; c) índice de concentração de nascentes; d) índice de comprometimento da disponibilidade hídrica.

As ações efetivas para recuperação de áreas degradadas, citadas anteriormente, podem melhorar os índices em curto, médio e longo prazos. Ações de gestão de recursos hídricos também podem melhorá-los, como, por exemplo, medidas de gestão efetiva das outorgas para uso do recurso hídrico de determinado corpo hídrico. Porém somente as primeiras podem melhorar as condições físicas de retenção e infiltração de água no solo, por meio de tecnologias de infraestruturas ambientais e de manejo e conservação de água e de solo, promovendo melhorias sustentáveis, duradouras, para as gerações e usos futuros.

8. BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

FERNANDES, M.R. – Manejo integrado de bacias hidrográficas – fundamentos e aplicações. Belo Horizonte.2010.

MOURA, A. C. M. 2007. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análise multicritério. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, p.2899-2906.

SANTOS, A. A. 2010. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas de fragilidade ambiental no parque estadual da Serra do Rola Moça. Monografia (Especialização em Geoprocessamento). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Disponível em:

<<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/AMANDA.pdf>>.

Acesso em: 09/01/2015.

SPAROVEK Gerd *et al.* A revisão do Código Florestal Brasileiro. Novo Estudos, Cebrap, março 2011, pp 111-135.

UFV, Universidade Federal de Viçosa & IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais. 2012.

9. ANEXO

Glossário

Área de drenagem é a área plana (projeção horizontal) inclusa entre os seus divisores topográficos.

Vazão de Referência (Q710) é a vazão mínima de 7 dias consecutivos, com período de recorrência de 10 anos. Este valor é adotado como referência para concessão das outorgas e também para definição da situação hídrica no Estado de Minas Gerais.

Vazão Média de Longo Período (Qmlp) permite caracterizar a maior vazão possível de ser regularizada em uma bacia, possibilitando a avaliação dos limites superiores (abstraindo as perdas) da disponibilidade de água de um manancial. É definida como a média das vazões anuais para toda série de dados.

Capacidade de Regularização Natural: a relação entre a disponibilidade hídrica máxima representada pela vazão média e a vazão mínima de estiagem é um indicador da necessidade de regularização natural de um curso de água. Este indicador, denominado, nesse estudo, como índice de vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos ($r_{7,10} = Q_{7,10} / Q_{mlp}$), depende da capacidade de regularização natural do curso d'água, ou seja, quanto menor este índice, maior a variação de vazão durante os períodos de estiagens, com baixa capacidade de regularização natural.

1). Baixa capacidade de regularização: índice de $r_{7,10} < 10\%$

- 2). Média capacidade de regularização: índice de r7,10 de 11 a 30%
- 3). Alta capacidade de regularização: índice de r7,10 de 31 a 40%
- 4). Muito alta capacidade de regularização: índice de r7,10 de 41 a 70%

Disponibilidade (Vazão Max. Outorgável 50% Q710) é o limite de referência que o Estado de Minas Gerais adota para conceder as outorgas. No caso da bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte, a disponibilidade é de 50%.

Demanda é a vazão total outorgada para a sub-bacia hidrográfica. **Relação**

Demanda Disponibilidade é a vazão total outorgada, ou seja, 50% da Q710 disponível na sub-bacia.

10. FICHA TÉCNICA

Governo de Minas Gerais

Fernando da Mata Pimentel

Empresa de assistência Técnica e Extensão do Estado de Minas Gerais – Emater–MG

Glenio Martins de Lima Mariano

Elaboração

Empresa de assistência Técnica e Extensão do Estado de Minas Gerais – EMATER–MG

Coordenação Técnica

Felipe Fonseca de Oliveira

Maurício Roberto Fernandes

Thales Rodrigo do Carmo Pinto

Equipe Técnica – Detec

Ana Cláudia Miranda Albanez

Paulo Roberto Rodrigues

Estagiários Geoprocessamento

Fabianna Resende Vieira

Guilherme Alexandre Miranda de Paula

Leila Patrícia dos Santos

Helennara Dutra Lopes

Marina Botty Madalena

Revisão

Lizete Dias

Ruth Navarro

Emater–MG

Av. Raja Gabaglia, 1.626 Gutierrez – Belo Horizonte–MG

www.emater.mg.gov.br.