

Received:
March 26, 2020

Accepted:
April 24, 2020

Published:
April 30, 2020

Geological formations of the Mucuri river path in the State of Minas Gerais

Antônio Jorge de Lima Gomes¹ 

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, Brasil.

Email address

antonio.gomes@ufvjm.edu.br (Antônio J.L. Gomes)

Abstract

In this work, the geological formations along the Mucuri River in the State of Minas Gerais were identified in order to contribute to multidisciplinary engineering projects, mainly for the consolidation of urban, rural and environmental planning. The Mucuri River is formed by the junction of the Mucuri do Norte and Mucuri do Sul rivers. The first appears in the municipality of Malacacheta at 720m height and the second in the municipality of Ladainha at 750m of height. The processes of metamorphism and later weathering, associated to erosion, along the geological time, modelled the landscape of the region, transforming its territory with different heights. Many places in the region have quaternary alluvial soil suitable for growing grasses adapted to the flooding of the river. In the source of the South Mucuri River, in the municipality of Malacacheta, appear the Serra Negra Formation, belonging to the Guanhões Group, which consists of banded biotite-gneiss. The geological formations that follow the waterway of the Mucuri River have characteristics of Neoproterozoic rocks (late-tectonic granites of the Galiléia Intrusive Suite, of the Rio Doce Group), and of the Eocambrian (post-tectonic late granites of the Aimorés Intrusive Suite), aged 585 to 630 Ma. The eighteen formations found are respectively: Serra Negra Formation, Concórdia do Mucuri Formation, Leucogranite Carai, Tumiritinga Formation (Marble), Tumiritinga Formation, Tonalite São Vitor, Topazio Granodiorite, Leucogranite Faísca, Wolff Granite, Caladão Granite, Charnockite Padre Paraíso, Kinzigitic gneiss, Leucogranite Carlos Chagas, Ataléia Granite, alluvial soil, Nanuque Granite, Underbite Mangalô and Granite Rio Mucuri.

Keywords: Geological Formations, Mucuri River, Environment, Engineering Projects.

1. Introdução

A identificação das formações geológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri facilitará a elaboração de estudos mais adequados nas áreas das Geociências, Engenharia e Meio Ambiente, permitindo maior entendimento e compreensão dos possíveis impactos intervencionistas, e de suas influências ao longo da bacia.

A busca por diagnósticos utilizando a interpretação geológica como ferramenta para a utilização adequada dos recursos hídricos e agrícolas no percurso do Rio Mucuri, também será um instrumento imprescindível de subsídio aos projetos de Engenharia.

Do ponto de vista geológico a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri pertence ao Complexo Juiz de Fora. É formada por rochas Neoproterozóicas compostas por séries graníticas alcalinas, subalcalinas e toleíticas, granitóides peraluminosos, associações charnockíticas e gnaisses paraderivados, além de rochas básicas, mica-xistos e calcossilicáticas subordinadas (CPRM, 1996; CPRM, 2000; Gomes et al., 2014; Gomes et al., 2015).

A assimilação dos diferentes tipos de rochas e solos, através do levantamento e mapeamento das formações

geológicas do Rio Mucuri, facilitará a elaboração de projetos mais adequados ao planejamento urbano, rural e ambiental.

A maioria das formações geológicas onde está situado o Rio Mucuri são de idades Pré-Cambrianas, onde predominam solos rasos e pouco desenvolvidos (Oliveira et al., 2009).

De acordo com Gomes et al. (2015) a identificação dos tipos de rochas e dos solos existentes no curso do Rio Mucuri permitirá aos municípios do Vale do Mucuri melhor acesso à elaboração de projetos e execução de obras de engenharia, planejar os tipos mais adequados de utilização dos solos, estudos ambientais mais precisos e mapeamento de áreas de risco geológico e ambiental.

Para Teixeira (2005) o desenvolvimento sustentável foi proposto no sentido de solucionar os conflitos entre a conservação e a utilização mais consciente dos recursos naturais.

Segundo Rodrigues e Silva (2013) o planejamento ambiental é o ponto de partida para tomada de decisões relativas à forma e intensidade em que se deve usar um território e cada uma de suas partes, incluindo os assentamentos humanos e as organizações sociais e produtivas.

através do Decreto nº 44.865 de 01 de agosto de 2008, com o objetivo de promover a gestão de recursos hídricos da região compreendida pela Bacia.

2.1. Área de Proteção Ambiental do Alto Mucuri

A Área de Proteção Ambiental denominada de APA do Alto do Mucuri é a maior área de preservação dos remanescentes florestais de mata atlântica do Vale do Mucuri, sendo de grande importância para a conservação das matas, florestas e água da região. Na figura (2) temos a localização da APA do Alto Mucuri.

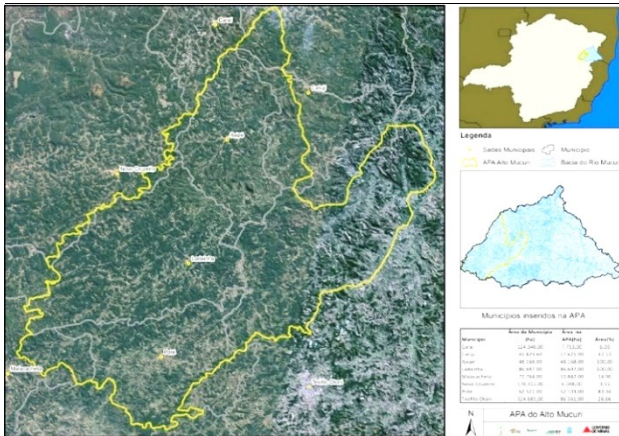


Figura 2 – Localização da APA do Alto Mucuri (Garcia et al., 2017).

As plantas, para desempenhar suas necessidades fisiológicas, retiram a água do solo através de suas raízes, retêm uma pequena fração e liberam o restante através de microscópicas válvulas presentes nas superfícies das folhas (os estômatos) sob forma de vapor d'água.

