



Análises físico-químicas do Rio Doce e afluentes

Análises realizadas *in situ*

GIAIA – 2ª Expedição à Bacia do Rio Doce (30/03 a 08/04/16)

Equipe de campo – 2ª Expedição GIAIA

Dr. André Cordeiro Alves dos Santos

Dr^a Flávia Bottino

MSc. Vinícius Rodrigues

Grad. Natália Guimarães

Equipe responsável pelo reório

Dr. André Cordeiro Alves dos Santos

Dr^a. Eliane Pintor de Arruda

Dr^a. Flávia Bottino

Maio/2016

Todas as medições foram realizadas nos diferentes pontos de amostragem com uma sonda multiparâmetros (Horiba; Modelo U-52), conforme tabela anexa (Tabela 20). Foram realizadas 3 medições de cada variável físico-química para maior representatividade dos resultados. Os dados das 3 medidas são apresentados juntamente com média e desvio padrão para todos os pontos amostrados nas tabelas a seguir (Tabelas 1 a 19).

Os pontos de amostragem receberam diferentes nomeações: a designação M refere-se aos pontos de amostragem à montante do despejo do rejeito de minério de ferro, ou seja, antes da entrada da lama. Apenas um ponto foi amostrado devido à dificuldade de acesso. Os pontos denominados por J estão localizados à jusante, ou seja, depois da entrada da lama.

Os afluentes do Rio Doce foram amostrados apenas na segunda expedição com o intuito de fornecer informações sobre a água que entra no Rio Doce, bem como caracterizá-los como possíveis controles de qualidade da água no que diz respeito a todas as análises realizadas pela equipe GIAIA. Dessa forma, eles são designados pela letra C (controles). A Figura 1 indica a localização dos pontos de amostragem da segunda expedição a campo.

Este reório fornece uma visão geral do ecossistema, tanto para a população afetada pelo rompimento da barragem em Mariana/MG, como subsidiar outras análises e interpretação de resultados. Além disso, permitirá comparar as condições físicas e químicas do Rio Doce ao longo do tempo. Através de uma simples explanação dos resultados obtidos, visamos integrar a sociedade e os pesquisadores em um modelo de ciência para todos.

