



## **Análises físico-químicas do Rio Doce e afluentes**

### **Análises realizadas *in situ***

**GIAIA – 3ª Expedição à Bacia do Rio Doce (29/10 a 05/11/16)**

#### Equipe de campo – 3ª Expedição GIAIA

Dr. André Cordeiro Alves dos Santos

Dr<sup>a</sup>. Eliane Pintor de Arruda

Dr<sup>a</sup> Flávia Bottino

Dr<sup>a</sup> Luciana Menezes

#### Equipe responsável pelo relatório

Dr. André Cordeiro Alves dos Santos

Dr<sup>a</sup>. Eliane Pintor de Arruda

Dr<sup>a</sup>. Flávia Bottino

Dezembro/2016

## **Apresentação**

Todas as medições foram realizadas com uma sonda multiparâmetros (Horiba, Modelo U-52), conforme tabela anexa (Tabela 21). 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 20).

Os pontos de amostragem receberam diferentes códigos: 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 (M2). Os pontos denominados por J estão localizados à jusante, ou seja, depois da entrada da lama. Deve-se salientar que o ponto J1 (Rio do Carmo em Monsenhor Horta – MG) recebe essa denominação por estar à jusante do derramamento de rejeito, porém esse local não foi atingido pela onda de lama.

Os afluentes do Rio Doce foram amostrados apenas a partir na segunda expedição (março/abril de 2016) 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. Nesta terceira expedição, o rio Manhuaçu, em Minas Gerais, também foi amostrado e passará a constituir o mapa de estações de amostragens do GIAIA.

Este relatório fornece uma visão geral do ecossistema no período de amostragem e irá subsidiar outras análises e interpretação de resultados de outros tipos de amostras. Além disso, permitirá comparar as condições físicas e químicas do Rio Doce ao longo do tempo, permitindo que seja formado um banco de dados sobre o rio Doce e seus principais afluentes com o intuito de auxiliar as ações de manejo atuais e futuras. Os dados apresentados neste relatório e sua explicação procura usar uma linguagem mais acessível a todos, visando integrar a sociedade e os pesquisadores em um modelo de ciência para todos e socialmente responsável.