Neste sentido, a principal motivação para criação da APA do Alto do Mucuri foi a proteção e recuperação da quantidade e qualidade das águas, esse critério ganha particular importância para definição das políticas públicas florestal e de proteção à biodiversidade, e neste contexto, identificar as unidades geológicas a nível regional, vai permitir um maior entendimento e práticas de planejamento.

O conhecimento da água perdida por evapotranspiração é fundamental para se conhecer o balanço hídrico de uma certa região. Ela afeta diretamente o rendimento de bacias hidrográficas, a umidade atmosférica, a determinação da capacidade de reservatórios, regime de chuvas, entre outros de grande importância sócio-político-econômica.

A evaporação é responsável pelo movimento da água para o ar a partir de fontes como o solo, rios, lagos, lagoas, córregos e mares, sobretudo pela ação do calor advindo do sol.

A transpiração ocorre como resultado do movimento da água dentro de uma planta e sua correspondente perda para a atmosfera.

A evapotranspiração nada mais é que a soma destes dois processos, que fazem com que cerca de 70% da quantidade de água das chuvas que cai sobre a superfície terrestre, retorne imediatamente à atmosfera.

2.2. Clima e precipitação pluviométrica

A partir das nascentes na parte alta da Bacia e também na parte média o clima é considerado subúmido a seco, com

temperatura média oscilando entre 24 °C e 25 °C, no entanto as temperaturas médias anuais na maior parte da Bacia são maiores que 24 °C.

A temperatura anual média é de 23° C, mínima absoluta de 6° C e a máxima absoluta é de 38° C (Garcia et al., 2017).

A partir de dados de uma série histórica no período compreendido entre os anos de 1950 a 2010, observam-se diferentes comportamentos em duas regiões. Na região de clima subúmido a seco, a precipitação média anual variou entre 917 mm e 1.070 mm. Na região do clima úmido a subúmido, a precipitação média anual varia entre 990 mm e 1.230 mm (Euclides et al., 2011).

2.3. Cobertura vegetal

A vegetação original da bacia do rio Mucuri é composta majoritariamente por florestas estacionais, sendo que a porção leste se encontrava coberta pela floresta ombrófila densa.

A cobertura vegetal é uma barreira natural de defesa do solo contra a força das gotas de chuva que cai sobre ele, que é a primeira etapa do processo erosivo, provocando o salpicamento (Silva e Schulz, 2002).

A principal cobertura a nível regional era a floresta estacional semidecidual, distribuída por toda a bacia. A floresta ombrófila aberta localiza-se em uma pequena faixa na porção central da bacia, sendo composta por árvores mais espaçadas e com estrato arbustivo pouco denso.

A floresta estacional decidual ocorria em pequena porção no norte da bacia. Esta vegetação foi ao longo do tempo sendo degradada, restando remanescentes florestais fragmentados, intercalados, sobretudo as pastagens, cultivos agrícolas e silvicultura (Felippe et al., 2009).

Destaca-se também, que a geomorfologia possui um papel fundamental para a elaboração de diagnósticos ambientais, uma vez que procura integrar todas as variáveis existentes no meio (Cunico e Oka-Fiori, 2006).

3. Metodologia

Utilizamos o método descritivo e exploratório baseados em pesquisas bibliográficas e visitas técnicas em campo. A partir destes, realizamos levantamentos e identificamos as principais características regionais.

De acordo com Gil (1994) os estudos descritivos são os que mais se adaptam aos levantamentos. As pesquisas bibliográficas foram centradas a partir de materiais já publicados.

Numa bacia hidrográfica a presença da vegetação e dos ambientes florestais acaba contribuindo de maneira direta nos vários processos hidrológicos que conduzem à manutenção e criação de água. Dentre estes processos, temos a evaporação, transpiração, evapotranspiração, escoamento superficial, infiltração e a umidade do solo (Gomes, 2016).

A evaporação é responsável pelo movimento da água para o ar a partir de fontes como o solo, rios, lagos, lagoas, córregos e mares, sobretudo pela ação do calor advindo do sol.

A transpiração ocorre como resultado do movimento da água dentro de uma planta e sua correspondente perda para a atmosfera.

A evapotranspiração nada mais é que a soma destes dois processos, que fazem com que cerca de 70% da

quantidade de água das chuvas que cai sobre a superfície terrestre, retorne imediatamente à atmosfera.

A região do Rio Mucuri é constituída por um aquífero do tipo fissural, onde as águas ficam armazenadas nas fendas das rochas que ficam em subsuperfície.

Segundo Boscardin Borghetti et al. (2004) um aquífero constitui-se pelo conjunto de rochas situadas abaixo da superfície terrestre onde fica depositada água nos poros e fendas rochosas.

A erosão pode ser entendida como a retirada de partículas do solo da alta vertente para as partes mais baixas, ou para o fundo dos rios, lagos e oceanos, provocando o assoreamento.

De acordo com Jimenez (1994) o regime de correntes fluviais pode influenciar a composição física do sedimento e, conseqüentemente, definir o sucesso e domínio das espécies vegetais.

Quando a água da chuva não consegue infiltrar no solo, a parcela que não evapora, escoar superficialmente podendo produzir uma enxurrada, que é a lavagem da superfície do terreno, transportando partículas sólidas do solo para as calhas dos rios.

O emaranhado de rizóforos e pneumatóforos facilitam a deposição de particulados finos carreados pelos rios e conduzidos até o interior dos bosques funcionando como barreiras físicas.

O processo de eutrofização, que é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, está relacionado com o aumento da concentração de nutrientes no corpo d'água, principalmente nitrogênio e fósforo.

Freire e Omena (2005) apontam a questão da qualidade da água, e apresentam que o meio líquido apresenta duas características marcantes, que condicionam de maneira absoluta a conformação desta qualidade: a dissolução de substâncias (capacidade de dissolver outras substâncias químicas) e a capacidade de transporte de poluentes.