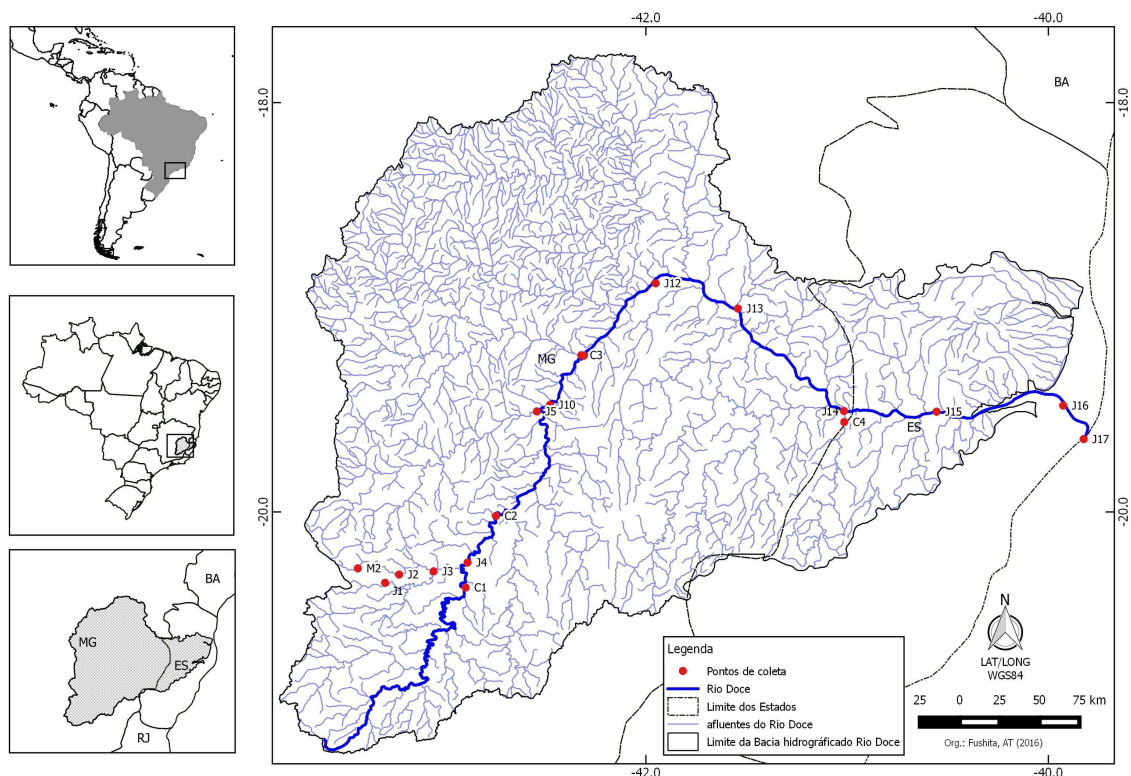


Figura 1: Pontos de amostragem ao o do Rio Doce (setas vermelhas) e em alguns afluentes (setas em azul). M2 – Rio Gualaxo do Norte à montante do despejo; J1 – Rio do Carmo à jusante do despejo e não impactado pelo rejeito; J2 – Rio Gualaxo do Norte à jusante do despejo; J3 – Rio do Carmo à jusante do despejo; J4 à J17 – Rio Doce (da cidade de Rio Doce até a foz em Regência); C1 – Rio Piranga; C2 – Rio Piracicaba; C3 – Rio Santo Antônio; C4 – Rio Guandu. Mapa: A. Terumi Fushita – Universidade Federal de São Carlos – Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (LAPA).

A temperatura da água é essencial para a manutenção do equilíbrio de um ecossistema aquático, permitindo que reações químicas ocorram normalmente e a vida se desenvolva. Essa variável manteve-se elevada no Rio Doce, fato comum em períodos mais quentes do ano. As temperaturas mais elevadas foram registradas entre os municípios de Galiléia (MG) e Baixo Guandu (ES) (Tabelas 10 e 11, respectivamente), porém as maiores oscilações ocorreram nos pontos M2 (Rio Gualaxo do Norte antes do despejo; Tabela 1) e no Rio do Carmo em Monsenhor Horta (ponto J1 – Tabela 2). A sazonalidade, ou seja, a estação do ano pode estar relacionada com esses resultados, atrelado a isso a baixa profundidade dos rios devido à escassez de chuvas na região e a falta de mata ciliar no entorno dos rios e riachos pode aumentar a temperatura da água.

Temperaturas elevadas diminuem a solubilidade de oxigênio dissolvido na água. Esse gás é de extrema importância, pois permite que compostos orgânicos sejam disponibilizados como fonte de energia para organismos aquáticos através de reações de oxidação. Além disso, muitos organismos, como peixes, dependem do oxigênio para sua sobrevivência. As principais entradas de oxigênio para um corpo de água são: fotossíntese de algas e difusão pela atmosfera, principalmente através da

turbulência. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água e sua classificação em função de diversas variáveis, a concentração de oxigênio dissolvido na água do Rio Doce está acima do permitido para rios de classe II, ou seja, a concentração está aceitável para o desenvolvimento da vida aquática no Rio Doce. Considerando-se as duas expedições GIAIA, as oscilações da concentração de oxigênio dissolvido na água não foram significativas do ponto de vista de enquadramento dos corpos hídricos. Em alguns pontos de amostragem ocorreu aumento da concentração de oxigênio, o que provavelmente, está relacionado com a turbulência do rio ou até mesmo maior penetração de luz, favorecendo a fotossíntese.

Comparando-se os resultados de ambas as expedições, a turbidez, causada pela grande quantidade de partículas em suspensão na água, decresceu nos pontos de amostragem à jusante do despejo. Isto é, a quantidade de partículas na água diminuiu nos locais afetados pela onda de rejeito, permitindo maior penetração da luz e, provavelmente, favorecendo processos como fotossíntese, devido ao crescimento de algas, por exemplo. As medidas de sólidos suspensos totais refletiram o decréscimo da turbidez na maioria dos pontos de amostragem no Rio Doce. A falta de chuvas na região também favoreceu esses resultados.