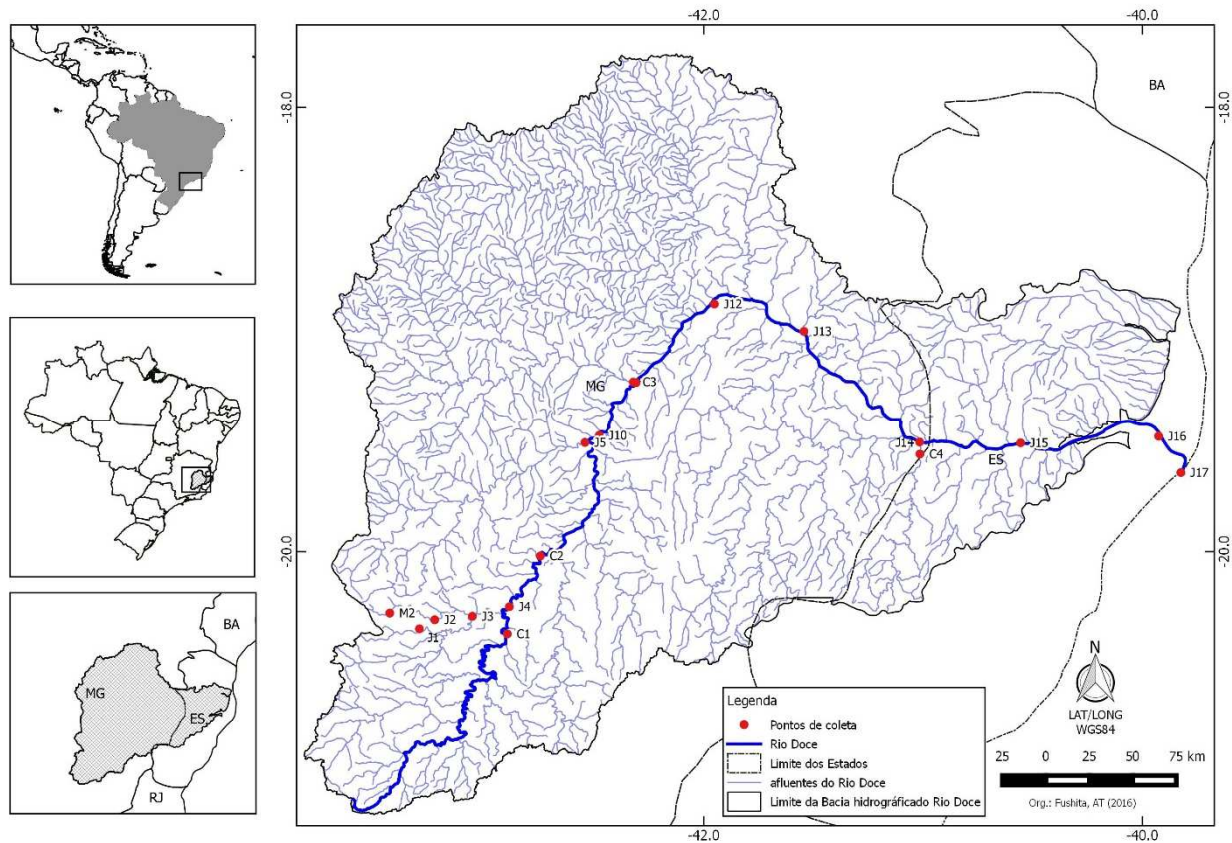


Figura 1: Pontos de amostragem ao o do Rio Doce (setas vermelhas) e em alguns afluentes (setas em azul). M2 – Rio Gualaxo do Norte à montante do despejo; J1 – Rio do Carmo à jusante do despejo e não impactado pelo rejeito; J2 – Rio Gualaxo do Norte à jusante do despejo; J3 – Rio do Carmo à jusante do 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 variou entre 22,45°C no ponto J2 (Rio Gualaxo do Norte em Paracatu de Baixo; Tabela 3) a 27,9°C no ponto J5 (Rio Doce na BR 262 entre Rio Doce e Ipatinga; Tabela 6). Essa variável depende, dentre outros fatores, da condição climática no momento da amostragem, da quantidade de partículas em suspensão que refletem ou absorvem o calor e atividades antropogênicas que alteram as características dos ecossistemas aquáticos. No ponto de amostragem J5, a intensa extração de areia, aliada ao período da análise (meio da tarde) podem ter favorecido o incremento da temperatura neste local. Os pontos mais altos da bacia, que engloba o rio Gualaxo do Norte, possuem temperaturas mais amenas devido à própria conformação física do rio (maior altitude, com corredeiras e quedas de água). No geral, a temperatura da água nos pontos amostrados permaneceu dentro do padrão esperado para rios tropicais.

A temperatura da água, além de estar relacionada com a ocorrência e velocidade de diversas reações químicas, interferem na disponibilidade de oxigênio dissolvido. A presença deste gás na água é importante para manutenção da vida, permitindo que compostos orgânicos sejam oxidados e sirvam como fonte de energia para os organismos aquáticos, bem como propiciam a ocorrência de inúmeras reações essenciais para o metabolismo aquático. As principais entradas de oxigênio para um corpo de água são: fotossíntese de algas e difusão pela atmosfera, principalmente através da turbulência e sua disponibilidade é regulamentada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A resolução 357/2005 do CONAMA que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água e sua classificação, indica que para rios de classe II, a concentração máxima exigida para manutenção da vida aquática é 5 mg.L<sup>-1</sup>. Em todos os pontos amostrados no Rio Doce, a concentração de oxigênio dissolvido na água estava acima deste limite mínimo. Nos pontos J12 e J15 (Tabelas 9 e 15, respectivamente) foram observadas as menores concentrações (6,82 e 6,3 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente). Comparando-se os valores dessa variável com as outras amostragens (novembro de 2015 e abril de 2016), houve pequena alteração temporal.