Segundo Christofletti (1999) as perspectivas da análise espacial são importantes para as aplicações nas pesquisas ambientais e socioeconômicas porque as distâncias entre os locais e os fenômenos são fatores relevantes para determinar as correlações entre eles, de tal forma que as distribuições espaciais das ocorrências não são independentes e poderão estar relacionadas.

4. Levantamento das Formações Geológicas

As formações geológicas têm como origem o Grupo Guanhães, Grupo Rio Doce, Suíte Intrusiva Galiléia e Suíte Intrusiva Aimorés, em geral são formações antigas pertencentes às Eras Pré-Cambriana e Paleozoica, com exceção dos solos de aluvião, que são aqueles transportados pelas águas e depositados quando a corrente sofre uma diminuição da velocidade.

Para uma melhor compreensão das idades geológicas apresentam-se na figura (3) as principais eras e suas respectivas idades geológicas.

5. Resultados obtidos

A identificação das formações no curso do Rio Mucuri começa na nascente do Rio Mucuri do Sul, no município de Malacacheta onde temos a Formação Serra Negra, pertencente ao Grupo Guanhães e Éon Arqueano, cuja

Unidades de tempo					
Eon	Era	Período	Ma	Época	
Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	1,8	Holoceno	
				Pleistoceno	
		Terciário			Plioceno
					Mioceno
					Oligoceno
					Eoceno
				Paleoceno	
	Mesozoico	Cretáceo	65,5	"Idade dos Répteis"	
		Jurássico	145,5		
		Triásico	199,6		
	Paleozoico	Permiano	245	"Idade dos Anfíbios"	
		Carbonífero	299		
		Devoniano	359		
		Siluriano	416	"Idade dos Invertebrados"	
		Ordoviciano	443		
		Cambriano	488		
	Proterozoico	Pré-Cambriano		542	
				2500	
	Arqueano	Pré-Cambriano		4030	
			4566		

Figura 3 – Eras Geológicas e respectivas idades em Milhões de anos (adaptado de Gradstein et al., 2004).

formação consiste em Biotita-gnaiss bandado, localmente migmatizado. Contém comumente intercalações centimétricas a métricas de anfibólito.

A nascente do Rio Mucuri do Sul está situada geologicamente na Formação Serra Negra, com paragneiss rico em intercalações de anfibólito bandado, quartzito e itabirito, é predominantemente constituída por gnaisses, o conjunto é de idade Arqueana (CPRM, 1996; Fagundes et al., 2012; CODEMIG, 2012).

Gomes et al. (2015) explanam que a região da cidade de Teófilo Otoni possui duas formações geológicas predominantes. A primeira é o Tonalito São Vitor e a segunda formação é a Tumiritinga, ambas situadas dentro do Complexo Juiz de Fora.

Do ponto de vista estrutural/geotectônico, a região da Folha Teófilo Otoni compreende parte da Província São Francisco e do Sistema Orogênico Mantiqueira, o qual está representado no território mineiro por partes do Orógeno Araçuai e da Faixa Ribeira, com idades que remontam ao Arqueano (Almeida et al., 1976; Almeida e Hasui, 1984; Campos Neto e Caby, 2000).

Os vales situados na Bacia são bem definidos e as vertentes apresentam declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem.

O relevo é do tipo dissecado, com grande presença de morros, e muitos destes apresentam cumes convexos. As formas de topos convexos são geralmente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e eventualmente em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural.

Corrêa (2016) relata que a quantidade de micronúcleos encontrados na região da Bacia foi maior nos rios Pavão, Pampã e Mucuri, que a realidade pode estar associada a elevada concentração dos metais, alumínio e cobre.

Com base em rocha (Rocha, 2008) apresentam-se nas tabelas (1 e 2) percentuais de Areia Fina, Areia grossa, Silte e Argila, comparando três espécies presentes na região ribeirinha do Rio Mucuri.

Na tabela (1) os resultados da pesquisa realizada na região ribeirinha de manguezais do Rio Mucuri, localizado no sul da Bahia e próximo à foz, os valores pesquisados apresentaram características granulométricas diferentes na mesma espécie de vegetação.

Tabela 1 – Percentuais de Areia Fina, Areia grossa, Silte e Argila em três espécies do Rio Mucuri na Região Ribeirinha (Adaptado de Rocha, 2008).

Granulometria %	Região Ribeirinha		
	A.Germinans	L.Racemosa	R.Mangle
Areia Fina	7,7 bA	9,9 bB	44,1 aA
Areia Grossa	5,9 abA	10,2 aB	4,6 bA
Silte	35,5 aA	32,5 aA	21,9 bB
Argila	50,9 aA	47,4 aA	29,4 bB

Tabela 2 – Percentuais de Areia Fina, Areia grossa, Silte e Argila em três espécies do Rio Mucuri na região da própria Bacia (Adaptado de Rocha, 2008).

Granulometria %	Região da Bacia		
	A.Germinans	L.Racemosa	R.Mangle
Areia Fina	7,5 bA	21,7 aA	21,2 aB
Areia Grossa	6,0 bA	15,3 aA	5,6 bA
Silte	36,7 aA	26,5 bB	33,5 aA
Argila	49,7 aA	36,5 bB	40,0 bA

A variação dos parâmetros físico-químicos e dos teores de macro e micronutrientes das rizosferas dos sedimentos das três estações apresentou comportamento diferente em função da região, evidenciando que as características de cada vegetação têm suas particularidades.

Em alguns parâmetros ocorreram variações temporais em função da vazão do rio.

Os parâmetros granulométricos das estações analisadas apresentaram interações entre as duas regiões fisiográficas evidenciando que as diferenças se devem à presença das diferentes espécies, ou seja, cada uma das espécies contribui singularmente para que os bosques apresentem características distintas.

