

2014 SWAT Conference  
Pernambuco, Brazil

# *FATORES DETERMINANTES DA QUALIDADE DA ÁGUA EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS COM PLANTIOS DE EUCALIPTO*



CENTRO DE TECNOLOGIA



*Rodolfo Loos, Benvindo Gardiman, Giovanni Garcia, Roberto  
Cecílio, Jupiter Muro Abad, Laís Thomazini*

# 1. JUSTIFICATIVA

- Crescente preocupação social com a qualidade da água disponível
- Questionamento dos possíveis impactos das plantações florestais
- Impactos podem ser inerentes ao manejo silvicultural inadequado
- Monitoramento contínuo para detectar falhas operacionais
- Emprego de variáveis que refletem as alterações ocorridas na bacia
- Subsídio a planos de manejo mais sustentáveis
- Otimizando a produtividade florestal e o uso da água
- Importância do setor, disponibilidade hídrica e experimentação

## 2. OBJETIVO

- Identificar os fatores determinantes, naturais e, ou, antrópicos, que afetam a qualidade da água superficial em microbacias hidrográficas, manejadas para produção de madeira de eucalipto.



### 3. METODOLOGIA

- O monitoramento foi realizado entre janeiro a junho de 2012
- Analisaram-se as características físicas e químicas, bem como a potencial presença na água de pesticidas utilizados no manejo florestal
- As coletas foram realizadas após a realização das atividades silviculturais e após a ocorrência de chuvas
- Utilizaram-se técnicas de estatística multivariada, denominadas de análise de componentes principais e análise fatorial, para determinar as variáveis mais sensíveis e correlacionadas com as atividades de manejo silvicultural.

### 3. METODOLOGIA

Atividades silviculturais monitoradas nas quatro microbacias hidrográficas

MB	Ativ*	Descrição das atividades
1	1	Referência
1	2	Abertura de estradas, colheita e transporte
1	3	Limpeza de cepas e primeiro combate à formiga
1	4	Primeiro combate à formiga
2	1	Referência
2	5	Roçada
2	4	Primeiro combate a formiga
2	6	Primeiro combate à formiga e abertura de estradas
2	7	Colheita
3	1	Referência
3	8	Primeiro combate a formiga, capina química pré-plantio, eliminação química da cepa
3	9	Eliminação química da cepa, capina química pré-plantio, subsolagem com adubação, limpeza da linha de plantio
3	10	Subsolagem com adubação e plantio
3	11	Plantio
3	12	Segundo repasse a formiga
3	13	Capina química pós-plantio
3	15	Adubação 3º mês
4	1	Referência
4	7	Colheita
4	14	Primeiro combate a formiga, capina química pré-plantio, eliminação química da cepa, limpeza da linha de plantio, subsolagem com adubação e plantio
4	5	Roçada

# 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.1. COMPARAÇÃO DOS DADOS ORIGINAIS COM A LEGISLAÇÃO

Tabela 1. Resultado das variáveis em cada atividade monitorada nas microbacias seguida da Intensidade de Precipitação (IP)

