

**TESTE DO QUI-QUADRADO ( $\chi^2$ ) PARA ANÁLISE DE DEPENDÊNCIA  
ENTRE VARIÁVEIS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS DE MATRIZES  
DE INTERAÇÃO UTILIZADAS EM AVALIAÇÃO DE IMPACTOS  
AMBIENTAIS DE UM PROGRAMA DE FOMENTO FLORESTAL\***

**\* Artigo elaborado com Bolsa de Doutorado do CNPq e CAPES  
para o primeiro autor e de Produtividade em Pesquisa para o  
segundo.**

**Erlon Barbosa Valdetaro ([evaldetaro@yahoo.com](mailto:evaldetaro@yahoo.com))\***

**\*Doutor em Ciência Florestal**

**Elias Silva ([eshamir@ufv.br](mailto:eshamir@ufv.br)) \***

**\*Professor Titular – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade  
Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 36.570-900**

**\* Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Processo: 300693/2013**

**Helio Garcia Leite ([hgleite@ufv.br](mailto:hgleite@ufv.br))\***

**\*Professor Titular – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade  
Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 36.570-900**

## **1. Introdução e Justificativa**

Atualmente, no Brasil, os métodos de avaliação de impactos ambientais mais utilizados são os procedimentos espontâneos (*ad hoc*), as listagens de controle e verificação (*check-list*), os modelos de simulação, as redes de interação, a sobreposição de mapas (*overlays*) e as matrizes de interação.

O método das matrizes de interação produz uma série de dados qualitativos e quantitativos e é realizado a partir de tabelas bidimensionais, contendo em suas linhas e colunas, as atividades impactantes (ações) em sua sequência cronológica de realização e os fatores ambientais relevantes, subdivididos nos meios físico, biótico e antrópico respectivamente, como recomenda Silva (1994; 1999). Assim, são feitas as interações entre os fatores ambientais e os componentes (as ações, as interferências) do projeto avaliado (FINUCCI, 2010).

Na prática, o método da matriz de interação indica a existência de impacto ambiental quando é possível estabelecer alguma relação entre a ação prevista (linha) e o

fator ambiental analisado (coluna), ou seja, quando ocorre alguma consequência (o impacto ambiental propriamente dito) decorrente desta relação.

Dependendo do porte do empreendimento, em que se aplica o método, as matrizes são simples e, relativamente, pequenas ou complexas e, extremamente, extensas. Quando o empreendimento é de pequeno porte e/ou possui poucas atividades impactantes, como certos postos de combustível ou fábricas de cunho artesanal, os quais têm baixo potencial de alteração do ambiente, as matrizes são normalmente simples. Em alguns casos, no entanto, surgem matrizes complexas e extensas, exatamente quando o empreendimento avaliado é de grande porte e possui muitas atividades impactantes, como geralmente ocorre com usinas hidrelétricas, linhas de transmissão, indústrias petroquímicas, usinas nucleares, mineradoras etc.

Nesse sentido, quando as matrizes se apresentam de forma complexa, é importante o conhecimento do nível de relação das suas variáveis, a fim de facilitar a exposição dos seus resultados, reduzindo a quantidade de dados e tornando-a mais acessível e de fácil interpretação. Tal situação pode ser obtida com o uso de métodos estatísticos, aplicados a essas matrizes, no entanto é preciso saber se há associação entre as variáveis estudadas, para, então, definir o melhor método estatístico a ser aplicado.

A avaliação qualitativa de impactos ambientais gera uma gama de dados categóricos, com duas ou três alternativas de respostas para cada critério avaliado. Como exemplo, tem-se o critério de valor, com duas respostas: positivo ou negativo, enquanto o critério de espaço oferece três alternativas de resposta: local, regional ou estratégico.

Esses dados categóricos podem ser analisados por testes estatísticos específicos, frequentemente utilizados em ciências sociais, de saúde e da área de genética, mas com grandes aplicações em outros setores da ciência (AGRESTI, 1990; FONSECA, 2008; BARROSO, 2010). Uma variável categórica é aquela em que a escala de medição consiste de um conjunto de categorias. Embora escalas categóricas sejam comuns nas ciências sociais e biomédica, não são restritas a essas áreas (AGRESTI, 1990).

Para Gotelli e Ellison (2011), muitos estudos de caráter ambiental geram variáveis que são categóricas, em vez de contínuas. Por exemplo, as plantas podem estar presentes ou ausentes num determinado ambiente e os besouros podem ser vermelhos, alaranjados ou pretos. Para o caso de impactos ambientais, eles podem ser negativos ou positivos ou locais, regionais ou estratégicos, como já exemplificado. Esses autores afirmam, ainda, que dados como estes representam contagens ou frequências, de

observação de cada categoria e podem ser analisados, com relativa facilidade, lançando mão de testes usuais como o qui-quadrado e teste-G.

Sendo assim, antes da aplicação de testes estatísticos, os dados precisam ser organizados em quadros de contingência de dois fatores, ou seja, quando há apenas uma variável preditiva categórica; havendo muitas variáveis preditivas, devem ser usados quadros de contingência multifatoriais, os quais podem ser analisados por meio de modelos log-lineares ou árvores de classificação (AGRESTI, 1990; GOTELLI e ELLISON, 2011).

O uso do teste do qui-quadrado ( $X^2$ ) pode evidenciar se há ou não associação entre as variáveis que compõem a matriz de interação e se uma variável afeta ou não o comportamento de outra. O teste é um instrumento utilizado para analisar se dois grupos diferem entre si em relação à determinada característica (MACHADO et al., 2011).

A estatística do qui-quadrado compara a contagem observada em cada célula do quadro de contagem ou contingência do que seria esperado sob a hipótese de nenhuma associação entre a linha e classificações de coluna. Pode ser utilizada para testar a hipótese de nenhuma associação entre dois ou mais grupos, populações, ou critérios.

O teste é um dos métodos estatísticos mais antigos e mais usados e permite testar a significância (ou grau de associação) existente entre duas variáveis qualitativas ou categóricas (MEIRELES, 2014).

Machado et al. (2011) utilizaram o citado método com o objetivo de averiguar se as variáveis investimento e impacto ambiental são independentes, ou seja, se existe relação entre elas, que pode ou não ser relação de causalidade; pelo teste, concluíram que existe dependência entre as variáveis estudadas. Enfim, por meio do teste do qui-quadrado, os autores confirmaram a relação de causalidade entre o impacto ambiental potencial decorrente das atividades econômicas da empresa e dos investimentos ambientais efetuados por ela.

De forma muito peculiar e numa demonstração da eficiência do teste, Lunsford e Fink (2010) usaram-no para análise de dados em teste de sabor (paladar) de água servida.

A estatística do qui-quadrado também foi aplicada na avaliação da qualidade de estimativa de volume de povoamento de *Eucalyptus grandis* comparando os valores estimados com os valores observados (MACHADO et al., 2005; FERREIRA et al. 2011; SCHÖREDER et al., 2013).

Nesses termos, justifica-se esse capítulo, pois fica evidenciada a importância do conhecimento do nível de associação entre as variáveis e, principalmente, a relação de influência entre elas para a determinação dos métodos de análises a serem adotados.

## **2. Objetivos**

No sentido geral, objetivou-se, com esse capítulo, avaliar a influência das variáveis qualitativas das matrizes de interação de impactos ambientais sobre os resultados apresentados pelas variáveis quantitativas (grau de impacto), através do teste estatístico do qui-quadrado.

Como objetivo específico, buscou-se avaliar os quadros de contingência, preparados para o teste de qui-quadrado, como alternativa de síntese de informações das matrizes de interação.

## **3. Material e Métodos**

### **3.1 Origem dos dados**

Para a realização deste estudo, foram utilizados os dados obtidos por Valdetaro (2011), que efetuou a avaliação de impactos ambientais de um programa de fomento florestal realizado na Zona da Mata Mineira, região sudeste do Estado de Minas Gerais, Brasil..

