

Avaliação de risco ambiental na aplicação da Sulfluramida (isca formicida)

Robinson Antonio Pitelli

UNESP – Ecosafe.

As preocupações da aplicação de qualquer substância xenobiótica estão associadas à noção de risco (saúde, ambiental, econômico, social, etc...)

Risco → uma estimativa do grau de incerteza que se tem com respeito à realização de resultados imediatos e futuros no uso de um xenobiótico.

Resultados imediatos e futuros: Positivos ou Negativos

O grau de incerteza é variável de acordo com o volume de informações que se tem sobre o fator ou atividade em avaliação de risco (Andrade, 2000)

Princípio de incerteza mínima: o volume de informações é grande e o risco é de alto grau de previsibilidade;

Princípio da incerteza máxima: o volume de informações é pequeno e o risco é de baixo grau de previsibilidade

Princípio da invariância da incerteza (não aplicável no caso)

Risco, toxicidade e exposição

No caso de substâncias xenobióticas, o risco é associado à toxicidade intrínseca da substância e à exposição a que serão submetidos os organismos ou o ambiente.

Toxicidade: a qualidade que caracteriza o potencial de dano de qualquer substância para um organismo vivo ou para uma parte específica desse organismo. Trata-se de uma característica da substância.

É importante ressaltar que a toxicidade apenas se manifesta quando o organismo é exposto à substância.

O valor da toxicidade e de outros efeitos negativos de uma substância deve ser o critério preponderante de avaliação de risco quando a ingestão é direta.



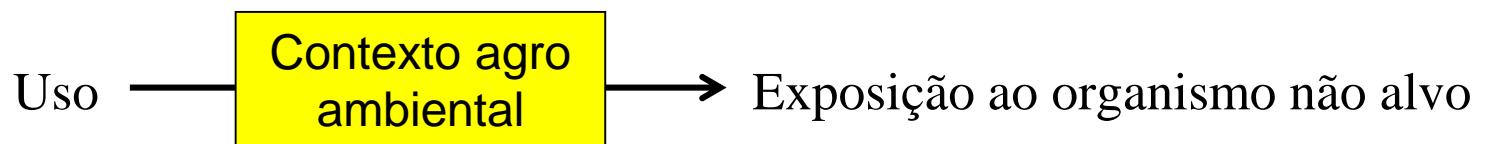
Há inúmeras substâncias em que a exposição não é direta, como é o caso de agrotóxicos e organismos não alvos, e a avaliação de risco dependerá de

- Qual é o uso da produção que se busca defender (alimento humano, ração, fibra, madeira, combustível, papel)
- O comportamento da substância no ambiente (dissipação, tipo de degradação, comportamento no solo e na água e outros)
- Condições climáticas locais
- O tipo de exploração da área (Agricultura, Olericultura, Pecuária intensiva ou extensiva, Reflorestamento, Sistema florestal extrativista, e outros)

Risco f. toxicidade x exposição

Medicações, alimentos, rações → exposição direta e imediata

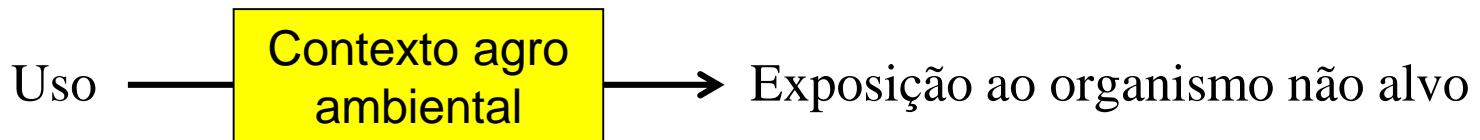
O uso de agrotóxicos nos agroecossistemas



Ciclo e tipo de cultura	Condições Climáticas	Situação orográfica	Tipo de solo	Tipo de aplicação	Modalidade da praga
-------------------------	----------------------	---------------------	--------------	-------------------	---------------------

Equipe de aplicação	Certificação da atividade	Nível tecnológico	Legislação de agrotóxicos
---------------------	---------------------------	-------------------	---------------------------

Avaliação da pertinência (risco / benefício)



- Potencial de perdas promovidas pela praga alvo.
- Inexistência de medida alternativa menos impactante que seja eficiente
- Possibilidade de obediência às leis trabalhistas e de segurança do trabalho
- Frequência de aplicação, necessidade de equipamentos e custo

Análise global de risco

Tem diferentes componentes a serem considerados

- Risco ambiental
- Risco ao consumidor
- Risco ao trabalhador rural

Exemplo pelo modelo de Kovach et al (1999)

- Risco : **Toxicidade, Propriedades químicas e físicas da substância**

Contexto, medidas mitigatórias, restrições de uso

Exposição

Environmental Impact Quocient

$$EIQ = \{C[(DT^*5)+(DT^*P)] + [(C*((S+P)/2)*SY)+(L)] + [(F^*R)+(D*((S+P)/2)^*3)+(Z^*P^*3)+(B^*P^*5)]\}/3$$

Onde: DT = toxicidade dérmica, C = toxicidade crônica, SY = sistemicidade, F = toxicidade para peixes, L = potencial de lixiviação, R = potencial de perda superficial, D = toxicidade para pássaros, S = meia-vida no solo, Z = toxicidade para abelhas, B = toxicidade para artrópodes benéficos, P = meia vida na superfície das plantas.