A condutividade elétrica indica a presença de íons na água, os quais podem ser importantes fontes minerais nos ecossistemas, refletindo, principalmente, a geologia da região. Nesse caso, solos compostos em sua maioria por granitos ou arenitos possuem valores de condutividade elétrica extremamente baixos, pois não possuem sais em suas composições. Os íons na água de rios podem ocorrer tanto naturalmente pela dissolução de rochas e decomposição da matéria orgânica derivada de vegetação, por exemplo, ou podem ser advindos de atividades antrópicas, como esgotos domésticos, efluentes industriais, lavagem do solo com fertilizantes, entre outros. No caso do Rio Doce, os valores de condutividade elétrica oscilaram entre 0,09 a 0,94 mS.cm<sup>-1</sup>. Esses valores podem estar relacionados ao despejo de esgotos ao longo do rio. Por exemplo, no Rio do Carmo, em Monsenhor Horta, registrou-se condutividade de 0,5 mS.cm<sup>-1</sup>, valor elevado e que provavelmente está relacionado com contaminação por atividades antrópicas. Na área de foz, a elevada condutividade

elétrica é mais comum, pois a dissolução de sais é maior, por influência do oceano. Comparativamente à expedição de abril de 2016, a condutividade elétrica aumentou, aproximadamente, 2 vezes, o que pode ser explicado pelo aumento das chuvas neste último período amostrado (outubro e novembro/2016).

A quantidade de íons dissolvidos na água que define a condutividade elétrica também influencia os valores de pH, os quais variaram, de modo geral, entre 6 e 7. Os menores valores foram registrados em Linhares (J16; Tabela 14) e os maiores em Galiléia (J13; Tabela 10). 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. Os valores dessa variável, de ligeiramente ácido para neutro, estão dentro dos padrões descritos na literatura para rios tropicais. A comparação com a amostragem de abril/2016 não revelou alterações relevantes de pH.

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. Os valores dessa variável indicam um ambiente oxidante, o que é comprovado pelos elevados valores de oxigênio dissolvido na água. Em comparação com as medidas tomadas em abril/2016, a variação dos valores de potencial redox, mantiveram-se semelhantes.

Grande parte dos valores de turbidez foram comprometidos por um problema no eletrodo do equipamento no momento da amostragem. Entretanto, as medidas das concentrações de sólidos em suspensão na água refletem, de maneira satisfatória, os processos que ocorrem na bacia e que alteram a coloração da água e a entrada de luz, por exemplo. Os sólidos suspensos totais são compostos pelas frações particuladas (mais pesadas e que sedimentam no fundo do leito do rio mais rapidamente) e dissolvida (mais leves e que permanecem em suspensão na água). De modo geral, as concentrações de sólidos aumentaram uma ordem de magnitude no Rio Doce, reflexo, provavelmente do aumento das chuvas. Entretanto, não se pode descartar a importância das atividades antrópicas, pois a maior concentração de sólidos foi registrada no ponto de amostragem J1, que não foi atingido pelo rejeito de minério de ferro oriundo do rompimento da barragem. Provavelmente, efluentes domésticos, a falta de mata ciliar que atuam como um filtro para os rios, o depósito irregular de lixo nas margens, dentro outros, podem ter contribuído para o aumento das concentrações.

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.

<b>Rio Gualaxo Montante do despejo (M2) - data da amostragem 30/03/2016</b>					
Coordenada Geográfica	20°16'33,5"	Lat	43°25'52,1"	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	25,71	25,7	25,69	25,70	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,72	7,78	7,8	7,77	0,04
Oxigênio Dissolvido (%)	96,3	96,9	97,2	96,80	0,46
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,174	0,174	0,171	0,17	0,002
pH	6,31	6,43	6,47	6,40	0,08
Potencial Redox (mV)	299	302	304	301,67	2,52
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,113	0,113	0,113	0,11	0,000

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.