O mencionado autor utilizou em seu estudo o método da matriz de interação para a avaliação quali-quantitativa dos impactos ambientais observados. As matrizes qualitativas e quantitativas geradas (veja Apêndice) foram construídas em conformidade com as recomendações de Silva (1994; 1999), que se encontram explicitadas abaixo.

As matrizes de interação, divididas por etapa impactante, avaliam de forma qualitativa os impactos ambientais seguindo os seguintes critérios: valor (positivo ou negativo); ordem (direto ou indireto); espaço (local, regional ou estratégico); tempo (curto, médio ou longo prazo); dinâmica (temporário, permanente ou cíclico); e plástica (reversível ou irreversível) (SILVA, 1994; 1999).

Segundo ainda Silva (1994; 1999), a avaliação quantitativa atribui uma pontuação para caracterizar as alterações do parâmetro ambiental em estudo, de acordo com a sua importância, dentro de uma escala de zero a cinco, adotando-se o sinal positivo (+) para impactos positivos e o sinal negativo (-) para os impactos negativos, ficando assim definido: 0 (nenhum impacto); 1 ou -1 (impacto desprezível); 2 ou -2

(baixo grau de impacto); 3 ou -3 (médio grau de impacto); 4 ou -4 (alto grau de impacto); e 5 ou -5 (muito alto grau de impacto).

### 3.2 Organização do banco de dados

Os dados extraídos das matrizes de interação foram organizados em planilhas eletrônicas, com auxílio do software Microsoft Excel, versão 2010; aqueles oriundos da matriz qualitativa foram transformados em variáveis numéricas nominais, recebendo a numeração entre 1 e 3, conforme o número de alternativas de entrada dos critérios avaliados (Quadro 1).

Quadro 1 - Variáveis nominais associadas à avaliação dos critérios utilizados para caracterizar os impactos ambientais encontrados.

<b>Critério</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Variável nominal</b>
Meio	Físico	1
	Biótico	2
	Antrópico	3
Valor	Positivo	1
	Negativo	2
Ordem	Direto	1
	Indireto	2
Espaço	Local	1
	Regional	2
	Estratégico	3
Tempo	Curto Prazo	1
	Médio Prazo	2
	Longo Prazo	3
Dinâmica	Temporário	1
	Cíclico	2
	Permanente	3
Plástica	Reversível	1
	Irreversível	2

Os dados quantitativos receberam a numeração de 1 a 5, de acordo com o grau de impacto, conforme mostrado no item 3.1.

Assim, o software utilizado para a análise estatística, pôde interpretar, através dos números, qual era a avaliação dada em cada critério, uma vez que o mesmo não “lê” caracteres linguísticos.

As análises foram realizadas no software IBM SPSS Statistics 22.

### 3.3 Análise do nível de associação entre as variáveis

A análise do nível de associação entre as variáveis das matrizes de interação, qualitativa e quantitativa, deu-se por meio do uso do teste do qui-quadrado, com nível de 1% de significância.

A opção por este teste é respaldada por Muturi et al. (2008), Damasceno et al. (2011) e Sans et al. (2014), na medida em que o apregoam como um instrumento importante para se comparar dois grupos, como no presente caso, independentemente do tipo de variável envolvida na análise, ou seja, se ambiental ou de outro perfil.

### 3.4 Estatística do teste do qui-quadrado

Conforme Agresti (1990), Karl Pearson, idealizador do teste em 1900, introduziu a seguinte fórmula para medir as possíveis discrepâncias entre proporções observadas e esperadas:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} \right]$$

em que:

$o_i$  = frequência observada para a  $i$ -ésima variável,

$e_i$  = frequência esperada para  $i$ -ésima variável.

$n$  = número de variáveis analisadas.

Todos os dados foram previamente organizados em tabelas de contingência, evidenciando o número de dados observados, os esperados e os totais (Quadro 2). Essas tabelas são usadas para registrar observações independentes de duas ou mais variáveis aleatórias, normalmente qualitativas (KESLEY e KUMAR, 1995; ELWEN e BES, 2004).

Quadro 2 - Modelo de quadro de contingência utilizado para quantificar as frequências observadas e esperadas dos dados analisados.

Variável A	Variável B				Totais
	1	2	...	J	
1	$n_{11}$	$n_{12}$	...	$n_{1J}$	$n_{1.}$
2	$n_{21}$	$n_{22}$	...	$n_{2J}$	$n_{2.}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
I	$n_{I1}$	$n_{I2}$	...	$n_{IJ}$	$n_{I.}$
<b>Totais</b>	$n_{.1}$	$n_{.2}$	...	$n_{.j}$	$n_{..}$

As frequências observadas foram obtidas diretamente dos dados das amostras e, a partir delas, calcularam-se as frequências esperadas.

As frequências esperadas ( $n_{ij}$ ) para cada classe foram calculadas a partir da seguinte fórmula, considerando os dados organizados nas tabelas de contingência.

$$n_{ij} = \left( \frac{\text{Total marginal da linha } (n_{i.}) \times \text{total marginal da coluna } (n_{.j})}{\text{Total geral } (n_{..})} \right)$$

em que:

$n_{ij}$  = frequência esperada da variável na i-ésima linha e j-ésima coluna.

### 3.5 Hipóteses a serem testadas

Neste estudo foram testadas duas hipóteses:

Hipótese nula ( $H_0$ ): As frequências observadas não diferem das frequências esperadas. Verifica-se que não existe diferença entre as frequências (contagens) dos grupos, assim, não há associação entre os grupos; em síntese: a qualificação e a quantificação dos impactos ambientais analisados são independentes.

Hipótese alternativa ( $H'$ ): As frequências observadas são diferentes das frequências esperadas. Nesse caso, há associação entre os grupos, ou seja, a qualificação e a quantificação dos impactos ambientais analisados não são independentes, pois uma variável interfere no resultado da outra.

### 3.6 Tomada de decisão

Para a tomada de decisão, a respeito do resultado do teste de  $\chi^2$ , é necessária a obtenção de duas estatísticas, denominadas  $\chi^2_{\text{calculado}}$  e  $\chi^2_{\text{tabelado}}$  (Tabela em anexo).

O  $\chi^2_{\text{calculado}}$ , conforme já mostrado, é obtido a partir dos dados experimentais, levando-se em consideração os valores observados e os esperados, tendo em vista a hipótese.

O  $\chi^2_{\text{tabelado}}$ , por sua vez, depende do número de graus de liberdade e do nível de significância adotado.

A tomada de decisão é feita comparando-se os dois valores de  $\chi^2$ :

Se  $\chi^2_{\text{calculado}} \geq \text{ou} = \chi^2_{\text{tabelado}}$ : Rejeita-se  $H_0$ .

Se  $\chi^2_{\text{calculado}} < \chi^2_{\text{tabelado}}$ : Aceita-se  $H_0$ .

Ao consultar a tabela de  $\chi^2$ , observa-se que é determinada uma probabilidade de ocorrência daquele acontecimento.

O nível de significância (alfa) representa a máxima probabilidade de rejeitar a hipótese  $H_0$  e ela ser de fato verdadeira.

O número de graus de liberdade é calculado a partir do tamanho do quadro de contingência. De modo geral é expresso por  $(s-1).(r-1)$ , sendo  $s$  e  $r$  o número de linhas e de colunas na tabela de contingência.

Para a aplicação do teste  $\chi^2$ , a amostra deve conter, pelo menos, 5 observações em cada célula. Quando ocorrer um valor inferior a 5, o teste Exato de Fisher deve ser aplicado, como forma complementar ao teste  $\chi^2$ .

#### **4. Resultados e Discussões**

No sentido de facilitar a compreensão dos resultados obtidos, os mesmos foram apresentados primeiramente para os quadros de contingência e depois para o teste do qui-quadrado, conforme itens abaixo.