Os sólidos suspensos totais são compostos pelas frações particuladas (mais pesadas e que sedimenta no fundo do leito do rio mais rapidamente) e dissolvida (mais leves e que permanecem em suspensão na água). Nessa fase, decorridos mais de 6 meses do incidente, provavelmente a fração dissolvida predomina na água. Além disso, a ausência de chuvas na região diminuiu a entrada de material depositado nas margens. Em alguns casos, não houve diminuição da concentração de sólidos ou, até mesmo, aumentou, como no caso da foz do rio, em Regência (ES) (Tabela 15).

É importante considerar que tanto a turbidez como os sólidos suspensos totais são derivados de processos que ocorrem, principalmente, na bacia de drenagem do rio (exemplo: erosão de solo e carreamento de partículas para dentro do rio) ou então despejo de efluentes por indústrias ou esgotos. Dessa forma, o incremento de partículas na água pode estar relacionado a processos que ocorrem na bacia como um todo, inclusive nos afluentes que deságuam no Rio Doce. Por tratar-se de uma região de foz, é comum que a turbidez e concentração de sólidos sejam mais elevadas.

As condições de decréscimo de partículas em suspensão, bem como a diminuição da entrada de material proveniente da bacia de drenagem devido à escassez de chuvas pode ter contribuído para o decréscimo das medidas de condutividade elétrica, exceto em Regência. Entretanto, por se tratar da foz do rio, com influência da maré, a disponibilidade de íons é maior, aumentando a condutividade elétrica.

Os valores de pH registrados ao longo do Rio Doce estão dentro dos padrões estimados na literatura para rios tropicais, os quais variam entre levemente ácidos a neutros. Nesse caso, a variação dessa variável registrada entre as duas expedições está de acordo com o esperado. O pH é uma medida

de grande relevância pois altera as condições de sobrevivência de diversos organismos e altera a mobilidade e toxicidade de determinados elementos químicos, como por exemplo, os metais. O potencial redox é uma medida intimamente relacionada com o pH que indica, a grosso modo, a oferta ou a deficiência de elétrons, estabelecendo predominância de determinados elementos químicos. No caso do Rio Doce, o ferro, proveniente do rejeito, poderia ter sua mobilidade modificada, aumentando a toxicidade, caso as condições de pH e de potencial redox se alterassem.

Tabela 1: Localização do ponto de amostragem no Rio Gualaxo do Norte (M2) antes da entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Rio Gualaxo do Norte à montante do despejo (M2) - data da amostragem 30/03/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-20,276388837		-43,431151578		
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	23,76	23,74	23,75	23,75	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	7,94	7,99	7,92	7,95	0,04
Oxigênio Dissolvido (%)	96	96	95,6	95,87	0,23
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,076	0,074	0,074	0,07	0,001
pH	5,52	6,25	6,34	6,04	0,45
Potencial Redox (mV)	329	329	337	331,67	4,62
Turbidez (NTU)	25,2	25,3	26,9	25,80	0,95
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,049	0,048	0,048	0,05	0,001

Tabela 2: Localização do ponto de amostragem no Rio do Carmo (J1) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro*, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

CMH - Rio do Carmo em Monsenhor Horta (J1) - data da amostragem 30/03/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-20,346916667		-43,296027778		
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	27,08	26,58	26,58	26,75	0,29
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	7,22	8,06	8,03	7,77	0,48
Oxigênio Dissolvido (%)	91,9	100	100	97,30	4,68
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,194	0,144	0,144	0,16	0,029
pH	5,17	6,01	6,07	5,75	0,50
Potencial Redox (mV)	302	316	321	313,00	9,85
Turbidez (NTU)	42,6	31,9	32,5	35,67	6,01
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,127	0,094	0,094	0,11	0,019

*Este ponto de amostragem está em local onde a lama não alcançou, mas por estar abaixo da barragem foi designado por J.