O uso desta equação é útil não só para avaliar o risco de uma substância no ambiente, como também para detectar informações que faltam para um análise mais substancial

Este modelo não se baseia apenas em números, mas também da oportunidade a ponderações práticas no contexto do uso

Aplicação ao caso da sulfluramida

Componente trabalhador rural

$$EIQ = \{C[(DT*5)+(DT*P)] + [(C*((S+P)/2)*SY)+(L)] + [(F*R)+(D*((S+P)/2)*3)+(Z*P*3)+(B*P*5)]\}/3$$

Toxicidade dérmica

Meia vida na superfície da planta

Toxicidade crônica

Organismo	Parâmetro	Dose	Fonte
Apis mellifera	DL50	38,4 µg/indivíduo	Tecam
Ceriodaphnia dubia	NOEL	0,15 mg/L	Bioensaios
Cobaias	Dermal aguda	Não irritante	CEEPA/UFPPr
Codorna	DL50	473,76 mg/L	University of Georgia
Codorna	DL50	300 mg/kg	Bio-life Associates
Coelhos	DT50 dermal	>2000 mg/kg	Pharmaton
Coelhos	Dermal aguda	não irritante	CEEPA/UFPPr
Coelhos	Oral aguda	Sem opacidade da córnea	CEEPA/UFPPr
Daphnia magna	CL50	> 10 mg/L	ABC laboratories
Daphnia magna	NOEL	10 mg/L	ABC laboratories
Eisenia foetida	CE 50	246,2 mg/kg	CEEPA/UFPPr
Lepomis macrochirus	CL50	>6,5 mg/L	ABC laboratories
Lepomis macrochirus	NOEL	1,6 mg/L	ABC laboratories
Mallard	DL50	165 mg/kg	Wildlife International Study
Ratos	DT50	6600 mg/Kg	CEEPA/UFPPr
Ratos	NOEL	10 ppm	Exo Biomedical Science
Ratos	CL50 inalatória	4,37 mg/L	Hazleton UK
Ratos	DT50 dermal	> 2000 mg/kg	CEEPA/UFPPr
Salmo gairdneri	CL50	>10 mg/L	ABC laboratories
Salmo gairdneri	NOEL	10 mg/L	ABC laboratories
Selenastrum capricornum	CE 50	68,12 mg/L	CEEPA/UFPPr
Spirillum	CE 50	0,1585 g/100 mL	CEEPA/UFPPr

Dados toxicológicos da isca formicida

TOXICIDADE DA ISCA FORMICIDA			
Rato	DL50 oral	>2000 mg/kg	CEEPA/UFPr
Rato	DL50 dermal	>2000 mg/kg	CEEPA/UFPr
Coelho	Toxicidade oral	Mínima, reversível 24 horas	CEEPA/UFPr
Coelho	Toxicidade dermal	Não irritante	CEEPA/UFPr
Salmonella typhimurium	Mutagenicidade	Não mutagênico	TECAM
Microrganismos do ciclo do C	Inibição	Sem efeito até 10 x dose recomendada	CEEPA/UFPr
Microrganismos do ciclo do C	Inibição	Estimulante	CEEPA/UFPr
Selenastrum capricornutum	CL50	>250 mg/L	TECAM
Eisenia foetida	CL50	>1000 mg/kg	CEEPA/UFPr
Apis melífera	DL50	>100 ug/indivíduo	CEEPA/UFPr
Daphnia magna	CL50	>100 mg/K	CEEPA/UFPr
Brachydanio rerio	CL50	>100 mg/K	CEEPA/UFPr
Coturnix Coturnix japônica	DL50	>2000 mg/kg	TECAM

Componente trabalhador rural

$$EIQ = \{C[(DT*5)+(DT*P)] + [(C*((S+P)/2)*SY)+(L)] + [(F*R)+(D*((S+P)/2)*3)+(Z*P*3)+(B*P*5)]\}/3$$

Toxicidade dérmica

Meia vida na superfície da planta (Ramos et al, 1999)

Toxicidade crônica

Organismo	Parâmetro	Resultado	Laboratório
Salmonella	Genotoxicidade	Sem atividade genética	Hazleton UK
Ratos	Genotoxicidade	Sem atividade genética	Hazleton UK
Ratos	Maternal toxicidade	Noel 1 mg/kg/dia	Pharmaton
Ratos	Desenvolvimento feto	Noel 4 mg/kg/dia	Pharmaton
Coelhos	Maternal toxicidade	Noel 0,1 mg/kg/dia	Pharmaton
Coelhos	Desenvolvimento feto	Noel 1,5 mg/kg/dia	Pharmaton