##### **4.1 Quadros de contingência**

Para abordar os resultados, foram apresentados os quadros de contingência, em que foram elencados os dados de relacionamento entre o grau de impacto e o meio ambiental (físico, biótico e antrópico) e, também, o grau de impacto com todos os critérios analisados, ou seja, valor, ordem, espaço, tempo, dinâmica e plástica (Quadros 3 a 9).



Quadro 3 – Quadro de contingência para a quantificação (grau de impacto) e o meio onde o impacto está inserido.

Informação		Meio			Total	
		Físico	Biótico	Antrópico		
Grau de impacto	Desprezível	Observado	67	72	17	156
		Esperado	56,7	64,6	34,6	156,0
	Baixo Grau	Observado	62	69	44	175
		Esperado	63,6	72,5	38,8	175,0
	Médio Grau	Observado	20	34	27	81
		Esperado	29,5	33,6	18,0	81,0
	Alto Grau	Observado	18	19	12	49
		Esperado	17,8	20,3	10,9	49,0
	Muito alto Grau	Observado	5	2	5	12
		Esperado	4,4	5,0	2,7	12,0
Total	Observado	172	196	105	473	
	Esperado	172,0	196,0	105,0	473,0	

Na distribuição dos impactos ambientais entre os meios e o seu grau, percebe-se que os desprezíveis e de baixo grau nos meios físico e biótico (270) representam a grande maioria (57,08%) do total encontrado. Também se observou que na distribuição dos impactos nos meios ambientais, o biótico (196 e 41,44%) é o mais afetado em termos numéricos, já que o físico apresentou 172 impactos (36,36%) e o antrópico 105 (22,20%). Dentre outras informações que podem ser extraídas do Quadro 3, esta fica mais fácil de ser observada em um quadro de contingência do que diretamente nas matrizes de interação, fato que certamente auxiliará o empreendedor a melhor explicar, em audiências públicas, os resultados alcançados pela avaliação de impactos ambientais.

A maior diferença entre a frequência observada e a esperada foi detectada nos impactos desprezíveis do meio antrópico (17,6 pontos). No teste do qui-quadrado, que considera a diferença entre as frequências observada e a frequência esperada, essa variável tem grande importância no resultado.

O quadro de contingência (Quadro 3) mostra que os impactos ambientais de grau desprezível e de baixo grau totalizam 331 impactos (156+175), número que representa praticamente 70% do total encontrado. Essa informação se torna de difícil visualização, se somente as matrizes de interação forem utilizadas como forma de exposição dos resultados; enfim, os quadros de contingência ajudam sobremaneira neste sentido.

No Quadro 4, apresenta-se o quadro de contingência para a variável quantificação (grau de impacto) e o critério de valor do impacto ambiental.

Quadro 4 – Quadro de contingência para a quantificação (grau de impacto) e o critério de valor do impacto ambiental.

Informação			Valor		Total
			Positivo	Negativo	
Grau de impacto	Desprezível	Observado	41	115	156
		Esperado	56,4	99,6	156,0
	Baixo Grau	Observado	69	106	175
		Esperado	63,3	111,7	175,0
	Médio Grau	Observado	28	53	81
		Esperado	29,3	51,7	81,0
	Alto Grau	Observado	26	23	49
		Esperado	17,7	31,3	49,0
	Muito alto Grau	Observado	7	5	12
		Esperado	4,3	7,7	12,0
Total	Observado	171	302	473	
	Esperado	171,0	302,0	473,0	

Os impactos ambientais negativos (302) representam 63,85% do total encontrado. Na prática, isto indica que de cada três impactos ambientais observados, dois são negativos. Na distribuição dos impactos ambientais entre o critério de valor e o grau de impacto, verificou-se que aqueles avaliados como desprezíveis e de baixo grau, com caráter negativo (221), representaram a maior parte (46,72%) dos impactos encontrados.

A maior diferença entre as frequências observada e esperada foi observada nos impactos desprezíveis de valor positivo e negativo, ambos com 15,4 pontos. Apesar disso, também se observam outras diferenças marcantes, entre as frequências observadas e esperadas, em todos os impactos ambientais analisados.

No Quadro 5, encontra-se o quadro de contingência para a variável quantificação (grau de impacto) e o critério de ordem do impacto ambiental.

Quadro 5 - Quadro de contingência para a variável quantificação (grau de impacto) e o critério de ordem do impacto ambiental.

Informação			Ordem		Total
			Direto	Indireto	
Grau de impacto	Desprezível	Observado	71	85	156
		Esperado	80,5	75,5	156,0
	Baixo Grau	Observado	89	86	175
		Esperado	90,3	84,7	175,0
	Médio Grau	Observado	45	36	81
		Esperado	41,8	39,2	81,0
	Alto Grau	Observado	31	18	49
		Esperado	25,3	23,7	49,0
	Muito alto Grau	Observado	8	4	12
		Esperado	6,2	5,8	12,0
Total	Observado	244	229	473	
	Esperado	244,0	229,0	473,0	

Relacionando o grau de impacto com o critério de ordem (Quadro 5), a maior diferença entre as frequências observada e esperada foi detectada nos impactos desprezíveis de ordem direta e indireta, ambos com 9,5 pontos.

De outra parte, identificou-se que o número de impactos ambientais de ordem direta 244 (51,59%) e indireta, 229 (48,41%) foi praticamente na mesma proporção, o que demonstra uma distribuição equilibrada entre os impactos avaliados. Isto indica que cerca da metade dos impactos ambientais observados ocorrem numa relação de causa e efeito (diretos), enquanto a outra parte decorre de uma cadeia de reações (indiretos).

Também se percebe que os avaliados como de baixo grau de ordem direta (89), foi o grupo com maior expressão dentro da totalidade (18,82%).

Se comparada aos outros quadros de contingências, o Quadro 5 possui uma menor diferença entre as frequências observadas e esperadas. No teste usado, fica evidente que, quanto menor essa diferença, menor será o valor de qui-quadrado calculado e, portanto, maiores serão as chances de não haver relação de dependência entre as variáveis estudadas.

No Quadro 6, se encontra o quadro de contingência para a quantificação (grau de impacto) e o critério de espaço do impacto ambiental.

Quadro 6 - Quadro de contingência para a variável quantificação (grau de impacto) e o critério de espaço do impacto ambiental.

Informação			Espaço			Total
			Local	Regional	Estratégico	
Grau de impacto	Desprezível	Observado	90	53	13	156
		Esperado	88,1	42,5	25,4	156,0
	Baixo Grau	Observado	114	39	22	175
		Esperado	98,8	47,7	28,5	175,0
	Médio Grau	Observado	29	30	22	81
		Esperado	45,7	22,1	13,2	81,0
	Alto Grau	Observado	27	7	15	49
		Esperado	27,7	13,4	8,0	49,0
	Muito alto Grau	Observado	7	0	5	12
		Esperado	6,8	3,3	2,0	12,0
	Total	Observado	267	129	77	473
		Esperado	267,0	129,0	77,0	473,0

O critério de espaço (local, regional e estratégico) relacionado ao grau de impacto trouxe números que mostram as maiores diferenças entre todas as frequências observadas e esperadas, se comparado a outros resultados deste estudo (quadros de contingência).

Observou-se que a maior variação entre as frequências foi observada nos impactos locais e de médio grau (16,7 pontos). Dentre os impactos mostrados no Quadro 6, quatro deles (desprezível e regional; desprezível e estratégico; baixo grau e

local; e ainda médio grau e local) possuem variação entre as frequências acima de 10 pontos, sendo, respectivamente, 10,5; 12,4; 15,2; e 16,7 pontos.