<b>CMH - Rio do Carmo em Monsenhor Horta (J1) - data da amostragem 03/11/2016</b>					
Coordenada Geográfica	20°20'48,6"	Lat	43°17'45,9"	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	23,49	23,48	23,51	23,49	0,02
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	8,18	8,25	8,22	8,22	0,04
Oxigênio Dissolvido (%)	98,4	99,3	99	98,90	0,46
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,502	0,502	0,502	0,50	0,000
pH	6,56	6,78	6,84	6,73	0,15
Potencial Redox (mV)	282	282	282	282,00	0,00
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,322	0,21	0,321	0,28	0,064

\*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.

<b>Paracatu de Baixo - Rio Gualaxo do Norte (J2) - data da amostragem 03/11/2016</b>					
Coordenada Geográfica	20°18'24,7"	Lat	43°13'35,1"	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	22,44	22,45	22,46	22,45	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	8,94	8,94	8,89	8,92	0,03
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100,00	0,00
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,142	0,142	0,142	0,14	0,000
pH	6,84	6,93	6,95	6,91	0,06
Potencial Redox (mV)	264	267	271	267,33	3,51
Turbidez (NTU)	108	107	105	106,67	1,53
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,092	0,092	0,091	0,09	0,001

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.

<b>Barra Longa - Rio do Carmo (J3) - 02/011/2016</b>					
Coordenada Geográfica	20°16' 54,9" S	Lat	43°0,2'32,4"O	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	25,97	25,98	25,97	25,97	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	8,72	8,71	8,82	8,75	0,06
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100,00	0,00
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,136	0,136	0,136	0,14	0,000
pH	7,06	6,81	6,8	6,89	0,15
Potencial Redox (mV)	232	247	247	242,00	8,66
Turbidez (NTU)	76	67	91	78,00	12,12
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,089	0,089	0,088	0,09	0,001

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.

<b>Cidade de Rio Doce - Rio Doce (J4) - data da amostragem 02/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	20°14'51,1"S	Lat	42°53'09,2"O	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	24,86	24,87	24,88	24,87	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	8,65	8,66	8,66	8,66	0,01
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100,00	0,00
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,118	0,118	0,118	0,12	0,000
pH	6,63	6,76	6,81	6,73	0,09
Potencial Redox (mV)	265	270	274	269,67	4,51
Turbidez (NTU)	48	45	46,3	46,43	1,50
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,077	0,077	0,07	0,075	0,004

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.

<b>BR 262 - entre as cidades de Rio Doce e Ipatinga (J5) - data da amostragem 01/11/2016</b>					
Coordenada Geográfica	20°00'57,4"S	Lat	42°44'41,7"O	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	27,85	27,89	27,97	27,90	0,06
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,55	7,67	7,61	7,61	0,06
Oxigênio Dissolvido (%)	97,2	98,8	98,1	98,03	0,80
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,118	0,118	0,12	0,12	0,001
pH	5,82	6,08	6,15	6,02	0,17
Potencial Redox (mV)	309	319	322	316,67	6,81
Turbidez (NTU)	108	106	96	103,33	6,43
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,077	0,089	0,098	0,088	0,011

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.

<b>Ipatinga - Rio Doce (J10) - data da amostragem 01/11/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°28'36,4"S	Lat	42°28'33,4"O	Long	
<b>Variável</b>	<b>Leitura 1</b>	<b>Leitura 2</b>	<b>Leitura 3</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Temperatura da água (°C)	24,52	24,52	24,54	24,53	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,45	7,48	7,54	7,49	0,05
Oxigênio Dissolvido (%)	91,1	91,5	92,2	91,60	0,56
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,137	0,137	0,135	0,14	0,001
pH	5,65	5,79	5,91	5,78	0,13
Potencial Redox (mV)	323	324	323	323,33	0,58
Turbidez (NTU)	307	311	350	322,67	23,76
Sólidos Supensos Totais (gL-1)	0,1	0,11	0,1	0,10	0,006

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.