Componente trabalhador rural

$$EIQ = \{C[(DT*5)+(DT*P)] + [(C*((S+P)/2)*SY)+(L)] + [(F*R)+(D*((S+P)/2)*3)+(Z*P*3)+(B*P*5)]\}/3$$

Toxicidade dérmica

Meia vida na superfície da planta (Ramos et al, 1999)

Toxicidade crônica

No contexto da aplicação da sulfluramida com trabalhadores de empresas especializadas, uso de EPI, falta de sistemicidade na planta, o risco pode ser considerado baixo.

Componente Consumidor

$$\text{EIQ} = \{C[(DT*5)+(DT*P)] + [(C*((S+P)/2)*SY)+(L)] + [(F*R)+(D*((S+P)/2)*3)+(Z*P*3)+(B*P*5)]\}/3$$

Sistemicidade

Meia vida na superfície da planta

Meia vida no solo

Localização e condições para degradação

Toxicidade crônica

Lixiviabilidade

Baixa movimentação , especialmente em substratos ricos em matéria orgânica

Componente Consumidor

$$\text{EIQ} = \{C[(DT^*5) + (DT^*P)] + [(C*((S+P)/2)*SY) + (L)] + [(F^*R) + (D*((S+P)/2)^*3) + (Z^*P^*3) + (B^*P^*5)]\}/3$$

Sistemicidade

Meia vida na superfície da planta

Meia vida no solo

Toxicidade crônica

Lixiviabilidade

Considerando a modalidade de aplicação, a falta de sistemicidade e a pequena movimentação da molécula no solo, o risco ao consumidor pode ser considerado baixo

Componente Meio Ambiente

$$EIQ = \{C[(DT*5)+(DT*P)] + [(C*((S+P)/2)*SY)+(L)] + [(F*R)+(D*((S+P)/2)*3)+(Z*P*3)+(B*P*5)]\}/3$$

F = toxicidade para peixes,

R = potencial de perda superficial, (baixa)

D = toxicidade para pássaros, (falta de exposição)

S = meia-vida no solo,

Z = toxicidade para abelhas, (falta de exposição)

B = toxicidade para artrópodes benéficos,

P = meia vida na superfície das plantas.

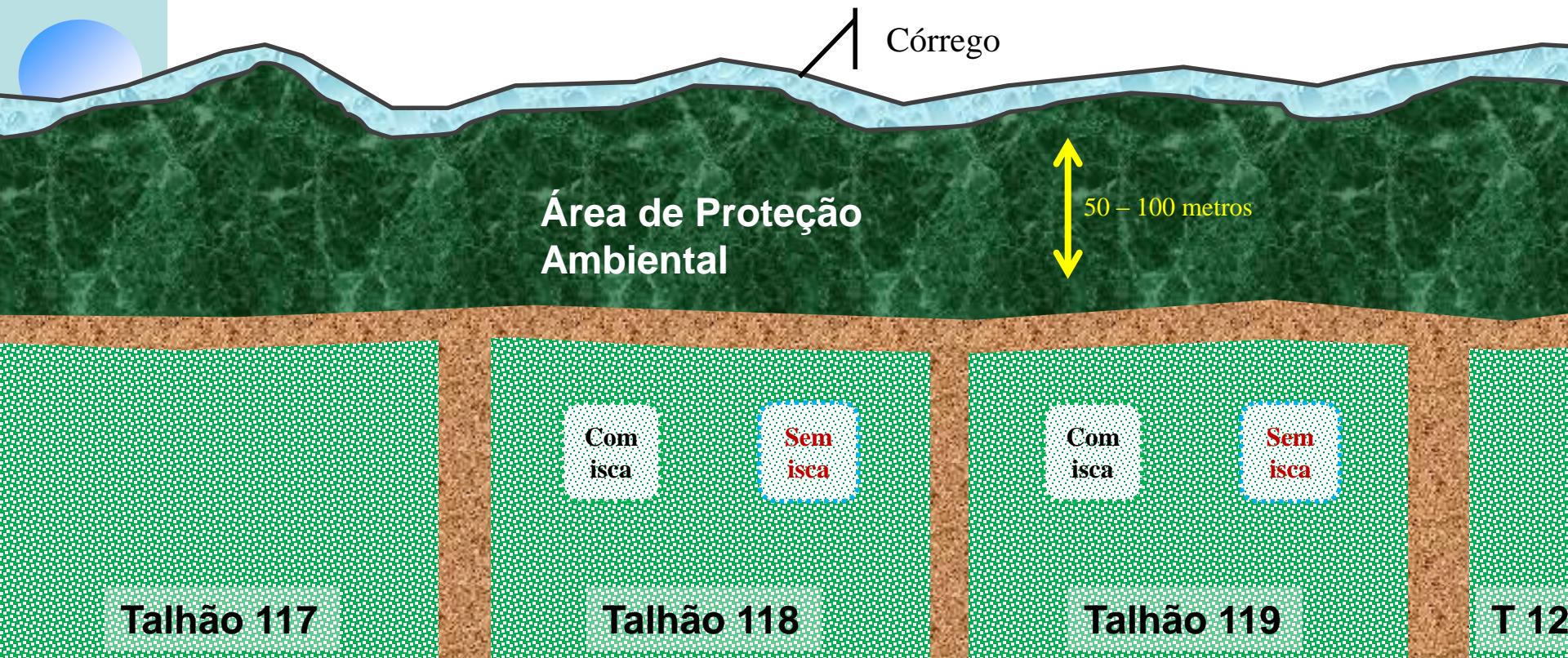
Após esta abordagem baseada no modelo de Kovach