A Lei federal 6.902 de 27/04/1981 estabelece que as Áreas de Proteção Ambiental são porções do território nacional de configuração e tamanho variáveis, submetidas a modalidades de manejos diversos, podendo compreender ampla gama de paisagens naturais e seminaturais (BRASIL, 1981).

Segundo Pereira (2016), faz-se necessário estabelecer políticas públicas de proteção à biodiversidade, que sejam específicas para a região da APA do Alto Mucuri, colaborando assim com a gestão territorial, uma vez que esta apresenta uma grande potencialidade.

A região da Bacia apresenta algumas características naturais que são complicadores para a área de Engenharia, pois se as características geológicas não forem consideradas na execução do projeto e da obra, poderão resultar em grandes catástrofes como deslizamentos de terra e inundações.

A análise granulométrica é um procedimento físico que fornece dados de porcentagem das frações granulométricas de areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, silte e argila, cujas pesquisas ainda são escassas na região.

Pesquisas abrangendo estudos geológicos da área e levantamentos bibliográficos com base no Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB, que foi executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, através de suas Unidades Regionais, sob a coordenação do Departamento de Geologia – DEGEO, além da análise de mapas geológicos da região e informações de poços, permitiram que se verifica-se a existência de dezoito formações geológicas diferentes no entorno do Rio Mucuri, que serão descritas neste trabalho e são apresentadas na figura (4).

Constatou-se a existência de dezoito formações geológicas diferentes, que têm como origem o Grupo Guanhanês, Grupo Rio Doce, Suíte Intrusiva Galiléia e Suíte Intrusiva Aimorés, em geral são formações antigas pertencentes às Eras Pré-Cambriana e Paleozoica, com exceção dos solos de aluvião, que são aqueles transportados pelas águas e depositados quando a corrente sofre uma diminuição da velocidade.

A seguir apresentaremos as formações a partir das interpretações das folhas geológicas da região e de pesquisas bibliográficas publicadas, situadas na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

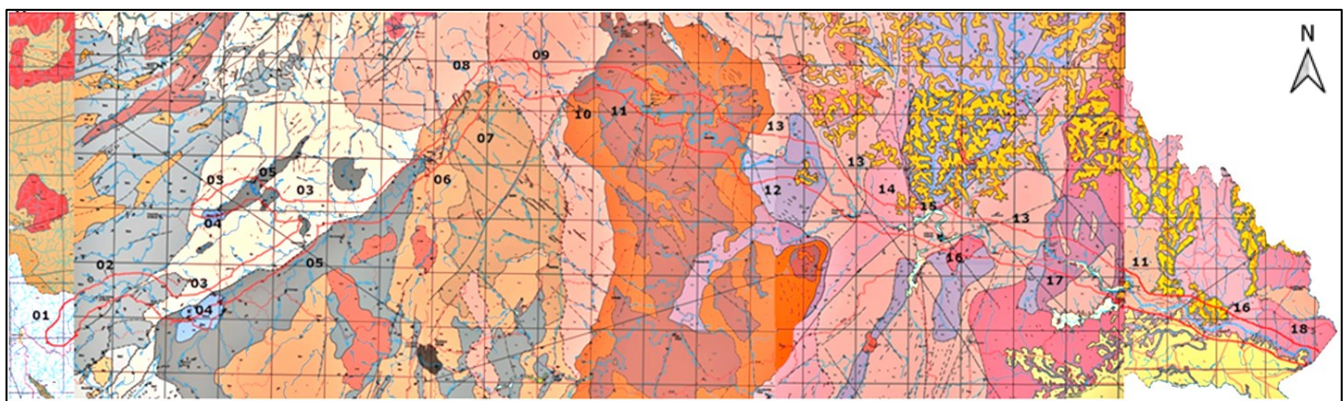


Figura 4 – Formações geológicas no curso do Rio Mucuri.

01-Formação Serra Negra; 02-Formação Concórdia do Mucuri; 03-Leucogranito Carai; 04-Formação Tumiritinga (Mármore); 05-Formação Tumiritinga; 06-Tonalito São Vitor; 07-Granodiorito Topázio; 08-Leucogranito Faísca; 09-Granito Wolff; 10-Granito Caladão; 11-Charnockito Padre Paraíso; 12-Gnaiss Kinzigítico; 13-Leucogranito Carlos Chagas; 14-Granito Ataléia; 15-Aluvião; 16-Granito Nanuque; 17-Enderbitto Mangalô; 18-Granito Rio Mucuri.

5.1. Folha geológica Teófilo Otoni

Segundo Gomes (2012) e Ramos (2016) o município de Teófilo Otoni tem sua geologia com predominância pré-cambriana e suas principais formações geológicas pertencem ao Complexo Juiz de Fora, tendo parte desta compreendida na Faixa Ribeira e com idade do Arqueano.

O Complexo Juiz de Fora é composto por ortognaisses com paragêneses da fácies granulito, apresenta como litotipo característico gnaiss enderbítico, granulação média, verde escuro, com bandamento centímetro e intercalações máficas.

Segundo Ferraz (2006) o relevo é caracterizado por uma morfologia muito dissecada, suas feições superficiais são caracterizadas por morros, e no topo desses morros existe um lineamento. Esse tipo de relevo é indício de uma superfície de aplanamento, já que as altitudes são semelhantes. A superfície foi recortada por cursos d'água e erosão, deixando uma grande diferença entre os picos e vales.

De acordo com Tavares (2004) os regimes dos rios e as atividades exercidas pelo homem estão vinculados às situações atmosféricas, dependendo do clima e do regime de chuvas, entendidas como essenciais, e destes a intensidade dos episódios pluviais, e seus danos.

Do ponto de vista físico, os solos possuem uma alta porcentagem de fração argilosa, um verdadeiro agente cimentante, que confere ao solo um aumento de resistência ao cisalhamento conhecida como coesão verdadeira ou real, que é a força de atração entre as partículas da fração argilosa (Silva e Carvalho, 2007).