MB	Ativ	Cu	Fe	P mg.L <sup>-1</sup>	OD	pH	Cor mg(Pt).L <sup>-1</sup>	IP mm.h <sup>-1</sup>
1	1	<b>0,01</b>	<b>0,58</b>	0,00	<b>3,87</b>	<b>5,73</b>	20,67	0,00
1	2	<b>0,01</b>	<b>0,58</b>	0,00	<b>4,40</b>	6,02	8,03	<b>15,24*</b>
1	3	<b>0,01</b>	<b>1,46</b>	0,01	<b>3,75</b>	6,02	14,13	3,05
1	4	<b>0,01</b>	<b>0,52</b>	0,00	<b>4,11</b>	6,07	14,63	<b>30,48*</b>
2	1	0,00	<b>1,06</b>	0,00	<b>0,37</b>	<b>5,55</b>	<b>94,83</b>	0,00
2	5	<b>0,03</b>	<b>1,40</b>	0,01	<b>0,61</b>	<b>5,90</b>	<b>217,49</b>	<b>24,38*</b>
2	4	<b>0,02</b>	<b>2,44</b>	0,02	<b>0,65</b>	<b>5,88</b>	<b>207,80</b>	<b>42,67*</b>
2	6	<b>0,01</b>	<b>2,06</b>	0,01	<b>0,21</b>	6,20	<b>188,84</b>	<b>42,67*</b>
2	7	<b>0,02</b>	<b>3,65</b>	<b>0,04</b>	<b>0,60</b>	6,32	<b>152,11</b>	<b>9,14*</b>
3	1	<b>0,03</b>	<b>1,33</b>	0,02	6,10	6,54	28,52	0,00
3	8	0,00	<b>1,76</b>	0,00		6,45	11,36	<b>60,96*</b>
3	9	0,00	<b>2,10</b>	0,01		6,58	33,01	6,10
3	10	0,00	<b>1,91</b>	0,00	<b>3,88</b>	6,78	18,81	<b>45,72*</b>
3	11	<b>0,03</b>	<b>0,62</b>	0,02	5,56	6,25	3,47	<b>15,24*</b>
3	12	<b>0,02</b>	<b>0,82</b>	0,01	6,88	6,39	25,02	3,05
3	13	<b>0,03</b>	<b>0,45</b>	0,01	7,60	6,39	13,62	<b>30,48*</b>
3	15	<b>0,02</b>	<b>2,66</b>	0,00	<b>2,60</b>	<b>5,95</b>	15,81	<b>9,14*</b>
4	1	<b>0,02</b>	<b>11,40</b>	0,00	<b>4,50</b>	6,70	20,78	0,00
4	7	0,00	<b>2,63</b>	0,00	<b>2,66</b>	<b>5,33</b>	26,76	<b>56,88*</b>
4	14	0,01	<b>7,60</b>	0,00	5,80	6,47	57,37	7,11
4	5	<b>0,02</b>	<b>3,55</b>	0,00	<b>4,00</b>	6,07	34,75	<b>12,19*</b>
	Limite	0,009 <sup>1</sup>	0,30 <sup>1</sup>	0,03 <sup>1</sup>	5,00 <sup>1</sup>	6,0-9,0 <sup>1</sup>	75,00 <sup>1</sup>	*

MB – Microbacia; Ativ – Atividade monitorada pela coleta; <sup>1</sup> Valor limite estabelecido pelo CONAMA 357/05 para classe 2. \* Valores de IP acima da condutividade hidráulica dos solos das microbacias.

# 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.2. ANÁLISE DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO

Tabela 2. Matriz de Correlação (coeficientes de correlação de Pearson) entre as variáveis em estudo

	Ca	Fe	K	Mg	Na	S	Cl	Clor	Nitr	Sulf	Alca	CE	Cor	OD	SS
Ca	1														
Fe	0,46	1													
K	0,48	0,4	1												
Mg	0,63	-0,08	0,30	1											
Na	0,34	-0,23	0,49	<b>0,72</b>	1										
S	0,44	-0,02	0,27	0,53	0,46	1									
Cl	0,66	0,52	0,21	0,20	-0,05	0,03	1								
Clor	0,41	-0,26	0,44	<b>0,80</b>	<b>0,86</b>	0,19	0,03	1							
Nitr	-0,59	-0,52	<b>-0,83</b>	-0,19	-0,12	-0,12	-0,33	-0,25	1						
Sulf	0,19	-0,28	0,06	0,38	0,46	<b>0,77</b>	-0,25	0,32	0,08	1					
Alca	<b>0,77</b>	0,35	0,26	0,13	0,18	0,05	<b>0,85</b>	0,34	-0,42	-0,15	1				
CE	0,65	-0,18	0,41	<b>0,94</b>	<b>0,80</b>	0,43	0,19	<b>0,90</b>	-0,29	0,47	0,48	1			
Cor	0,53	0,01	0,53	<b>0,84</b>	0,56	0,42	0,09	<b>0,73</b>	0,55	0,47	0,30	<b>0,81</b>	1		
OD	-0,42	0,02	-0,24	<b>-0,75</b>	-0,33	-0,35	-0,17	-0,53	0,2	-0,53	-0,15	-0,63	<b>-0,76</b>	1	
SS	0,52	<b>0,93</b>	0,37	0,04	-0,19	0,2	0,46	-0,27	-0,49	-0,1	0,25	-0,11	0,10	-0,09	1

Von Sperling (2005) afirma que  $Mg^{2+}$  com concentrações elevadas "rouba" oxigênio, sendo responsável por diminuir a produção de oxigênio por parte das algas. Este fenômeno é conhecido como "efeito de sombra" e ocorre quando as algas consomem mais oxigênio do que produzem, resultando em valores de oxigênio dissolvido menores. Este fenômeno é observado em ambientes com alta concentração de  $Mg^{2+}$  e baixa concentração de  $CO_2$  (BRITO et al., 2006; MENEZES et al., 2009; LOCAS et al., 2010; MOURA et al., 2010; BARROS et al., 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.3. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)