Estabelecido projeto em duas etapas, conduzido em condições reais de uso

Avaliação do controle de formigas cortadeiras com sulfluramida sobre alguns componentes ambientais em áreas de eucalipto

Avaliação do destino da molécula da sulfluramida e de seus metabólitos no ambiente

Avaliações ambientais do uso de sulfluramida no controle de formigas cortadeiras em eucalipto.

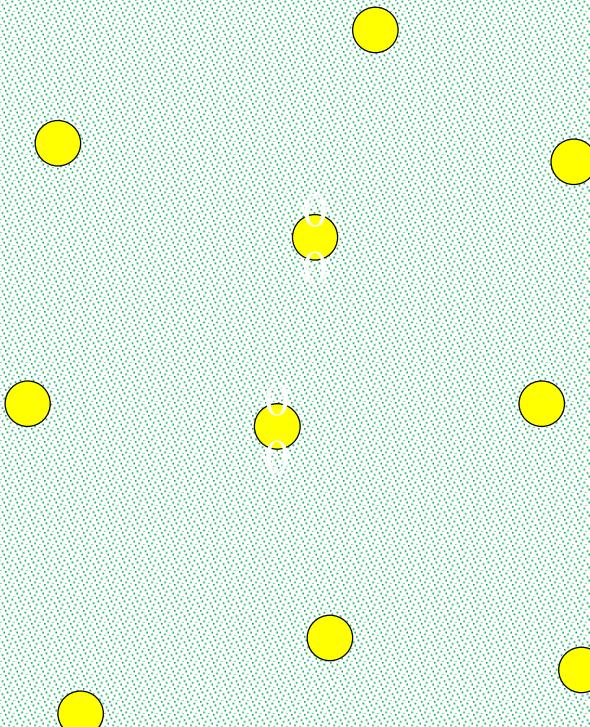


Épocas das avaliações

Épocas de avaliação	Data
Época 01	27 abril 2012
Aplicação	24 julho 2012
Época 02	17 agosto 2012
Época 03	03 outubro 2012
Época 04	28 novembro 2012
Época 05	24 janeiro 2013
Época 06	04 abril 2013
Época 07	16 junho 2013
Época 08	12 julho 2013

Avaliação de artrópodes voadores diurnos e da superfície do solo

Parcela de avaliação



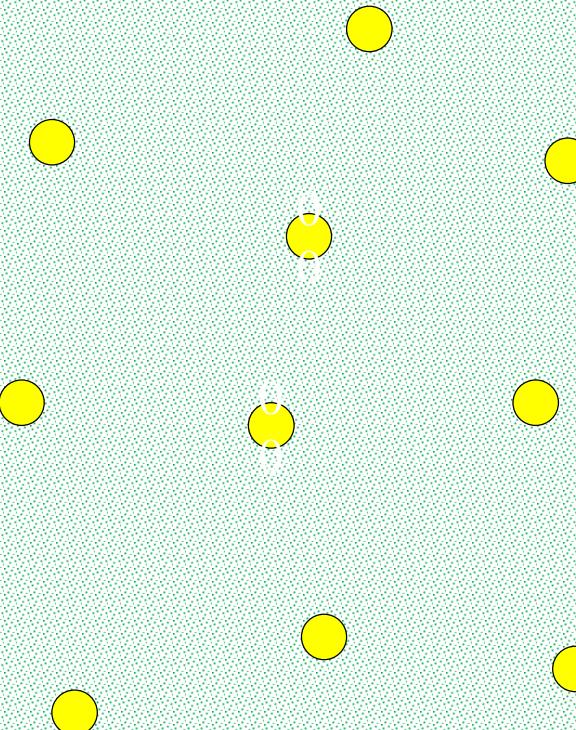
10 armadilhas amarelas para insetos voadores diurnos

10 armadilhas para insetos de superfície do solo



Avaliação de artrópodes voadores diurnos e da superfície do solo

Parcela de avaliação



10 armadilhas amarelas para insetos voadores diurnos

10 armadilhas para insetos de superfície do solo



Avaliação de artrópodes voadores noturnos

Parcela de avaliação



1 armadilha luminosa por
parcela



Número de espécies e índices de diversidade e equitabilidade de comunidade de artrópodes.