Na folha Teófilo Otoni encontram-se as formações pertencentes ao Neoproterozóico e estas são as seguintes:

- a) Formação Concórdia do Mucuri (Grupo Rio Doce): Biotita gnaiss cinza com bandamento de até poucos centímetros de espessura, ocasionalmente com cordierita, silimanita e granada, comumente com mobilizados quartzo-feldspáticos. Níveis de quartzito recristalizado e de calcissilicática ocorrem frequentemente como intercalações.
- b) Formação Tumiritinga (Grupo Rio Doce): Biotita gnaiss xistoso, cinza, ocasionalmente com cordierita, silimanita e granada, por vezes migmatizado, com calcissilicática e biotita xisto intercaladas. Mármore ocorre localmente.
- c) Tonalito São Vitor (Granito sin- a tardi-tectônicos): Biotita tonalito, Hornblenda-biotita tonalito e, subordinadamente, biotita franodiorito, de cor cinza granulação média a grossa, foliado e, ocasionalmente, com megacrístais de feldspato mostrando textura de fluxo magmático.
- d) Gnaiss Kinzigítico (Granito sin- a tardi-tectônicos): Biotita-cordierita-granada gnaiss cinza escuro, listrado.
- e) Leucogranito Carai (Granito sin- a tardi-tectônicos): Biotita granitos diversos, de gerações distintas, com predominância de

tipos brancos de granulação média a fina, foliados, e de tipos de cor cinza-clara a branca, de granulação média a grossa, isotrópicos, comumente com granada.

Os espaços urbanos da cidade de Teófilo Otoni estão em grande parte situados dentro da formação geológica denominada Tonalito São Vitor e em menor parte a Formação Tumiritinga.

O Tonalito São Vitor é predominante nos espaços urbanos e tem composição de biotita-tonalito, hornblenda-biotita-tonalito e biotita-granodiorito (CPRM, 1996).

A formação Tumiritinga possui em seu litotipo principal biotita gnaiss cinza, fina ou, ocasionalmente, média, com bandamento submilimétrico a poucos milímetros, por vezes difusa, definida por níveis mais quartzo-feldspáticos e níveis mais biotíticos, sendo que estes últimos, não raramente, conferem um aspecto xistoso à rocha.

5.2. Folha geológica Mucuri

Nesta Folha Mucuri encontram-se rochas referentes ao Neoproterozóico, e que são descritas a seguir, vejamos:

- 1) Tonalito São Vitor (Granito sin- a tardi-tectônicos): Biotita granito cinza-claro, médio com restólitos de gnaisses e xistos da formação Tumiritinga.
- 2) Granodiorito Topázio (Granito sin- a tardi-tectônicos): Biotita granodiorito conza- claro, grosso, porfirítico (feldspato até 2cm).
- 3) Leucogranito Faisca (Granito sin- a tardi-tectônicos): Cordierita-biotita-granada leucogranito (granodiorito e tonalito subordinados), médio e grosso, isotrópico a discretamente orientado, com restos de linzigo, associado a enderbito.
- 4) Granito Wolff (Granito sin- a tardi-tectônicos): Cordierita-biotita-granada leucogranito cinza claro (subordinadamente granodiorito e tonalito).
- 5) E ainda na Folha Mucuri temos Granito tardi- a pós-tectônicos do Eocambriano, da suíte Intrusiva Aimorés:
- 6) Granito Caladão: Hornblenda-biotita granito grosso, muito porfirítico, com feldspato de 2 a 7 cm.
- 7) Charnockito Padre Paraíso: Charnockito (hiperstênio granito) porfirítico (K-feldspato esverdeado de até 7 cm), com matriz hiperstênio-biotítica subordinada, de granulação grossa e coloração cinza-esverdeada.

5.3. Folha geológica Carlos Chagas

Identificamos na Folha Carlos Chagas a existência de granitos sin- a tardi-tectônicos do Neoproterozóico, com exceção da presença do Charnockito Padre Paraíso, além do

solo de aluvião, formação recente do Cenozóico Quaternário (areia com níveis de cascalho, silte e argila subordinados). (CPRM, 1996). Os granitos e gnaisses presentes nesta Folha são os seguintes:

- a) Granito Ataléia: Silimanita-granada-biotita granito (+granodiorito e tonalito) cinza, foliado, geralmente porfirítico, com enclaves de granada- biotita gnaiss bandado.
- b) Gnaiss Kinzigítico: Cordierita-sillimanita-granada-biotita gnaiss bandado, de granulação média, cinza escuro, com núcleos de rocha calcissilicática cinza-esverdeada.
- c) Granito Nanuque: Cordierita-silimanita-granada-biotita granito (eventualmente granodiorito e tonalito) cinza, porfirítico, foliado, com matriz de granulação grossa muitas vezes subordinada.
- d) Enderbitto Mangalô: Granada enderbitto e charnockito, cinza- esverdeados, isotrópicos a localmente foliados e porfiroblásticos.
- e) Leucogranito Carlos Chagas: Leucogranito cordierita-silimanita-granada-biotita, frequentemente foliado e localmente com restos de granada-biotita gnaiss bandado, restos de calcissilicática e gnaiss a hiperstênio.

Na região ocorrem rochas charnockíticas. Os charnockitos são rochas muitas vezes de granulação grosseira e com feldspatos escuros. O termo geológico charnockito é aplicado para hiperstênio granito.

5.4. Folha geológica Nanuque

Na folha Nanuque encontra-se o Charnockito Padre Paraíso com granulação média a grossa, enclaves de granito, granodiorito e biotita gnaiss

Os charnockitos ocorrem como corpos de dimensões variadas, desde decimétricas até quilométricas, podendo mostrar contatos desde intrusivos até transicionais, anatóxicos ou migmáticos, com as encaixantes geralmente granulíticas nos terrenos granulíticos a migmatíticos.