Tabela 3. Estimativas dos autovalores da matriz de correlação (R) e variância retida pelos componentes

Componentes	Autovalores	Variância unitária (%)	Autovalores Acumulados	Variância acumulada
1	7,905	31,622	7,905	31,622
2	4,633	18,533	12,539	50,155
3	3,894	15,576	16,433	65,731
4	1,843	7,371	18,276	73,102
5	1,548	6,193	19,824	79,295
6	1,188	4,753	21,012	84,048
7	1,103	4,412	22,115	88,461



# 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.4. CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES DETERMINANTES DA QUALIDADE DA ÁGUA

Tabela 4. Matriz das cargas fatoriais rotacionadas pelo algoritmo *Varimax* nos sete componentes principais e as comunalidades associadas

Variáveis	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Comunalidades
Mg	<b>0,767</b>	0,002	-0,144	0,306	0,419	0,17	-0,233	0,962
Na	<b>0,733</b>	-0,121	0,341	0,06	0,439	0,118	0,063	0,882
CO	<b>0,740</b>	-0,08	-0,073	-0,351	-0,089	0,187	0,123	0,74
Clor	<b>0,935</b>	-0,126	0,118	0,174	0,096	0,108	0,025	0,955
CE	<b>0,845</b>	-0,039	-0,031	0,351	0,34	0,133	-0,029	0,973
Cor	<b>0,861</b>	0,27	-0,152	0,089	0,193	0,135	-0,188	0,937
Nitr	-0,385	<b>-0,798</b>	-0,164	-0,152	0,084	0,189	-0,086	0,885
Fe	-0,254	<b>0,858</b>	0,039	0,243	-0,088	0,141	-0,145	0,909
SS	-0,225	<b>0,873</b>	-0,079	0,199	0,105	0,121	-0,103	0,895
pH	-0,186	0,252	<b>0,735</b>	0,304	0,037	0,051	0,241	0,792
Alca	0,217	0,181	0,121	<b>0,897</b>	-0,042	0,091	-0,047	0,912
Cl	-0,088	0,287	0,031	<b>0,910</b>	-0,07	-0,074	-0,173	0,96
Sulf	0,322	-0,1	-0,295	-0,187	<b>0,802</b>	-0,174	-0,169	0,938
S	0,171	0,132	0,001	0,055	<b>0,926</b>	-0,112	-0,063	0,924
Zi	0,148	0,034	0,131	-0,026	-0,19	<b>0,917</b>	0,104	0,928
Temp	-0,161	-0,129	0,097	-0,143	-0,13	0,109	<b>0,882</b>	0,880
Autovalores	6,304	3,496	2,07	3,571	2,686	1,521	2,467	
Variância unitária (%)	25,218	13,983	8,282	14,285	10,743	6,083	9,867	

“Fator 1 – Físico”  
 “Fator 2 – Físico”  
 “Fator 3 – Físico”  
 “Fator 4 – Fisiológico”

## 4. CONCLUSÕES

1. A caracterização climática, pedológica e do relevo das microbacias hidrográficas monitoradas foram de grande importância para a avaliação do comportamento da qualidade da água.
2. As diferentes intensidades de precipitação e as atividades silviculturais monitoradas não alteraram as características físicas e químicas de qualidade da água.
3. Dentre todas as variáveis analisadas, as mais representativas da variabilidade espacial e temporal da qualidade da água das microbacias hidrográficas foram: Mg, Na, Carbono Orgânico, Cloreto, CE, Cor, Fe, Nitrato, Sólidos suspensos, pH, Carbono Inorgânico e alcalinidade;
4. Os principais fatores que condicionam a qualidade das águas nas microbacias hidrográficas são: o fator mineral relacionado à salinidade, o fator sólidos reflete os sólidos suspensos na água, o fator acidez referente a acidez dos solos e o fator pedológico concernente aos carbonos inorgânicos do solo;
5. A variação da qualidade da água está relacionada com os elementos naturais do solo, sendo que as atividades de silvicultura, de acordo com o modelo de manejo empregado, não afetaram a qualidade hídrica nas condições estudadas.

# Obrigada pela atenção!

Lais Thomazini (UFES) - [lais.thomazini@gmail.com](mailto:lais.thomazini@gmail.com)

Rodolfo Loos (Fibria Celulose) – [raloos@fibria.com.br](mailto:raloos@fibria.com.br)