Considerando todas as épocas

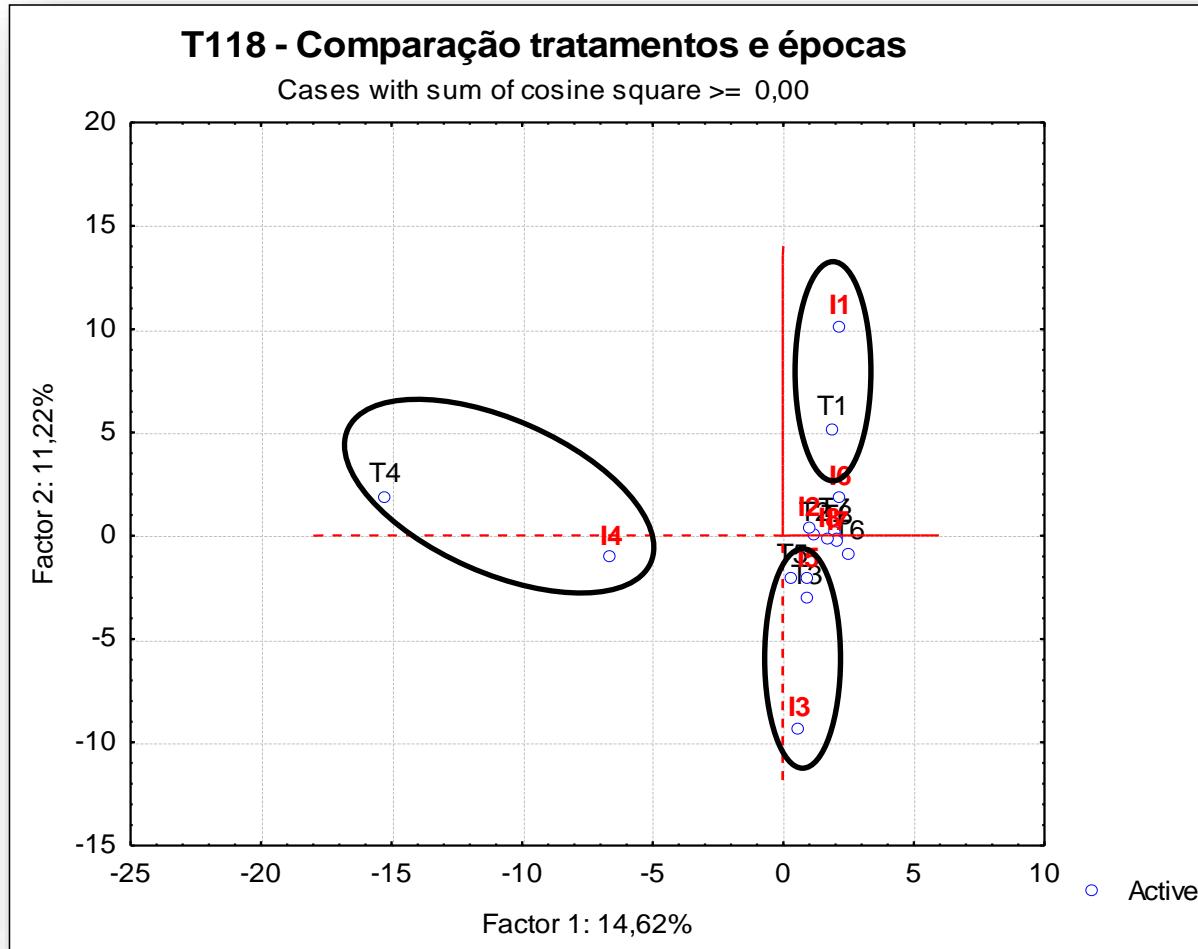
Talhão 118

Índice	Tratamento	
	Testemunha	Isca
H'	2,72	2,66
E'	0,59	0,57
Riqueza	98	114

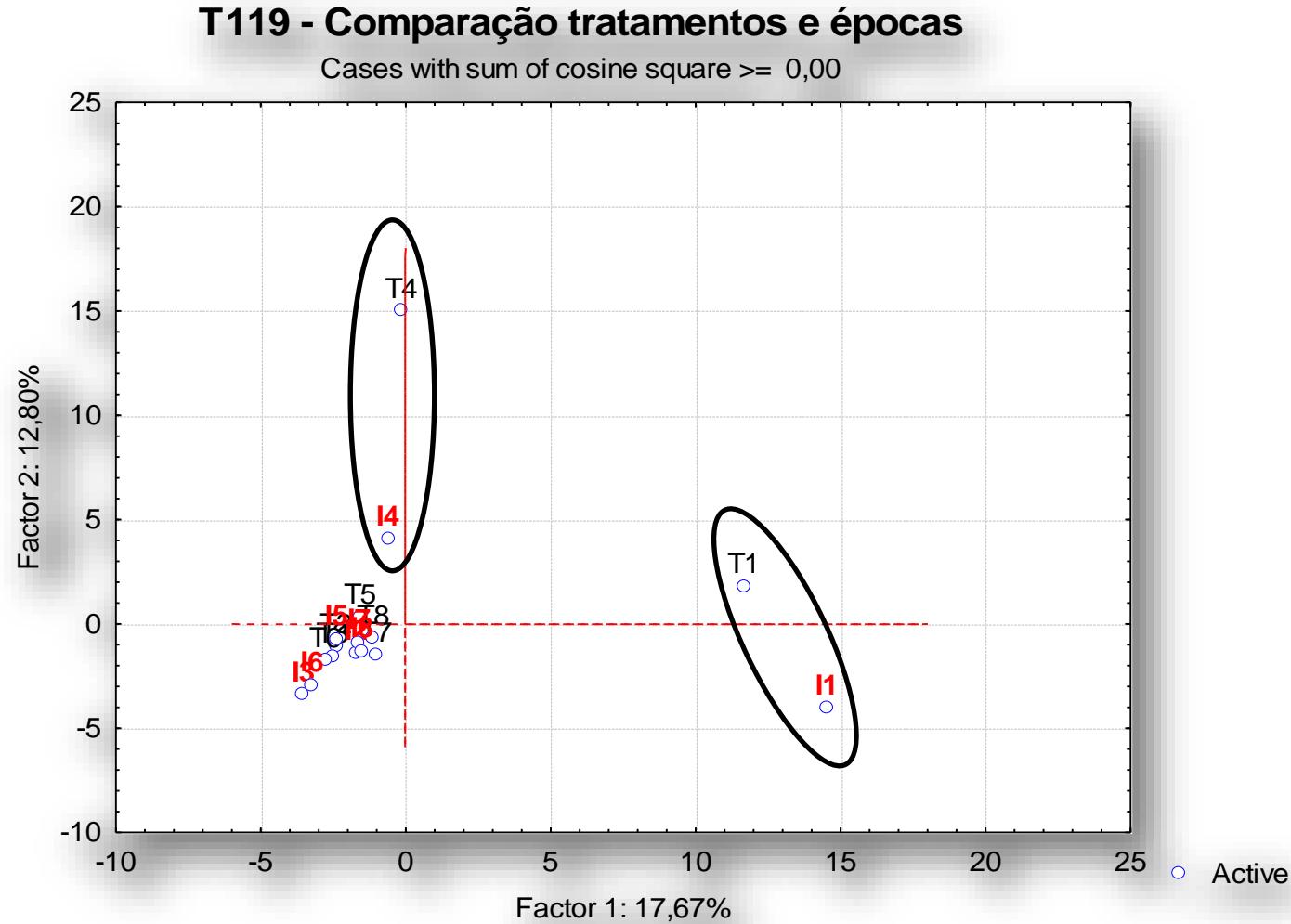