Essa grande variação entre as frequências observada e esperada possibilitou que a relação entre o grau de impacto e o critério de espaço tivesse o maior valor de qui-quadrado e assim, conseqüentemente, a maior relação entre as variáveis.

O Quadro 7 traz o quadro de contingência para a variável quantificação (grau de impacto) e o critério tempo do impacto ambiental.

Quadro 7 - Quadro de contingência para a variável quantificação (grau de impacto) e o critério tempo do impacto ambiental.

Informação			Tempo			Total
			Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo	
Grau de impacto	Desprezível	Observado	61	74	21	156
		Esperado	71,9	58,4	25,7	156,0
	Baixo Grau	Observado	76	73	26	175
		Esperado	80,7	65,5	28,9	175,0
	Médio Grau	Observado	47	17	17	81
		Esperado	37,3	30,3	13,4	81,0
	Alto Grau	Observado	24	12	13	49
		Esperado	22,6	18,3	8,1	49,0
	Muito alto Grau	Observado	10	1	1	12
		Esperado	5,5	4,5	2,0	12,0
Total	Observado	218	177	78	473	
	Esperado	218,0	177,0	78,0	473,0	

A comparação entre o grau de impacto com o critério de temporalidade mostrou que os impactos de grau desprezível e de médio prazo possuem a maior variação entre as frequências observadas e esperadas (15,6 pontos).

Os impactos ambientais de curto prazo (218) são a grande maioria dos impactos encontrados, representando 46,09% do total. Esse número é 1,23 vezes maior que o número de impactos ambientais de médio prazo e 2,79 vezes maior que os impactos ambientais de longo prazo. Essa informação pode ser deduzida pelo uso do quadro de contingência, ao contrário da matriz de interação, o que mais uma vez demonstra a sua aplicabilidade no sentido de evidenciar resultados, notadamente para o público leigo.

Este tipo de informação é de muita utilidade em audiências públicas, uma vez que as partes interessadas (atores sociais) anseiam em saber se os impactos ambientais começarão a surgir já na implantação do empreendimento (curto prazo) ou mais à frente (médio ou longo prazo).

De sua parte, o Quadro 8 faz referência ao quadro de contingência para a variável quantificação (grau de impacto) e o critério de dinâmica do impacto ambiental.

Quadro 8 - Quadro de contingência para a variável quantificação (grau de impacto) e o critério de dinâmica do impacto ambiental.

Informação		Dinâmica			Total	
		Temporário	Cíclico	Permanente		
Grau de impacto	Desprezível	Observado	147	0	9	156
		Esperado	131,3	1,3	23,4	156,0
	Baixo Grau	Observado	147	3	25	175
		Esperado	147,3	1,5	26,3	175,0
	Médio Grau	Observado	56	1	24	81
		Esperado	68,2	0,7	12,2	81,0
	Alto Grau	Observado	39	0	10	49
		Esperado	41,2	0,4	7,4	49,0
	Muito alto Grau	Observado	9	0	3	12
		Esperado	10,1	0,1	1,8	12,0
	Total	Observado	398	4	71	473
		Esperado	398,0	4,0	71,0	473,0

O critério de dinâmica, quando relacionado ao grau de impacto, evidenciou que o número de impactos ambientais temporários (398) representa a ampla maioria dos impactos encontrados (84,14%), sendo 99,5 vezes maior que os de caráter cíclico (4) e 5,6 vezes maior que os de caráter permanente (71).

Do ponto de vista de quem participa de uma audiência pública ou de um processo de licenciamento ambiental, fica fácil observar, mostrar e entender que a grande maioria desses impactos é de caráter temporário, ou seja, eles têm uma longevidade previsível, após o término da ação impactante. De modo geral, essa informação pode trazer certa tranquilidade ao empreendedor, aos representantes do órgão licenciador e à população afetada pelo empreendimento, na medida em que naturalmente se preocupam com o caráter de temporalidade dos impactos ambientais.

Embora nem todos os estudos de impacto ambiental terão este resultado, é fato que em uma audiência pública resultados semelhantes devem ser explorados e evidenciados. Os quadros de contingência podem auxiliar nesse processo, sintetizando os resultados das complexas matrizes de interação ao evidenciar os mais expressivos.

Dentro da relação entre o caráter de dinâmica e o grau de impacto, a maior variação entre as frequências observada e esperada ocorreu nos impactos ambientais de grau desprezível e caráter temporário, ou seja, com 15,7 pontos de variação.

O Quadro 9 traz o quadro de contingência para a variável quantificação (grau de impacto) e o critério de plástica do impacto ambiental.

Quadro 9 - Quadro de contingência para a variável quantificação (grau de impacto) e o critério de plástica do impacto ambiental.

Informação		Plástica		Total	
		Reversível	Irreversível		
Grau de impacto	Desprezível	Observado	147	9	156
		Esperado	132,3	23,7	156,0
	Baixo Grau	Observado	150	25	175
		Esperado	148,4	26,6	175,0
	Médio Grau	Observado	57	24	81
		Esperado	68,7	12,3	81,0
	Alto Grau	Observado	38	11	49
		Esperado	41,5	7,5	49,0
	Muito alto Grau	Observado	9	3	12
		Esperado	10,2	1,8	12,0
Total	Observado	401	72	473	
	Esperado	401,0	72,0	473,0	

Analisando o critério de plástica ao grau de impacto, observou-se que os desprezíveis e reversíveis e também os desprezíveis e irreversíveis possuem a maior diferença entre as frequências observadas e esperadas, dentre todos os impactos analisados, com 14,7 pontos cada.

Dos impactos ambientais analisados no Quadro 9, quatro de 10 deles (desprezível reversível, desprezível irreversível, médio grau reversível e médio grau irreversível) apresentaram diferença entre as frequências observada e esperada acima da casa dos 10 pontos. Esse percentual elevado evidenciou a grande associação entre as variáveis.

Quando somadas as frequências observadas destes impactos ambientais foi obtido o número de 237 (50,10%) do total. Isso mostrou o quão significativo são esses impactos para o teste de associação entre as variáveis (qui-quadrado).

## 4.2 Teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ )

Os resultados da aplicação do teste do qui-quadrado são apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 – Resultado do teste do qui-quadrado para os graus de impactos relacionados aos critérios ambientais.

Análise	$\chi^2_{\text{calc}}$	$\chi^2_{\text{tab}}$	Teste Fischer	GL	$\alpha$	N
Grau de impacto x Meio	24,253*	20,090	25,803	8	0,01	473
Grau de impacto x Valor	16,113**	13,277	16,072	4	0,01	473
Grau de impacto x Ordem	6,621 ns	13,277	6,55	4	0,01	473
Grau de impacto x Espaço	46,180*	20,090	45,919	8	0,01	473
Grau de impacto x Tempo	29,541*	20,090	29,313	8	0,01	473
Grau de impacto x Dinâmica	30,054*	20,090	30,511	8	0,01	473
Grau de impacto x Plástica	26,882**	13,277	27,361	4	0,01	473

\* Significativo pelo teste de  $\chi^2$  em nível de 1% de significância e 8 graus de liberdade.

\*\* Significativo pelo teste de  $\chi^2$  em nível de 1% de significância e 4 graus de liberdade.

ns - Não Significativo pelo teste de  $\chi^2$  em nível de 1% de significância e 4 graus de liberdade.

A análise que comparou o grau de impacto com o critério de espaço foi a que apresentou maior grau de associação entre as variáveis com  $\chi^2_{\text{calc}} = 46,180$ . Esse valor é 1,5 vezes maior que a comparação envolvendo o critério de dinâmica, que foi o segundo com maior avaliação no teste ( $\chi^2_{\text{calc}} = 30,054$ ).