Tabela 3: Localização do ponto de amostragem no Rio Gualaxo do Norte (J2) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Paracatu de Baixo - Rio Gualaxo do Norte (J2) - data da amostragem 31/03/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-20,306446685		-43,226204463		
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	24,55	24,58	24,58	24,57	0,02
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	9,04	9,47	9,46	9,32	0,25
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,057	0,056	0,053	0,06	0,002
pH	5,8	6,97	7,29	6,69	0,78
Potencial Redox (mV)	300	282	278	286,67	11,72
Turbidez (NTU)	490	493	509	497,33	10,21
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,037	0,037	0,034	0,04	0,002

Tabela 4: Localização do ponto de amostragem no Rio do Carmo (J3) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Barra a - Rio do Carmo (J3) - 31/03/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-20,290860320		-43,054475473		
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	27,53	27,53	27,42	27,49	0,06
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	9,21	9,74	9,53	9,49	0,27
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,047	0,038	0,044	0,04	0,005
pH	5,45	5,92	6,03	5,80	0,31
Potencial Redox (mV)	345	336	339	340,00	4,58
Turbidez (NTU)	141	168	148	152,33	14,01
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,031	0,023	0,029	0,03	0,004

Tabela 5: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce (J4) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Cidade de Rio Doce - Rio Doce (J4) - data da amostragem 01/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-20,247805556		-42,886000000		
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	26,75	26,73	26,73	26,74	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	9,28	9,17	9	9,15	0,14
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,043	0,043	0,043	0,04	0
pH	5,68	6,23	6,52	6,14	0,43
Potencial Redox (mV)	367	334	319	340,00	24,56
Turbidez (NTU)	264	277	267	269,33	6,81
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,028	0,028	0,028	0,028	0

Tabela 6: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce (J5) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

BR 262 - entre as cidades de Rio Doce e Ipatinga (J5) - data da amostragem 01/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-20,019819000	-42,744726000			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	29,55	29,42	29,41	29,46	0,08
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	8,07	7,88	8,05	8,00	0,10
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,04	0,04	0,04	0,04	0
pH	5,79	6,25	6,37	6,14	0,31
Potencial Redox (mV)	318	308	304	310,00	7,21
Turbidez (NTU)	290	294	294	292,67	2,31
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,026	0,026	0,026	0,026	0

Tabela 7: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce em Ipatinga (J10) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Ipatinga - Rio Doce (J10) - data da amostragem 02/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-19,476861111	-42,475972222			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	28,9	28,92	28,93	28,92	0,02
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	8,01	7,82	7,89	7,91	0,10
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,056	0,056	0,056	0,06	0
pH	5,64	6,15	6,26	6,02	0,33
Potencial Redox (mV)	298	276	273	282,33	13,65
Turbidez (NTU)	252	255	261	256,00	4,58
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,037	0,037	0,037	0,04	0

Tabela 8: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce em Naque (J11) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Naque - Rio Doce (J11) - data da amostragem 02/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-19,236833333	-42,308083333			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	30,8	30,81	30,8	30,80	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	7,93	8,34	8,3	8,19	0,23
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,048	0,048	0,048	0,05	0
pH	5,51	5,92	6,01	5,81	0,27
Potencial Redox (mV)	334	311	305	316,67	15,31
Turbidez (NTU)	140	137	133	136,67	3,51
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,031	0,031	0,031	0,03	0

Tabela 9: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce em Governador Valadares (J12) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Governador Valadares - Rio Doce (J12) - data de amostragem 03/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-18,883133424	-41,950998621			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	29,51	29,59	29,61	29,57	0,05
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	7,64	7,57	7,75	7,65	0,09
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,064	0,063	0,063	0,06	0,001
pH	5,55	6,06	6,28	5,96	0,37
Potencial Redox (mV)	307	291	287	295,00	10,58
Turbidez (NTU)	175	177	177	176,33	1,15
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,041	0,041	0,041	0,04	0

Tabela 10: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce em Galiléia (J13) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Galiléia - Rio Doce (J13) - data de amostragem 03/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-19,006500000	-41,542527778			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	31,19	31,13	31,07	31,13	0,06
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	7,85	7,94	8	7,93	0,08
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,061	0,061	0,061	0,06	0
pH	6,8	6,83	6,84	6,82	0,02
Potencial Redox (mV)	251	250	249	250,00	1,00
Turbidez (NTU)	173	173	174	173,33	0,58
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,04	0,04	0,04	0,04	0