<b>Naque - Rio Doce (J11) - data da amostragem 31/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°14'12,5"S	Lat	42°18'29,1"O	Long	
<b>Variável</b>	<b>Leitura 1</b>	<b>Leitura 2</b>	<b>Leitura 3</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Temperatura da água (°C)	26,23	26,23	26,23	26,23	0,00
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,81	7,8	7,74	7,78	0,04
Oxigênio Dissolvido (%)	98,2	98	97,3	97,83	0,47
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,087	0,086	0,086	0,09	0,001
pH	6,2	6,01	5,95	6,05	0,13
Potencial Redox (mV)	322	337	342	333,67	10,41
Turbidez (NTU)					
Sólidos Supensos Totais (gL-1)	0,056	0,056	0,056	0,06	0,000

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.

<b>Governador Valadares - Rio Doce (J12) - data da amostragem 31/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	18°52'59,3"S	Lat	41°57'02,6"O	Long	
<b>Variável</b>	<b>Leitura 1</b>	<b>Leitura 2</b>	<b>Leitura 3</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Temperatura da água (°C)	26,43	26,49	26,51	26,48	0,04
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	6,75	6,8	6,91	6,82	0,08
Oxigênio Dissolvido (%)	85	85,9	87,3	86,07	1,16
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,157	0,155	0,155	0,16	0,001
pH	5,69	5,81	5,87	5,79	0,09
Potencial Redox (mV)	330	337	339	335,33	4,73
Turbidez (NTU)					
Sólidos Supensos Totais (gL-1)	0,1	0,1	0,1	0,10	0,000



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.

<b>Galiléia - Rio Doce (J13) - data de amostragem 31/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°00'23,2"S	Lat	41°32'33,8"O	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	25,26	25,31	25,23	25,27	0,04
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,89	7,96	7,9	7,92	0,04
Oxigênio Dissolvido (%)	97,6	98,6	97,8	98,00	0,53
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,159	0,159	0,159	0,16	0,000
pH	7,05	7,26	7,42	7,24	0,19
Potencial Redox (mV)	295	293	289	292,33	3,06
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,1	0,1	0,1	0,10	0,000

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.

<b>Baixo Guandu (J14) - data de amostragem 30/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°30'25,6"S	Lat	41°00'57,3"O	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	26,82	26,88	26,92	26,87	0,05
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,55	7,76	7,85	7,72	0,15
Oxigênio Dissolvido (%)	95,8	98,5	99,7	98,00	2,00
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,152	0,152	0,152	0,15	0,000
pH	5,7	5,64	5,6	5,65	0,05
Potencial Redox (mV)	346	356	359	353,67	6,81
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,000

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.

<b>Itapina - Rio Doce (Ponto Extra) - data da amostragem 30/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°31'35,7"S	Lat	40°48'56,6"O	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	27,23	27,28	27,3	27,27	0,04
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,31	7,62	7,76	7,56	0,23
Oxigênio Dissolvido (%)	93,3	97,4	99,2	96,63	3,02
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,152	0,148	0,147	0,15	0,003
pH	5,4	5,56	6,83	5,93	0,78
Potencial Redox (mV)	332	332	275	313,00	32,91
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,099	0,096	0,095	0,10	0,002

Tabela 13: Localização do ponto de amostragem no Rio Doce em Colatina (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.