Talhão 119

Índices	Tratamento	
	Testemunha	Isca
H'	3,13	3,16
E'	0,66	0,67
Riqueza	113,00	110,00

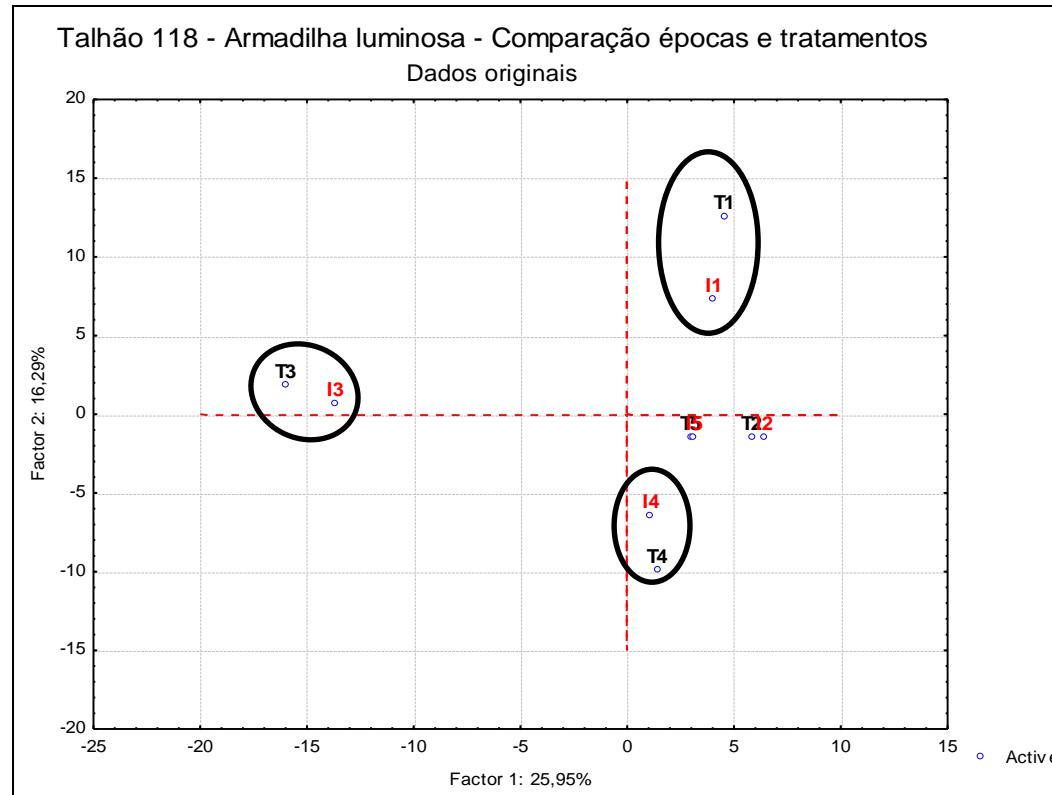
Análise multivariada comparando épocas e tratamentos no talhão 118