O critério de ordem é o único que apresentou resultado não significativo no teste do qui-quadrado ( $\chi^2_{\text{calc}} = 6,621$ ). Isso ocorreu devido à baixa diferença entre as frequências observada e esperada de cada célula do quadro de contingência. Pelo teste de qui-quadrado, quanto maior for essa diferença, maior será o resultado de  $\chi^2_{\text{calc}}$ , pois se trata de um somatório das diferenças entre as frequências.

Outro fator que contribuiu para o resultado não significativo do teste foi o fato do critério de ordem apresentar apenas duas opções de resposta (direto e indireto). Assim, o quadro de contingência para este critério possui cinco linhas e duas colunas, ou seja, quatro graus de liberdade. Desse modo, o valor de  $\chi^2_{\text{tab}}$  torna-se mais restritivo, uma vez que se tem menos dados para compor o somatório de  $\chi^2_{\text{calc}}$  e o mesmo segue uma tendência de ter valores menores, ficando mais próximos do valor tabelado. Todavia, isso não pode ser tomado como regra, uma vez que os critérios de valor e plástica também apresentam apenas duas opções (valor: negativo ou positivo; plástica: reversível ou irreversível) e, quando relacionados ao grau de impacto, se mostraram significativos em nível de 1% e quatro graus de liberdade. Enfim, é facilmente

perceptível pelo Quadro 10 que existe a tendência das análises que possuem oito graus de liberdade apresentarem, de forma geral, maior valor de  $\chi^2_{\text{calc}}$  do que aquelas com quatro graus de liberdade.

## 5. Conclusões

As variáveis qualitativas (critérios de avaliação de impactos) exercem influência nas variáveis quantitativas (grau de impacto), ou seja, existe associação entre as mesmas. Para as condições estabelecidas no presente estudo, apenas o critério de ordem (impactos diretos e indiretos) não demonstrou essa influência.

O critério de espaço apresentou maior associação com as variáveis de quantificação (grau de impacto), devido os maiores valores de  $\chi^2_{\text{calc}}$ , tornando-se aquele com maior capacidade de influência na definição do grau de impacto.

Os quadros de contingência elaborados para o teste do qui-quadrado são adequados para sintetizar os resultados das matrizes de interação de impactos ambientais. Assim, podem ser utilizados em audiências públicas como forma de exposição dos resultados, facilitando o entendimento de todos os atores sociais envolvidos no processo de licenciamento, que são: o empreendedor, o consultor (o elaborador do estudo de impacto ambiental), os representantes do órgão ambiental licenciador e, principalmente, o público leigo que participa efetivamente dessas audiências. Porém, eles devem ser expostos no estudo de impacto ambiental e nas audiências públicas logo após as matrizes de interação, sem jamais substituí-las. Enfim, são instrumentos complementares.



## 6. Referências Bibliográficas

- AGRESTI, A. **Categorical data analysis**. Gainesville. Wiley. 1990. 558 p.
- BARROSO, N. C. **Categorização de dados quantitativos para estudos de diversidade genética**. 2010, 97 p. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2010.
- DAMASCENO, N. P.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. O impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade da agricultura familiar, geração de emprego e renda no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v. 49, n. 1, Brasília. 2011.
- ELWEN, S. H.; BES, P. B. Environmental factors influencing the distribution of southern right whales (*Eubalaena australis*) on the south coast of South Africa II: within bay distribution. **Marine Mammal Science**, v. 20, n. 3, p. 583-601, 2004.
- FERREIRA, J. C. S.; SILVA, J. A. A.; MIGUEL, E. P.; ENCINAS, J. I.; TAVARES, J. A. Eficiência relativa de modelos volumétricos com e sem a variável altura da árvore. **Revista ACTA Tecnológica**, v. 6, n. 1, p. 89-102, 2011.
- FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos**. 2010. 230 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2010.
- FONSECA, J. R. S. Os Métodos Quantitativos na Sociologia: Dificuldades de Uma Metodologia de Investigação. In: VI CONGRESSO PORTUGUÊS DE SOCIOLOGIA, 2008, Lisboa – Portugal. **Anais...** UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA, 2008.
- GOTELLI, J. N.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. Tradução: Landeiro V. L. Porto Alegre, RS: Artmed, 2011. 528 p.
- KESLEY, D.J.; KUMAR, K. **The collection, analysis, and use of monitoring and evaluation data**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1995.
- LUNSFORD, M. L.; FINK, A. D. D. Water Taste Test Data. **Journal of Statistics Education**, Longwood University, v. 18, n. 1, p. 1-19, 2010.
- MACHADO, M. R.; MACHADO, M. A. V.; MURCIA, F. D. R.; Em busca da legitimidade social: relação entre o impacto ambiental da atividade econômica das empresas brasileiras e os investimentos no meio ambiente. **Revista Universo Contábil**, FURB, Blumenau, v. 7, n. 1, p. 20-35, 2011.
- MACHADO, S. A.; URBANO, E.; CONCEIÇÃO, M. B. Comparação de métodos de estimativa de volume para *Pinus oocarpa* em diferentes idades e diferentes regimes de desbaste. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 50, p. 81-98, 2005.
- MEIRELLES, M. O Uso do SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na Ciência Política: uma breve introdução. **Pensamento Plural**, Pelotas v. 14, p. 65-91, 2014.

MUTURI, E. J.; MWANGANGI, J.; SHILILU, J.; JACOB, B. G.; MBOGO, C.; GITHURE, J.; NOVAK, R. J. Environmental factors associated with the distribution of *Anopheles arabiensis* and *Culex quinquefasciatus* in a rice agro-ecosystem in Mwea, Kenya. **Journal of Vector Ecology**. v. 33, n. 1, p. 56-63, 2008.

SANS, E. C. S.; FEDERICI, J. F.; HAMMERSCHMIDT, J.; CLEMENTE, H. C.; DAHLKE, F.; MOLENTO, C. F.M. O enriquecimento ambiental sobre o bem-estar de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 10, p.1867-1873, 2014.

SCHRÖDER, T.; HOFIÇO, N. A. S.; ZIMMERMANN, A. P. L.; PEREIRA, L.; ROCHA JUNIOR, D. S.; MEYER, E. A.; FLEIG, F. D. Métodos de estimativa de volume comercial para *Eucalyptus grandis*: especificidades e recomendações. **Pesquisa Florestal Brasileira**., Colombo, v. 33, n. 73, p. 01-07, 2013.

SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil**. 1994. 309 f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 1994.

SILVA, E. **Técnicas de avaliação de impactos ambientais**. Viçosa, MG, CPT, 1999, 64 p. (Videocurso, 199).

VALDETARO, E. B. **Avaliação quali quantitativa de impactos ambientais de um programa de fomento florestal, na Zona da Mata Mineira**. 2011. 203 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2011.