<b>Colatina - Rio Doce (J15) - data da amostragem 30/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°30'47,2"S	Lat	40°34'38,0"O	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	25,77	25,84	25,84	25,82	0,04
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	6,23	6,28	6,39	6,30	0,08
Oxigênio Dissolvido (%)	77,7	78,5	79,9	78,70	1,11
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,149	0,148	0,147	0,15	0,001
pH	5,53	6,54	6,65	6,24	0,62
Potencial Redox (mV)	314	275	284	291,00	20,42
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (g/L-1)	0,097	0,099	0,096	0,10	0,002

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.

<b>Linhares - Rio Doce (J16) - data da amostragem 29/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°28'51,7"S	Lat	39°55'31,7"O	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	23,61	23,79	23,87	23,76	0,13
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,79	8	8,27	8,02	0,24
Oxigênio Dissolvido (%)	93,9	96,8	100	96,90	3,05
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,14	0,134	0,132	0,14	0,004
pH	5,02	5,31	5,72	5,35	0,35
Potencial Redox (mV)	331	333	337	333,67	3,06
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (g/L-1)	0,094	0,087	0,086	0,09	0,004

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.

<b>Regência - Fóz do Rio Doce (J17) - data da amostragem 29/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°36'53,4"S	Lat	39°48'58,9"O	Long	
Variável	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio Padrão
Temperatura da água (°C)	22,59	22,69	22,71	22,66	0,06
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,51	7,49	7,54	7,51	0,03
Oxigênio Dissolvido (%)	89,2	89,1	89,7	89,33	0,32
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,905	0,976	0,948	0,94	0,036
pH	5,43	5,8	5,99	5,74	0,28
Potencial Redox (mV)	304	292	292	296,00	6,93
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (g/L-1)	0,58	0,624	0,607	0,60	0,022

\*A localização deste ponto de amostragem foi modificada para tornar o acesso ao rio mais fácil. Isso não compromete os resultados obtidos anteriormente, pois a distância entre os pontos é pequena.

Nas tabelas 16 a 20 são apresentados os resultados das medições realizadas nos principais afluentes do Rio Doce. Esses rios foram amostrados a partir na segunda expedição (abril/2016) e os dados obtidos permitirão inferir as condições da qualidade das águas dos mesmos como fonte para o Rio Doce.

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 e elevada concentração de oxigênio dissolvido, com exceção do Rio Piracicaba, onde foi registrada concentração média de 4,95 mg.L-1 de oxigênio dissolvido, de sólidos e elevada condutividade elétrica (Tabela 17). A entrada de esgotos pode ser um grande problema nesse corpo hídrico, comprometendo a manutenção da vida aquática. Alta concentração de sólidos totais também foi verificada no Rio Guandu (Tabela 19) e a falta de mata ciliar atrelada ao aumento das chuvas pode ter contribuído para esses resultados.

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

<b>Rio Piranga - data da amostragem 02/11/2016</b>					
Coordenada Geográfica	20°22'12,2"S	Lat	42°53'43,3"O	Long	
<b>Variável</b>	<b>Leitura 1</b>	<b>Leitura 2</b>	<b>Leitura 3</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Temperatura da água (°C)	24,61	24,74	24,73	24,69	0,07
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	8,13	8,26	8,32	8,24	0,10
Oxigênio Dissolvido (%)	99,6	100	100	99,87	0,23
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,101	0,1	0,101	0,10	0,001
pH	5,59	6,65	6,7	6,31	0,63
Potencial Redox (mV)	294	252	253	266,33	23,97
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,066	0,065	0,066	0,066	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.

<b>Rio Piracicaba - data da amostragem 01/11/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°30'33,2"S	Lat	42°32'29,11"C	Long	
<b>Variável</b>	<b>Leitura 1</b>	<b>Leitura 2</b>	<b>Leitura 3</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Temperatura da água (°C)	25,59	25,68	25,78	25,68	0,10
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	4,89	4,95	5,01	4,95	0,06
Oxigênio Dissolvido (%)	60,8	60,4	62,5	61,23	1,12
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,179	0,177	0,179	0,178	0,001
pH	5,64	5,84	6,17	5,88	0,27
Potencial Redox (mV)	261	263	256	260,00	3,61
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,116	0,117	0,116	0,116	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.