O Granito Rio Mucuri encontra-se na Folha Nanuque pertencente ao Neoproterozóico na foz do Rio Mucuri (zona de transição kinzigito-granito) (CPRM, 2000).

5.5. Solos no Vale do Mucuri

Os latossolos vermelhos, vermelho-amarelos, e amarelos predominam em toda a região, no entanto, ainda são encontrados em menor escala outros tipos, como os Argissolos, Cambissolos e Neossolos.

De acordo com Moraes (2008), nos latossolos predominam óxidos de ferro, de alumínio e caulinita, sendo predominante na fração argila dos latossolos.

Segundo Sousa e Lobato (2007) a fração argila do Latossolo é composta por caulinita, óxidos de ferro (goethita e hematita) e óxidos de alumínio (gibbsita).

Fernandes et al. (2013) e Bittencourt et al. (2013), identificaram na região do vale do Mucuri latossolos ricos

em Ferro e Alumínio, é possível afirmar que esta é uma das causas das concentrações elevadas deste metal em amostras de água analisadas por Corrêa (2016).

Do ponto de vista ambiental Nunes e Bueno (2009) apontaram que a cobertura florestal remanescente na porção mineira da bacia do rio Mucuri ocupava uma área de 20,66% (3.056,27 Km²), no ano de 2008 e de 25,33% (3.744,35 Km²) no ano de 1998. Na região de Nanuque, Serra dos Aimorés e Carlos Chagas são encontrados pouquíssimos fragmentos de mata.

Na região de Pavão, Novo Oriente de Minas e parte de Teófilo Otoni, os fragmentos florestais tornam-se mais numerosos e maiores. A região de Poté, Malacacheta e Ladainha é a porção de maior cobertura florestal da bacia.

O uso do solo é feito parcialmente por agricultura familiar devido à grande zona rural e tem o predomínio de cultivos como milho, feijão, frutas, mandioca, hortaliças, banana e cana-açúcar.

Em regime extensivo a pecuária mista se torna atividade principal na região do Vale do Mucuri (Garcia et al., 2017).

Serão apresentados a seguir, de acordo com Fernandes et al. (2013) os solos que dominam o Vale do Mucuri e são os seguintes:

- a) Latossolos: solos desenvolvidos, apresentam grande espessura do horizonte B, sendo profundos. Solos permeáveis, variam de fortemente a bem drenados. São fortemente ácidos. Susceptíveis a erosão laminar. Localizados nos topos alongados de morro e em vertentes côncavas(anfiteatros) e convexas.
- b) Argissolos: solos profundos com maior concentração de argila no horizonte B. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A. Localizados principalmente nas vertentes com concavidades côncavas mais abertas, o que potencializa a concentração de nutrientes e umidade, sendo comum a ocorrência de nascentes pontuais.
- c) Cambissolos: Solos pouco desenvolvidos, com horizonte B em formação. Apresentam alta a média fertilidade. Susceptíveis a inundações. Localizados em áreas planas de nível mais elevado em relação a planície fluvial.
- d) Neossolos Litólicos: São solos rasos, pouco evoluídos e sem horizonte B. Possuem limitação para percolação da água, ficando expostos aos efeitos das enxurradas. A infiltração de água ocorre nas fraturas das rochas, formando os aquíferos em meio fraturado. Localizado próximo aos afloramentos rochosos, principalmente granito e gnaiss.
- e) Neossolos Flúvicos: Solos formados por ciclos de inundação e deposição de sedimentos. Solos heterogêneos quanto à textura e às propriedades físicas e químicas,

apresentam alta fertilidade. Susceptíveis a inundações e encharcamentos. Localizados próximo as margens de cursos d'água.

Foram levantadas e identificadas dezoito formações geológicas no curso do Rio Mucuri dentro do Estado de Minas Gerais, que são apresentadas no mapa da figura (4).

A partir da nascente estas são as seguintes: Formação Serra Negra, Formação Concórdia do Mucuri, Leucogranito Carai, Formação Tumiritinga (Mármore), Formação Tumiritinga, Tonalito São Vitor, Granodiorito Topázio, Leucogranito Faisca, Granito Wolff, Granito Caladão, Charnockito Padre Paraíso, Gnaiss Kinzigítico, Leucogranito Carlos Chagas, Granito Ataléia, Solo de Aluvião, Granito Nanuque, Enderbitto Mangalô, Granito Rio Mucuri.

6. Conclusões

As formações geológicas que seguem o curso d'água do Rio Mucuri apresentam características de rochas do Neoproterozóico (granitos sin a tardi-tectônicos, da Suíte Intrusiva Galiléia, do Grupo Rio Doce), e do Eocambriano (granitos da Suíte Intrusiva Aimorés).

Todas as rochas no percurso do Rio Mucuri são pré-cambrianas com idades superiores a 500 milhões de anos.

Algumas rochas pertencem ao Complexo Juiz de Fora e concernem ao período do Arqueano, ou seja, com idade superior a 2 bilhões de anos, que ainda precisam ser mais pesquisadas, no entanto, a grande maioria das rochas da região apresentam idades compreendidas entre 585 e 630 Ma.

Os processos de metamorfismo e posterior intemperismo, associados à erosão, ao longo do tempo geológico, modelaram a paisagem da região, transformando o seu território em uma região muito acidentada, caracterizando o relevo do tipo dissecado, com grande presença de morros, e cumes convexos.

Constata-se áreas dissecadas por erosão fluvial e o quadro estrutural condiciona a drenagem como decorrência da dissecação do relevo, que apresenta como consequência, longos trechos retilíneos na maioria dos cursos d'água na região.

O relevo é do tipo dissecado, com grande presença de morros e muitos destes apresentam cumes convexos. As formas de topos convexos são geralmente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas.

As áreas de menor inclinação apresentam menor ação no transporte de sedimentos, e tendem a acumular

sedimentos finos em sua subsuperfície formando os solos de aluvião, que apresentam grande importância para a agricultura e criação de gado na região.