# APÊNDICES

Atividades impactantes	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																										
	Meio Físico												Meio Biótico								Meio Antrópico						
	Ar		Água						Solo				Flora terrestre			Fauna terrestre		Flora aquática		Fauna aquática							
	Partículas sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Qualidade química da água superficial	Qualidade química da água subterrânea	Intervenção de curso hídrico	Vazão	Compactação	Erosão	Fertilidade	Microbiota	Cultura existente	Banco de propágulos no solo	Regeneração natural sob o plantio	Vertebrados	Insetos e outros Invertebrados	Macrófitas	Fitoplâncton	Peixes	Zooplâncton	Nível de conhecimento técnico	Fixação do homem no campo	Empregos	Saúde e segurança da pessoa vinculada a atividade	Desenvolvimento regional	Paisagem
Palestra/Dia de campo	NDR CTV	NDR CTV						PIE CTV	PIE CTV	PIE CTV		NDE CTV	NIE CTV	NIE CTV	PIE MTV	PIE MTV					PDE CAS	PIE CTV	PIE CTV	PDE CAS	PIE CTV	PIE MTV	
Visita do produtor ao IEF/MG	NDR CTV	NDE CTV																			PDE CAS	PIE CTV	PIE CTV		PIE CTV	PIE MTV	
Visita dos estagiários e georreferenciamento das áreas de plantio	NDR CTV	NDE CTV	PIE CAS	PIE CAS	PIE CAS	PIE CAS	PIE CAS	PIE CAS	PIE CAS	PIE CAS	PIE CAS	NIE CAS	NIE CAS	NIE CAS	PIE MAS	PIE MAS	NIE CAS	NIE CAS	NIE CAS	NIE CAS	PDE CAS	PIE CTV	PIE CTV	NDE CTV	PIE CTV	PIE CTV	
Aquisição de fatores de produção	NDR CTV	NDE CTV																			PDL CTV				PDE CYV		
Contratação de mão de obra																					PDR CAS	PDE CTV	PDE CTV	NIE CTV	PIE MTV		
Cercamento da área de plantio	NDL CTV												NDL CYV		NDL CYV	PIL CYV									NDL CTV		
Limpeza da área (manual)	NDL CTV		NDR CTV	NIR MTV				NIR MTV	NIL MAS	NIL MTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIE CTV	NIR CTV					NDL CAS	PDL CTV	
Limpeza da área (mecânica)	NDL CTV	NDL CTV	NDR CTV	NIR MAS				NIR MTV	NIL MAS	NIL MTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIE CTV	NIR CTV					NDL CAS	PDL CTV	
Limpeza da área (química)					NDR CTV	NIR CTV			PIL CTV		PIL MTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIE CTV	NIR CTV					NDL CAS	PDL CTV	
Combate químico às formigas - Isca					NIR CTV	NIR CTV						NDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	NIL CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIR CTV					NDL CTV		
Combate químico às formigas - Termonebulização	NDL CTV	NDL CTV			NIR CTV	NIR CTV						NDL CTV	PDL CTV	PDL CTV		NDL CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIR CTV					NDL CTV		
Combate químico às formigas - Pó químico	NDL CTV				NIR CTV	NIR CTV						NDL CTV	PDL CTV	PDL CTV		NDL CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIR CTV					NDL CTV		
Preparação do solo - Aração/Gradagem	NDL CTV	NDL CTV	NIR CTV	NIR MAS				NIR MAS	PDL CTV	NIL CTV	PDL CTV	PDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	PDL CTV	NIR MAS	NIR MAS	NIR MAS	NIR MAS					NDL CTV	NDL CTV
Coveamento	NDL CTV	NDL CTV	NIL CTV	NIR MTV					PDL CTV							NDL CTV										NDL CAS	PDL CTV
Subsolagem/sulcagem	NDL CTV	NDL CTV	NIL CTV	NIR MTV					PDL CTV	NIL MTV				NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	PDL CTV									NDL CAS	PDL CTV
Transporte das mudas e outros insumos	NDR CTV	NDR CTV	NDR CTV				NDL CTV	NDR CAS	NIR MTR								NDR CTV	NIL CTV	NIL CTV	NIL CTV	NIL CTV			PDR CTV			
Combate a cupim					NDR CTV	NDR CTV						NDL MTV					NIR CTV	NDL CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIR CTV					NDL CTV	
Plantio		PDE CTV	PIL MTV	PIR MTV				PIE MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV					NDL CTV	PDL CTV
Adubação de plantio					NIR CTV	NIR CTV					PDL CTV		PDL CTV	PDL CTV				NIR CTV	NIR CTV	NIR CTV	NIR CTV					NDL CTV	PIL MTV
Replantio		PDE CTV	PIL MTV	PIR MTV				PIE MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV	PIL MTV						PDL CTV
Descarte de embalagens de insumos					NDR CTV	NDR CTV						NDL CTV					NIR CTV	NIL CTV	NDR CTV	NDR CTV	NDR CTV	NDR CTV				NDE CAS	NDL CTV

Critérios de avaliação:

Valor: Positivo (P)  
Negativo (N)

Ordem: Direto (D)  
Indireto (I)

Espaço: Local (L)  
Regional (R)  
Estratégico (E)

Tempo: Curto Prazo (C)  
Médio Prazo (M)  
Longo Prazo (O)

Dinâmica: Temporário (T)  
Cíclico (Y)  
Permanente (A)

Plástica: Reversível (V)  
Irreversível (S)

APÊNDICE I - Matriz de interação para a identificação e caracterização qualitativa de impactos ambientais dos plantios de fomento florestal – Etapa de implantação.

Fonte: Valdetaro (2011).

Atividades impactantes	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																										Quantidade de impactos	Total (+)	Total (-)	Saldo	
	Meio Físico										Meio Biótico										Meio Antrópico										
	Ar		Água				Solo				Flora terrestre			Fauna terrestre		Flora aquática		Fauna aquática													
	Partículas sólidas	Gases	Turbulência	Assoreamento	Qualidade química da água superficial	Qualidade química da água subterrânea	Intervenção de curso hídrico	Vazão	Compactação	Erosão	Fertilidade	Microbiota	Cultura existente	Banco de propágulos no solo	Regeneração natural sob o plantio	Verteb. rados	Insetos e outros Invertebrados	Macrófitas	Fitoplâncton	Peixes	Zooplâncton	Nível de conhecimento técnico	Fixação do homem no campo	Empregos	Saúde e segurança da pessoa vinculada à atividade	Desenvolvimento regional					Pasegismo
Palestra/Dia de campo	-1	-1	0	0	0	0	0	4	5	4	0	-4	-1	-4	2	1	0	0	0	0	5	4	3	3	5	2	16	38	-11	27	
Visita do produtor ao IEF/MG	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	2	1	7	7	-4	3	
Visita dos estagiários e georreferenciamento das áreas de plantio	-2	-2	3	3	3	2	4	4	3	5	4	1	-3	-1	-3	2	1	-2	-2	-2	4	3	2	-4	4	3	27	51	-23	28	
Aquisição de fatores de produção	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	4	6	-4	2	
Contratação de mão de obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	-3	1	0	5	11	-3	8	
Cercamento da área de plantio	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	-2	2	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	5	2	-7	-5	
Limpeza da área (manual)	-1	0	-1	-1	0	0	0	-1	0	-1	-1	-2	-2	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-3	0	2	18	2	-23	-21	
Limpeza da área (mecânica)	-1	-1	-2	-2	0	0	0	-2	0	-2	-2	-3	-3	-1	-3	-2	-2	-2	-2	-2	0	0	0	-2	0	2	19	2	-36	-34	
Limpeza da área (química)	0	0	0	0	-3	-2	0	0	2	0	2	-4	-5	-3	-5	-2	-4	-3	-3	-3	0	0	0	-5	0	2	16	6	-45	-39	
Combate químico às formigas - Isca	0	0	0	0	-3	-2	0	0	0	0	0	-2	4	0	4	-1	-4	-2	-2	-2	0	0	0	-1	0	0	12	8	-21	-13	
Combate químico às formigas - Termonebulização	-1	-1	0	0	-2	-1	0	0	0	0	0	-3	2	0	2	0	-3	-1	-1	-1	0	0	0	-4	0	0	13	4	-19	-15	
Combate químico às formigas - Pó químico	-1	0	0	0	-2	-2	0	0	0	0	0	-2	1	0	1	0	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-2	0	0	12	2	-15	-13	
Preparação do solo - Aração/Gradagem	-3	-3	-4	-4	0	0	0	-4	4	-5	2	2	-4	-4	-4	-2	3	-3	-3	-3	0	0	0	-2	0	-3	20	11	-54	-43	
Coveamento	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-4	0	3	8	5	-9	-4	
Subsolagem/sulcagem	-3	-3	-2	-2	0	0	0	0	4	-4	0	0	0	-1	-1	-1	2	0	0	0	0	0	0	-2	0	3	12	9	-19	-10	
Transporte das mudas e outros insumos	-2	-2	-1	0	0	0	-1	0	-2	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	0	0	1	0	0	0	12	1	-14	-13	
Combate a cupim	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	-1	-3	-2	-2	-2	0	0	0	-3	0	0	10	0	-19	-19	
Plantio	0	2	2	3	0	0	0	3	4	4	3	4	0	2	-4	3	3	2	2	3	2	0	0	-2	0	4	18	46	-6	40	
Adubação de plantio	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	5	0	1	3	2	0	0	-2	-2	-1	-2	0	0	0	-1	0	2	12	13	-10	3
Replantio	0	1	1	1	0	0	0	1	2	2	2	2	0	1	-2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	17	21	-2	19
Descarte de embalagens de insumos	0	0	0	0	-3	-2	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	-3	-2	-3	-3	-3	0	0	0	-3	0	-3	11	0	-30	-30	
<b>Quantidade de impactos</b>	13	12	9	8	8	8	2	6	9	9	9	12	10	11	13	15	15	14	14	14	14	5	4	5	17	5	13	<b>274</b>			
<b>Total (+)</b>	0	3	6	7	3	2	4	8	25	16	22	9	8	6	9	8	13	3	3	4	3	15	12	12	3	15	26	<b>245</b>			
<b>Total (-)</b>	-21	-18	-11	-10	-15	-11	-1	-7	-2	-13	-3	-20	-21	-14	-28	-18	-21	-23	-23	-22	-23	0	0	0	-43	0	-6			<b>-374</b>	
<b>Saldo</b>	-21	-15	-5	-3	-12	-9	3	1	23	3	19	-11	-13	-8	-19	-10	-8	-20	-20	-18	-20	15	12	12	-40	15	20				<b>-129</b>