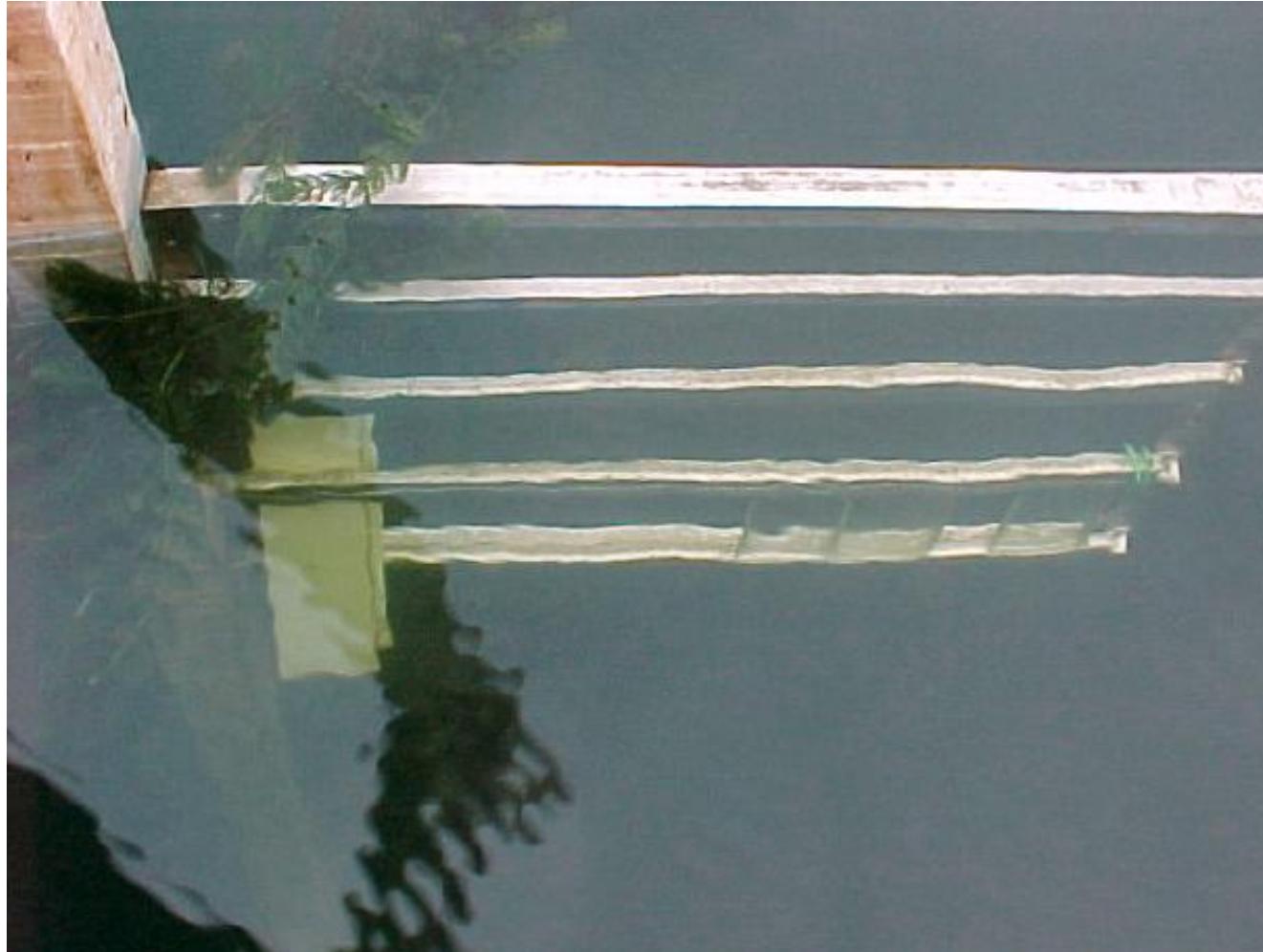
Análise multivariada comparando épocas e tratamentos no talhão 119