Tabela 11: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce em Baixo Guandu (J14) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Baixo Guandu - Rio Doce (J14) - data de amostragem 03/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-19,507149641	-41,015188235			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	31,53	31,32	31,3	31,38	0,13
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	9,29	9,33	9,3	9,31	0,02
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,069	0,068	0,068	0,07	0,001
pH	6,55	6,54	6,49	6,53	0,03
Potencial Redox (mV)	221	239	245	235,00	12,49
Turbidez (NTU)	63,8	63,9	63,5	63,73	0,21
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,045	0,044	0,044	0,04	0,001

Tabela 12: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce em Itapina (Ponto Extra) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Itapina - Rio Doce (Ponto Extra) - data da amostragem 04/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-19,5268678	-40,8167027			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	30,47	30,45	30,43	30,45	0,02
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	8,4	8,4	8,52	8,44	0,07
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100,00	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,066	0,076	0,065	0,07	0,006
pH	6,8	6,63	6,64	6,69	0,10
Potencial Redox (mV)	219	226	224	223,00	3,61
Turbidez (NTU)	51,1	55,3	54,4	53,60	2,21
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,043	0,043	0,042	0,04	0,001

Tabela 13: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce em Coína (J15) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Coína - Rio Doce (J15) - data da amostragem 05/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-19,510638889	-40,554916667			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	29,08	29,15	29,17	29,13	0,05
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	8,14	8,22	8,4	8,25	0,13
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100,00	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,077	0,077	0,077	0,08	0
pH	6,94	6,81	6,79	6,85	0,08
Potencial Redox (mV)	222	225	227	224,67	2,52
Turbidez (NTU)	70,7	73,2	57	66,97	8,72
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,044	0,044	0,044	0,04	0,000

Tabela 14: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce em Linhares (J16) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Linhares - Rio Doce (J16) - data da amostragem 06/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-19,480750000	-39,925611111			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	31,09	31,1	31,11	31,10	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	8,38	8,62	8,68	8,56	0,16
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100,00	0,00
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,069	0,068	0,068	0,07	0,001
pH	7,26	7,14	7,13	7,18	0,07
Potencial Redox (mV)	193	203	205	200,33	6,43
Turbidez (NTU)	79	77,2	79,8	78,67	1,33
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,065	0,063	0,062	0,06	0,002

Tabela 15: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce em Regência (J17) após entrada do despejo do rejeito de minério de ferro, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Regência - Foz do Rio Doce (J17) - data da amostragem 06/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-19,644584993	-39,824053610			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	27,74	27,7	28	27,81	0,16
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	7,62	7,61	7,76	7,66	0,08
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100,00	0,00
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	27,8	26,5	21,1	25,13	3,553
pH	7,91	7,98	7,83	7,91	0,08
Potencial Redox (mV)	154	129	131	138,00	13,89
Turbidez (NTU)	26,2	32	50,8	36,33	12,85975635
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	17,2	16,4	16,98	16,86	0,413

Nas tabelas 16 a 19 são apresentados os resultados das medições realizadas nos principais afluentes do Rio Doce. Esses rios foram amostrados apenas na segunda expedição, portanto não é possível fazer análise comparativa com dados da primeira expedição.

Os ecossistemas fluviais são altamente dinâmicos e refletem a geologia da bacia de drenagem e os tipos de uso e ocupação do solo. De forma geral, todos os afluentes atendem aos padrões preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos de água classe II, no que diz respeito às análises aqui apresentadas. Todos os afluentes do Rio Doce têm pH ligeiramente ácido, elevada concentração de oxigênio dissolvido e turbidez condizente com o esperado para ecossistemas fluviais tropicais.

Tabela 16: Localização do ponto de amostragem no Rio Piranga, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Rio Piranga (C1) - data da amostragem 01/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-20,37005555	-42,89536111			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	26,47	26,66	26,66	26,60	0,11
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	8,48	8,41	8,39	8,43	0,05
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0,00
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,043	0,04	0,039	0,04	0,002
pH	5,17	5,81	6,05	5,68	0,45
Potencial Redox (mV)	390	369	363	374,00	14,18
Turbidez (NTU)	45,3	44,7	49,2	46,40	2,44
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,028	0,026	0,026	0,027	0,001