Crerios de avaliaço:

Sinal		Quantificao					
+	-	0	1	2	3	4	5
Positivo	Negativo	Nenhum impacto	Desprezível	Baixo Grau	Mdio Grau	Alto Grau	Muito Alto

APÊNDICE II - Matriz de interao para a identificao e caracterizao quantitativa de impactos ambientais dos plantios de fomento florestal – Etapa de implantao.

Fonte: Valdetaro (2011).

Atividades impactantes	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																												
	Meio Físico											Meio Biótico								Meio Antrópico									
	Ar		Água					Solo				Flora terrestre			Fauna terrestre		Flora aquática		Fauna aquática										
	Partículas sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Qualidade química da água superficial	Qualidade química da água subterrânea	Intervenção de curso hídrico	Vazão	Compactação	Erosão	Fertilidade	Microbiota	Cultura existente	Banco de propágulos no solo	Regeneração natural sob o plantio	Vertebrados	Insetos e outros invertebrados	Macrófitas	Fitoplâncton	Peixes	Zooplâncton	Nível de conhecimento técnico	Fixação do homem no campo	Empregos	Saúde e segurança da pessoa vinculada à atividade	Desenvolvimento regional	Paisagismo		
Combate químico às formigas - Isca					N I R M T V	N I R M T V					NDL M T V	PDL M T V		PDL M T V	N I L M T V	N I L M T V	N I R M T V	N I R M T V	N I R M T V	N I R M T V						NDL M A S			
Coroamento	NDL M T V												NDL M T V	NDL M T V	NDL M T V											PDL M T V	NDL M A S		P I L M T V
Roçada manual de entrelinha (2º e 8º mês)										P I L M T V	P I L M T V	NDL M T V	NDL M T V	NDL M T V		N I L M T V									PDL M T V	NDL M A S		P I L M T V	
Roçada mecânica de entrelinha (2º e 8º mês)	NDL M T V	NDL M T V								P I L M T V	P I L M T V	NDL M T V	NDL M T V	NDL M T V		N I L M T V									PDL M T V	NDL M A S		P I L M T V	
Adubação de cobertura (2º e 8º mês)					N I R M T V	N I R M T V						PDL M T V	PDL M T V	NDL M T V				N I R M T V	N I R M T V	N I R M T V	N I R M T V					NDL M T V		P I L M T V	
Visita de avaliação do plantio	NDE M T V	NDE M T V								P I E M T V		N I E M T V	N I E M T V	N I E M T V	N I E M T V	N I E M T V						PDE M A S	P I E M T V		NDE M T V	P I E M T V	P I E M T V		
Primeira desrama										P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V											N I L M T V		
Segunda desrama										P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V											N I L M T V		
Desbaste seletivo	NDL M T V	NDL M T V											PDL M T V	PDL M T V	PDL M T V	NDL M T V	P I L M T V								P I R M T V	PDR M T V	NDR M A S		
Traçamento, toragem e desganhamento das árvores desbastadas	NDL M T V	NDL M T V								PDL M T V	PDL M T V	P I L M T V	P I L M T V	P I L M T V	NDL M T V										PDL M T V	NDL M A S			
Extração das toras por rolamento ou tombamento manual			N I L M T V					NDL M T V	N I L M T V	N I L M T V	N I L M T V															PDL M T V	NDL M A S		
Manutenção de estradas de acesso	NDL M T V	NDL M T V	N I R M T V	N I R M A S			NDL M T V	NDR M A S	PDL M T V	N I L M T V									N I L M T V	N I L M T V	N I L M A S	N I L M T V			PDL M T V	NDL M A S			

Características dos impactos:

Valor: Positivo (P)  
Negativo (N)

Ordem: Direto (D)  
Indireto (I)

Espaço: Local (L)  
Regional (R)  
Estratégico (E)

Tempo: Curto Prazo (C)  
Médio Prazo (M)  
Longo Prazo (O)

Dinâmica: Temporário (T)  
Cíclico (Y)  
Permanente (A)

Plástica: Reversível (V)  
Irreversível (S)

APÊNDICE III - Matriz de interação para a identificação e caracterização qualitativa de impactos ambientais dos plantios de fomento florestal – Etapa de manutenção.

Fonte: Valdetaro (2011).

Atividades impactantes	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																										Quantidade de impactos	Total (+)	Total (-)	Saldo	
	Meio Físico											Meio Biótico								Meio Antrópico											
	Ar		Água					Solo				Flora terrestre			Fauna terrestre		Flora aquática		Fauna aquática												
	Partículas sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Qualidade química da água superficial	Qualidade química da água subterrânea	Intervenção de curso hídrico	Vazão	Compactação	Erosão	Fertilidade	Microbiota	Cultura existente	Banco de propágulos no solo	Regeneração natural sob o plantio	Vertebrados	Insetos e outros invertebrados	Macrófitas	Fitoplâncton	Peixes	Zooplâncton	Nível de conhecimento técnico	Fixação do homem no campo	Empregos	Saúde e segurança da pessoa vinculada à atividade	Desenvolvimento regional					Paisagismo
Combate químico às formigas - Isca	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	2	0	2	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-2	0	0	12	4	-12	-8
Coroamento	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-2	0	2	7	4	-6	-2
Roçada manual de entrelinha (2º e 8º mês)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	-2	-2	-2	0	-1	0	0	0	0	0	0	2	-2	0	2	9	7	-9	-2
Roçada mecânica de entrelinha (2º e 8º mês)	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	-2	-2	-2	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	2	11	6	-11	-5
Adubação de cobertura (2º e 8º mês)	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	5	0	1	1	1	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-2	0	2	12	10	-8	2
Visita de avaliação do plantio	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	-3	-1	-3	-3	-3	0	0	0	0	3	2	0	-4	2	3	13	14	-21	-7
Primeira desrama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	8	11	-2	9
Segunda desrama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	8	11	-2	9
Desbaste seletivo	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	-2	2	0	0	0	0	0	2	2	-3	0	0	10	18	-7	11
Traçamento, toragem e desgalhamento das árvores desbastadas	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	2	-2	0	0	0	0	0	0	0	2	-3	0	0	10	11	-7	4
Extração das toras por rolamento ou tombamento manual	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	0	0	7	1	-7	-6
Manutenção de estradas de acesso	-1	-1	-1	-1	0	0	-2	-1	2	-2	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-1	0	0	1	-2	0	0	14	3	-16	-13
<b>Quantidade de impactos</b>	6	5	2	1	2	2	1	1	2	2	8	7	10	9	10	6	7	3	3	3	3	1	2	7	12	1	5	<b>121</b>			
<b>Total (+)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	19	5	13	11	13	2	4	0	0	0	0	3	4	11	0	2	11		<b>100</b>		
<b>Total (-)</b>	-7	-7	-2	-1	-2	-2	-2	-1	-1	-3	-1	-2	-8	-6	-8	-8	-7	-3	-3	-4	-3	0	0	0	-27	0	0			<b>-108</b>	
<b>Saldo</b>	-7	-7	-2	-1	-2	-2	-2	-1	1	-3	18	3	5	5	5	-6	-3	-3	-3	-4	-3	3	4	11	-27	2	11				<b>-8</b>