Os solos provenientes do intemperismo que dominam a região são o latossolo vermelho e o amarelo, no entanto o tipo Latossolo Vermelho-Amarelo é o mais abundante na região do município de Teófilo Otoni.

O solo de aluvião encontrado no curso do Rio Mucuri é um tipo de sedimento muito recente. Está situado dentro do período Quaternário, e do ponto de vista geológico, é diferente dos latossolos intemperizados nas próprias rochas.

Os solos de aluvião quaternários encontrados em poucos locais da Bacia são indicados para o cultivo de gramíneas adaptadas ao alagamento do rio.

Estes solos, em grande parte, foram transportados pela ação das águas meteóricas e fluviais, no entanto são pequenos depósitos que não atendem à necessidade da Engenharia, principalmente da construção civil, por apresentarem pouco volume.

Os solos da região altamente intemperizados são de baixa fertilidade natural.

Os solos de aluvião apresentam pouco volume e não atendem às demandas das obras de Engenharia. Neste sentido a região é dependente de sedimentos artificiais produzidos pelo britamento e peneiramento de rochas da região.

A maioria da brita e areia que vem sendo fornecida à população atualmente é proveniente do Tonalito São Vitor.

Na região da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri são observadas também intercalações de quartzito recristalizado.

A região apresenta algumas características naturais que são complicadores para as áreas de Engenharia, pois se as características geológicas e geomorfológicas não forem consideradas na execução do projeto e da obra, poderão resultar em deslizamentos e inundações.

As dezoito formações geológicas que foram levantadas no curso do Rio Mucuri dentro do Estado de Minas Gerais, são apresentadas no mapa da figura (4), sendo estas as seguintes: 01-Formação Serra Negra, 02-Formação Concórdia do Mucuri, 03-Leucogranito Carai, 04-Formação Tumiritinga (Mármore), 05-Formação Tumiritinga, 06-Tonalito São Vitor, 07-Granodiorito Topázio, 08-Leucogranito Faisca, 09-Granito Wolff, 10-Granito Caladão, 11-Charnockito Padre Paraíso, 12-Gnaiss Kinzigítico, 13-Leucogranito Carlos Chagas, 14-Granito Ataléia, 15-Solo de Aluvião, 16-Granito Nanuque, 17-Enderbitto Mangalô, 18-Granito Rio Mucuri.

Os municípios de Águas Formosas, Crisólita e Fronteira dos Vales apresentam grandes áreas de remanescentes florestais e a região de Malacacheta, Ladainha Poté, mantém ainda, a maior cobertura florestal da bacia hidrográfica do Mucuri.

A vegetação produzida próxima aos rios e lagos também é reflexo dos sedimentos transportados e neste sentido o conhecimento geológico é um instrumento importante nos projetos de Engenharia, não somente na construção civil, mas também no planejamento urbano, rural e ambiental.

A região do Vale do Mucuri é constituída por aquífero do tipo fissural e a APA do Alto Mucuri apresenta uma função primordial para a sociedade, como armazenadora temporal dos recursos hídricos, renovando um recurso natural essencial para a vida, pois trata-se da maior área de recarga hídrica do Vale do Mucuri e parte de seu entorno.

A degradação ambiental é a maior ameaça para a agricultura, causada principalmente por desmatamentos, queimadas e manejo inadequados do solo nas áreas rurais.

São necessárias, ainda, muitas pesquisas para aperfeiçoar o conhecimento da geologia e geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, para melhor uso das rochas, dos solos, da água e conservação do meio ambiente, na busca do progresso e desenvolvimento da região.