Tabela 17: Localização do ponto de amostragem no Rio Piracicaba, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Rio Piracicaba (C2) - data da amostragem 02/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-20,019819	-42,744726			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	28,55	28,58	28,59	28,57	0,02
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	6,72	6,84	6,9	6,82	0,09
Oxigênio Dissolvido (%)	87,5	89	89,8	88,77	1,17
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,056	0,056	0,056	0,056	0
pH	5,55	5,82	5,89	5,75	0,18
Potencial Redox (mV)	314	300	286	300,00	14,00
Turbidez (NTU)	21,2	20,5	23	21,57	1,29
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,036	0,036	0,037	0,036	0,001

Tabela 18: Localização do ponto de amostragem no Rio Santo Antônio, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Rio Santo Antônio (C3) - data da amostragem 02/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-19,234347	-42,320763			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	31,43	31,25	30,98	31,22	0,23
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	7	8,78	7,5	7,76	0,92
Oxigênio Dissolvido (%)	97,98	100	100	99,33	1,17
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,023	0,016	0,023	0,021	0,004
pH	5,93	6,02	5,99	5,98	0,05
Potencial Redox (mV)	327	310	296	311,00	15,52
Turbidez (NTU)	32,31	36,6	33,7	34,20	2,19
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,015	0,01	0,015	0,013	0,003

Tabela 19: Localização do ponto de amostragem no Rio Guandu, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

Rio Guandu (C4) - data da amostragem 04/04/2016					
Coordenada Geográfica (UTM)	-19,56125	-41,0138055556			
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	33,56	33,59	33,59	33,58	0,02
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹)	8,43	8,49	8,4	8,44	0,05
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100	0
Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹)	0,091	0,091	0,091	0,091	0
pH	7,29	7,12	7,09	7,17	0,11
Potencial Redox (mV)	188	198	202	196,00	7,21
Turbidez (NTU)	95,7	96,9	97,8	96,80	1,05
Sólidos Suspensos Totais (gl ⁻¹)	0,059	0,059	0,059	0,059	0

Conclusões

O principal impacto físico no Rio Doce ainda está relacionado à turbidez, embora tenha sido constatado decréscimo nos valores dessa variável, bem como da concentração de sólidos suspensos totais. Apesar disso, a penetração de luz na coluna de água é extremamente limitada, com leituras insignificantes e, portanto, não apresentadas neste relatório. Esses resultados têm relação direta com a produtividade primária do ecossistema, a qual, provavelmente, está comprometida. As partículas em suspensão não impedem o abastecimento público de água, porém o torna mais oneroso devido à utilização de compostos químicos, como flocculantes. Apesar do despejo de esgoto doméstico em diversos locais ao longo do Rio Doce, a concentração de oxigênio manteve-se elevada, ultrapassando o limite mínimo estabelecido pela legislação para rios de classe II (5 mg.l^{-1}). A turbulência do rio pode estar relacionada com esse fato. Os resultados aqui apresentados permitirão inferir sobre a disponibilidade de metais e toxicidade.

Tabela 20: Informações sobre a sonda multiparâmetros (Horiba U-52): variáveis mensuradas, métodos de medida, limites de detecção, resolução e precisão das medidas.

Informações sobre a sonda Multiparâmetro Horiba Modelo U-52	Método de medida	Faixa	Resolução	Precisão
pH	Glass electrode method	pH 0 a 14	0.01 pH	± 0.1
Oxigênio Dissolvido	Polarographic method	0 mg L-1 a 50.0 mg L-1	0.01mg L-1	0 a 20mg L-1: ± 0.2mg L-1; 20 a 50mg L-1: ± 0.5mg L-1
Condutividade Elétrica	Four-AC-electrode method	0 mS cm-1 a 100 mS cm-1	000 a 0.999 mS cm-1: 0.001; 1.00 a 9.99 mS cm-1: 0.01; 10 a 99.9mS cm-1: 0.1	1% da escala completa
Salinidade	Electrical Conductivity conversion	0 ppt a 70ppt	0.1 ppt	±3 ppt
Sólidos Suspensos Totais (TDS)	Electrical Conductivity conversion	0 a 100gL-1	0.1% da escala completa	±5 gL-1
Temperatura	Pinum temperature sensor	10°C negativos a 55 °C positivos	0.01°C	sem informação
Turbidez	LED forward 30° transmission/scattering method	0 NTU a 800 NTU	0.1NTU	±1 NTU
Potencia Redox	Pinum electrode method	2000mV negativos a 2000mV positivos	1mV	±15mV