Legenda:

Sinal		Quantificação					
+	-	0	1	2	3	4	5
Positivo	Negativo	Nenhum impacto	Desprezível	Baixo Grau	Médio Grau	Alto Grau	Muito Alto

APÊNDICE IV - Matriz de interação para a identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais dos plantios de fomento florestal – Etapa de manutenção.

Fonte: Valdetaro (2011).

Atividades impactantes	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																										
	Meio Físico								Meio Biótico								Meio Antrópico										
	Ar		Água				Solo		Flora terrestre			Fauna terrestre		Flora aquática		Fauna aquática											
	Partículas sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Qualidade química da água superficial	Qualidade química da água subterrânea	Intervenção de curso hídrico	Vazão	Compactação	Erosão	Fertilidade	Microbiota	Cultura existente	Banco de propágulos no solo	Regeneração natural sob o plantio	Vertebrados	Insetos e outros invertebrados	Macrófitas	Fitoplâncton	Peixes	Zooplâncton	Nível de conhecimento técnico	Fixação do homem no campo	Empregos	Saúde e segurança da pessoa vinculada à atividade	Desenvolvimento regional	Paisagismo
Comercialização da madeira																							PDE OTV	PIE OTV		PDE OTV	
Melhoria de estradas de acesso	NDL OTV	NDL OTV	NIR OTV	NIR OAS			NDL OAS	NIR OAS	PDL OTV	NIR OTV								NIR OAS	NIR OAS	NIR OAS	NIR OAS			PDR OTV	NDR OAS		PIL OTV
Manutenção de motosserra	NDL OTV	NDL OTV			NDL OTV	NDL OTV									NDL OTV			NIR OTV	NIR OTV	NIR OTV	NIR OTV				NDR OAS		
Corte / Derrubada	NDL OTV	NDL OTV	NIL OTV	NIL OTV					NDL OTV	NDL OTV			PDL OTV		PDL OTV	NDL OTV								PDR OTV	NDR OAS		NDL OTV
Desgalhamento, destopamento e traçamento	NDL OTV	NDL OTV													NDL OTV									PDL OTV	NDL OAS		
Extração das toras por rolamento ou tombamento manual									NDL OTV				NDL OTV	NDL OTV	NIL OTV									PDL OTV	NDL OAS		
Empilhamento manual									PDL OTV															PDL OTV	NDL OAS		
Carregamento manual																								PDL OTV	NDL OAS		
Carregamento semimecanizado	NDL OTV	NDL OTV													NDL OTV									PDL OTV	NDL OAS		
Transporte rodoviário da madeira	NDR OTV	NDR OTV							NDR OAS						NDR OTV									PDR OTV	NDR OAS	PDR OTV	
Aproveitamento de madeira e resíduos	NDR OTV	NDR OTV									PDL OTV	PIL OTV	PIL OTV	PIL OTV	PIL OTV		PIL OTV						PDL OTV		NDL OAS		

Características dos impactos:

Valor: Positivo (P)  
Negativo (N)

Ordem: Direto (D)  
Indireto (I)

Espaço: Local (L)  
Regional (R)  
Estratégico (E)

Tempo: Curto Prazo (C)  
Médio Prazo (M)  
Longo Prazo (O)

Dinâmica: Temporário (T)  
Cíclico (Y)  
Permanente (A)

Plástica: Reversível (V)  
Irreversível (S)

APÊNDICE V - Matriz de interação para a identificação e caracterização qualitativa de impactos ambientais dos plantios de fomento florestal – Etapa de colheita e transporte

Fonte: Valdetaro (2011)



Atividades impactantes	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES																										Quantidade de impactos	Total (+)	Total (-)	Saldo	
	Meio Físico												Meio Biótico								Meio Antrópico										
	Ar		Água						Solo				Flora terrestre			Fauna terrestre		Flora aquática		Fauna aquática											
	Partículas sólidas	Gases	Turbidez	Assoreamento	Qualidade química da água superficial	Qualidade química da água subterrânea	Interrupção de curso hídrico	Vazão	Compactação	Erosão	Fertilidade	Microbiota	Cultura existente	Banco de propágulos no solo	Regeneração natural sob o plantio	Vertebrados	Insetos e outros invertebrados	Macrófitas	Fitoplâncton	Peixes	Zooplâncton	Nível de conhecimento técnico	Fixação do homem no campo	Empregos	Saúde e segurança da pessoa vinculada à atividade	Desenvolvimento regional					Paisagismo
Comercialização da madeira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	4	0	3	10	0	10	
Melhoria de estradas de acesso	-2	-2	-2	-2	0	0	-2	-1	2	-2	0	0	0	0	0	0	-3	-3	-3	-3	0	0	1	-2	0	2	15	5	-27	-22	
Manutenção de motosserra	-1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-3	0	0	10	0	-13	-13	
Corte / Derrubada	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	4	0	4	-4	0	0	0	0	0	0	3	-4	0	-5	12	11	-21	-10	
Desgalhamento, destopamento e traçamento	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	2	-4	0	0	5	2	-12	-10	
Extração das toras por rolamento ou tombamento manual	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	-2	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	2	-3	0	0	6	2	-10	-8	
Empilhamento manual	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-3	0	0	3	1	-4	-3	
Carregamento manual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-3	0	0	2	1	-3	-2	
Carregamento semimecanizado	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	0	0	5	1	-8	-7	
Transporte rodoviário da madeira	-3	-4	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-4	3	0	7	4	-15	-11	
Aproveitamento de madeira e resíduos	-3	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	4	2	4	0	3	0	0	0	0	3	0	-2	0	0	10	23	-8	15	
<b>Quantidade de impactos</b>	7	7	2	2	1	1	1	1	5	2	1	1	3	2	3	5	1	2	2	2	2	0	2	9	10	2	2	<b>78</b>			
<b>Total (+)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	3	8	2	8	0	3	0	0	0	0	7	14	0	7	2	<b>60</b>				
<b>Total (-)</b>	-15	-16	-3	-3	-1	-1	-2	-1	-7	-3	0	0	-2	-1	-2	-13	0	-4	-4	-4	-4	0	0	0	-30	0	-5			<b>-121</b>	
<b>Saldo</b>	-15	-16	-3	-3	-1	-1	-2	-1	-5	-3	4	3	6	1	6	-13	3	-4	-4	-4	-4	0	7	14	-30	7	-3				<b>-61</b>

Legenda:

Sinal		Quantificação					
+	-	0	1	2	3	4	5
Positivo	Negativo	Nenhum impacto	Desprezível	Baixo Grau	Médio Grau	Alto Grau	Muito Alto

APÊNDICE VI - Matriz de interação para a identificação e caracterização quantitativa de impactos ambientais dos plantios de fomento florestal – Etapa de colheita e transporte.

Fonte: Valdetaro (2011).

# ANEXO