<b>Rio Santo Antônio - data da amostragem 31/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica		Lat		Long	
<b>Variável</b>	<b>Leitura 1</b>	<b>Leitura 2</b>	<b>Leitura 3</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Temperatura da água (°C)	25,97	25,99	26	25,99	0,02
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,12	8,35	8,42	7,96	0,73
Oxigênio Dissolvido (%)	89,1	100	100	96,37	6,29
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,069	0,066	0,066	0,067	0,002
pH	6,87	6,67	6,42	6,65	0,23
Potencial Redox (mV)	366	379	393	379,33	13,50
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,045	0,043	0,043	0,044	0,001

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

<b>Rio Guandu - data da amostragem 30/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°33'40,5"S	Lat	41°00'49,7"O	Long	
<b>Variável</b>	<b>Leitura 1</b>	<b>Leitura 2</b>	<b>Leitura 3</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Temperatura da água (°C)	25,74	25,79	25,76	25,76	0,03
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	7,71	7,23	7,24	7,39	0,27
Oxigênio Dissolvido (%)	96,3	90,3	90,4	92,33	3,44
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,204	0,204	0,204	0,204	0,000
pH	6,85	7,08	7,58	7,17	0,37
Potencial Redox (mV)	292	290	269	283,67	12,74
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,133	0,133	0,133	0,133	0,000

Tabela 20: Localização do ponto de amostragem no Manhuaçu, leituras das variáveis físicas e químicas da água, média e desvio padrão das mesmas.

<b>Rio Manhuaçu - data da amostragem 31/10/2016</b>					
Coordenada Geográfica	19°29'50,8"S	Lat	41°06'54,5"O	Long	
<b>Variável</b>	<b>Leitura 1</b>	<b>Leitura 2</b>	<b>Leitura 3</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Temperatura da água (°C)	24,99	25	25,01	25,00	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	8,64	8,75	8,8	8,73	0,08
Oxigênio Dissolvido (%)	100	100	100	100,00	0,00
Condutividade Elétrica (mS cm-1)	0,12	0,119	0,204	0,148	0,049
pH	6,5	7,77	7,92	7,40	0,78
Potencial Redox (mV)	281	234	234	249,67	27,14
Turbidez (NTU)					
Sólidos Suspensos Totais (gL-1)	0,078	0,075	0,077	0,077	0,002

## **Conclusões**

O aumento das chuvas, principalmente durante o período de amostragem, alterou as concentrações de sólidos totais em relação aos resultados obtidos no período mais seco (abril/2016). O rejeito depositado na parte alta da bacia (entre Mariana e Barra Longa) contribuiu para esse aumento. O rompimento da barragem de minério de ferro em Bento Rodrigues impactou sobremaneira a qualidade das águas do Rio Doce e alguns de seus formadores, entretanto a contínua degradação da bacia (desmatamento, erosão) e as atividades antrópicas (despejo de esgotos e efluentes industriais sem tratamento adequado e a extração de areia em muitos pontos do rio) alteram a quantidade de sólidos, os quais trazem íons para a coluna de água, aumentando a condutividade elétrica e pode alterar o pH e potencial redox. A oscilação drástica do pH pode ressuspender compostos metálicos para a coluna de água, aumento sua toxicidade. Atenção especial deve ser dada a essa variável.

Tabela 21: Informações sobre a sonda multiparâmetros (Horiba U-52): variáveis mensuradas, métodos de medida, limites de detecção, resolução e precisão das medidas.

<b>Informações sobre a sonda Multiparâmetro Horiba Modelo U-52</b>	<b>Método de medida</b>	<b>Faixa</b>	<b>Resolução</b>	<b>Precisão</b>
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