Referências

- Almeida, F.F.M. e Hasui, Y., 1984. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo: Edgard Blücher.
- Almeida, F.F.M., Hasui, Y. and Brito Neves, B.B., 1976. *The upper precambrian of South America*. Boletim IG-USP, 7, pp.45-80.
- Bassoi, L.J., 2005. Poluição das Águas. In: Philippi Jr., A. and Pelicioni, M.C.F. *Educação Ambiental e sustentabilidade*. Barueri: Manole, pp. 175-193.
- Baur, M.T., Gomes, J.L.S., Gomes, P.S. e Gomes, A.J.L., 2013. *Ações Antrópicas Acrescem Áreas de Risco Ambiental e Geológico nos Bairros Jardim São Paulo, Solidariedade e Funcionários em Teófilo Otoni*. In: X Congresso Nacional de Meio Ambiente. Poços de Caldas.
- Boscardin Borghetti, N.R., Borghetti, J.R. e Rosa Filho, E.F.O., 2004. *Aquífero Guarani*. [online] Disponível em: <<http://www.oaquiferoguarani.com.br>>. [Acesso 15 outubro 2010].
- Brasil, 1981. *Lei 6.902, de 27 de abril de 1981*. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências.
- Campos Neto, M.C. and Caby, R., 2000. *Terrane accretion and upward extrusion of high-pressure granulites in the Neoproterozoic nappes of southeast Brazil: Petrologic and structural constraints*. Tectonics, 19(4), pp.669-687. <https://doi.org/10.1029/1999TC900065>
- Christofoletti, A., 1999. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. 7ª ed. São Paulo: Edgard Blücher.
- CODEMIG – Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, 2012. *Projeto Leste: Folha Malacacheta-SE.23-X-D-VI*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte, CPRM.
- Corrêa, L.R.S., 2016. *Diagnóstico da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Mucuri*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Projeto Leste: Folha Carlos Chagas-SE.24-V-C-VI*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte: SEME/COMIG.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Projeto Leste: Folha Padre Paraíso-SE.24-V-C-II*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte: SEME/COMIG.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Projeto Leste: Folha Teófilo Otoni-SE.24-V-C-IV*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte: SEME/COMIG.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2000. *Projeto Leste: Folha Nanuque-SE.24-V-D-IV*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte: SEME/COMIG.
- Cunico, C. e Oka-Fiori, C., 2006. *Dinâmica Geomorfológica das Bacias Hidrográficas dos Rios Serra Negra e Tagaçaba - Litoral Paranaense*. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology. Goiânia.
- Euclides, H.P., Ferreira, P.A., Pinto, F.A. e Vigoderis, R.B., 2011. *Atlas digital das águas de Minas*. 3ª ed. Viçosa: UFV, DEA. [online] Disponível em: <http://www.atlasedasaguas.ufv.br/atlas_digital_das_aguas_de_minas_gerais.html>. [Acessado 13 fevereiro 2020].
- Fagundes, M., Pacheco, M.L.F., Silva, A.C., Baggio, H. e Lara, L.S., 2012. *Implicações Geológicas e Ecológicas para Assentamentos Humanos Pretéritos–Estudo de Caso no Complexo Arqueológico Campo das Flores, Área Arqueológica de Serra Negra, Vale do Araçuaí, Minas Gerais*. Revista Espinhaço, 1(1), pp. 41-58.
- Felippe, M.F., Bueno, J. e Costa, A., 2009. *Desmatamento na Bacia do Rio Mucuri (MG, Brasil) no período de 1989 a 2008: uso de imagens Cbers e Landsat na espacialização dos remanescentes florestais*. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal. INPE, pp. 2713-2720.
- Fernandes, M.R., Leal, J.T.C.P., Mello, M.S., Moreira, M.A.B. e Albanez, A.C.M.P., 2013. *Minas Gerais: caracterização de unidades de paisagem*. Belo Horizonte: EMATER-MG.
- Ferraz, C.M.L., 2006. *A evolução do relevo adjacente à margem continental passiva brasileira: das chapadas do Jequitinhonha à planície costeira do sul da Bahia*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Freire, C.C. e Omena, S. P. F., 2005. *Princípios de hidrologia ambiental*. [online] Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/conhecercer/bitstream/ana/240/1/Princ%c3%adpios_de_Hidrologia_Ambiental.pdf>. [Acessado 10 fevereiro 2020].
- Garcia, E.M.B., Pereira, J.M., Gomes, A.J.L., Lisboa, M.R.L., Moreira, G.F. e Souza, I.P., 2017. *Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Teófilo Otoni*. 1ª ed. Diamantina: UFVJM.
- Gil, A.C., 1994. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4 ed. São Paulo: Atlas.
- Gil, A.C., 2010. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5 ed. São Paulo: Atlas.
- Gomes, A.J.L., 2016. *Floresta é água: A importância da cobertura vegetal na produção de água na APA do Alto Mucuri*. Revista Literária da Academia de Letras de Teófilo Otoni, 14, pp.65-69.
- Gomes, A.J.L., 2017. *Porto de Santa Clara: O berço da ocupação do Vale do Mucuri*. Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Mucuri, 2, pp.39-42.
- Gomes, J.L.S., Colares, L.F. e Gomes, A.J.L., 2014. *Planejamento Ambiental com base na Geologia e sua aplicação no desenvolvimento urbano do Município de Teófilo Otoni*. In: XI Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas.
- Gomes, J.L.S., Colares, L.F. e Gomes, A.J.L., 2015. *Identificação das Formações Geológicas no Planejamento Ambiental da Bacia do Rio Mucuri*. In: XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G. and Smith, A.G., 2004. *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge University Press.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. *Censo demográfico de 2010*. [online] Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. [Acessado 22 março 2011].

- Jimenez, J.A., 1994. *Los manglares del Pacífico de Centroamérica*. Heredia: Fundación Universidad Nacional.
- Moraes, A.R., Campagna, A.F. e Santos, S.A.M., 2008. *Recursos Naturais – Solos*. [online] Disponível em <<http://educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.html>> . [Acessado 15 novembro 2016].
- Oliveira, L.B., Fontes, M.P.F., Ribeiro, M.R. e Ker, J.C., 2009. *Morfologia e classificação de luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33(5), pp.1333-1345. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500026>
- ONU – Organizações das Nações Unidas, 1992. *Declaração Universal dos Direitos da Água, de 22 de março 1992*. [online] Disponível em <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>>. [Acessado 9 maio 2017].
- Pereira, J.M., 2016. *Políticas públicas florestal e de proteção à biodiversidade em prol da APA do Alto do Mucuri*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
- Pompeu, P.S. e Martinez, C.B., 2006. *Variações temporais na passagem de peixes no elevador da Usina Hidrelétrica de Santa Clara, Rio Mucuri, leste brasileiro*. Rev Bras Zool., 23(2), pp.340-349. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000200005>.
- Ramos, J.O. e Gomes, A.J.L., 2016. *Estratégias para Prevenção de Riscos Ambientais e Geológicos nos Espaços Urbanos da Cidade de Teófilo Otoni*. Revista Vozes dos Vales, V(9), pp.1-17.
- Rocha, A.C., 2008. *Estudos ecofisiológicos em arbóreas do manguezal do Rio Mucuri – BA*, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.
- Rodrigues, J.M.M. e Silva, E.V., 2013. *Planejamento e Gestão Ambiental: Subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica*. Fortaleza: Edições UFC.
- Silva, A.M. e Schulz, H.E., 2002. *Redução do desprendimento das partículas do solo mediante uso de resíduos vegetais de origem urbana*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 6(3), pp.531-534. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662002000300026>.
- Sousa, D.M.G. e Lobato, E., 2007. *Latossolos - Embrapa 2005-2007*. [online] Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html>. [Acessado 13 julho 2016].
- Tavares, A.C., 2004. *Mudanças Climáticas*. In: Vitte, A.C., Guerra, A.J.T. Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Teixeira, C., 2005. *O desenvolvimento sustentável em unidade de conservação: a naturalização do social*. Revista Brasileira de Ciências Sociais, 20(59), pp.51-66. <https://doi.org/10.1590/S0102-6909200500030004>.