Análise multivariada comparando épocas e tratamentos no talhão 118



Estantes para fixação de placas de perifítion



Comunidade perifítica: índices de diversidade, equitabilidade e riqueza de táxons. Similaridade entre as comunidades presentes nos três locais de amostragem

Índice	Localização		
	Antes	Meio	Depois
H'	4,02	4,27	4,20
E'	0,99	0,99	0,99
Riqueza	59	76	71

Similaridade

	Antes	Médio
Médio	0,67	
Depois	0,69	0,68

Coleta de amostras

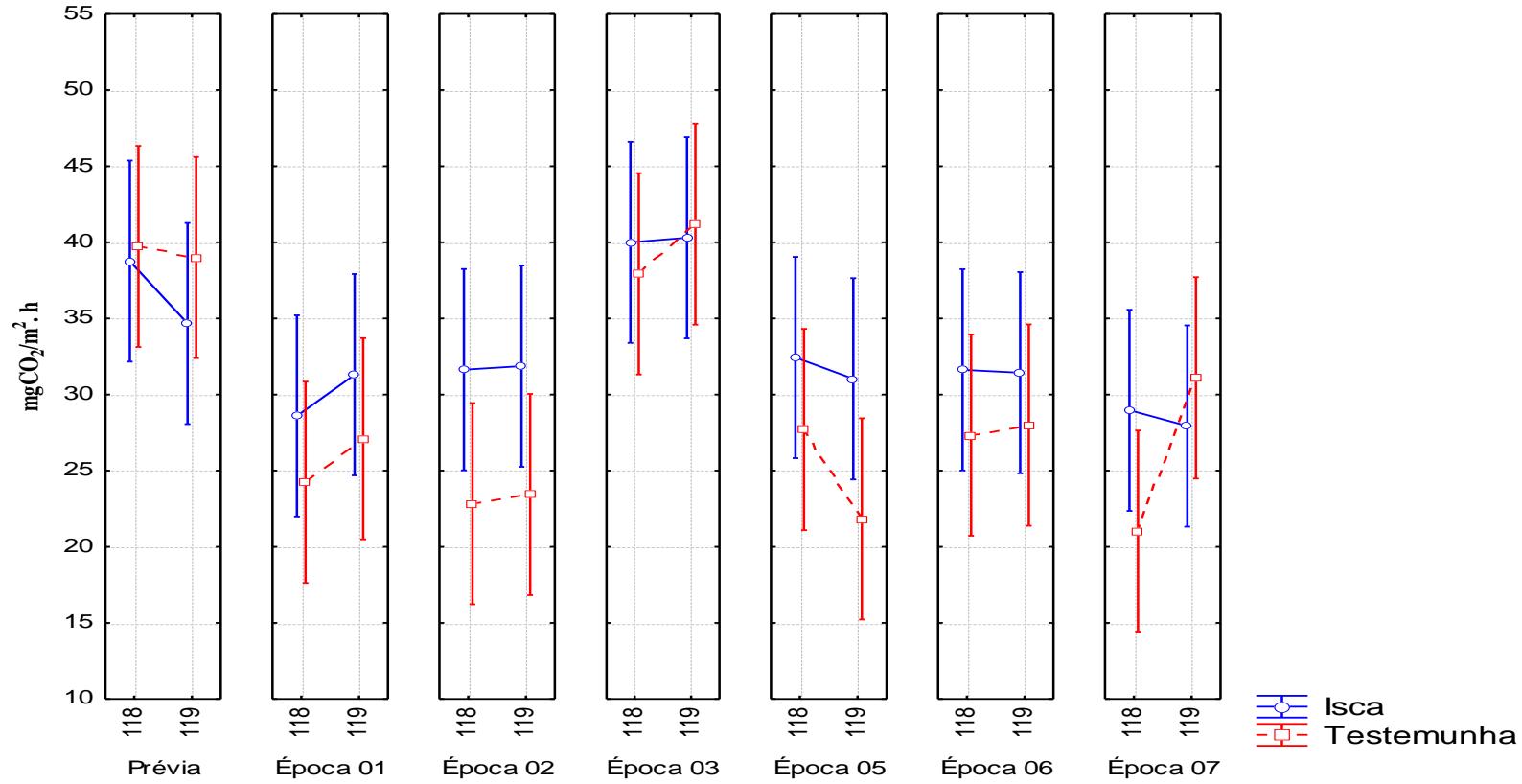


Análise: Laboratório **Agrosafety** – Piracicaba, SP

Atividade heterotrófica global do solo

Efeitos de épocas de amostragem, talhão e tratamentos

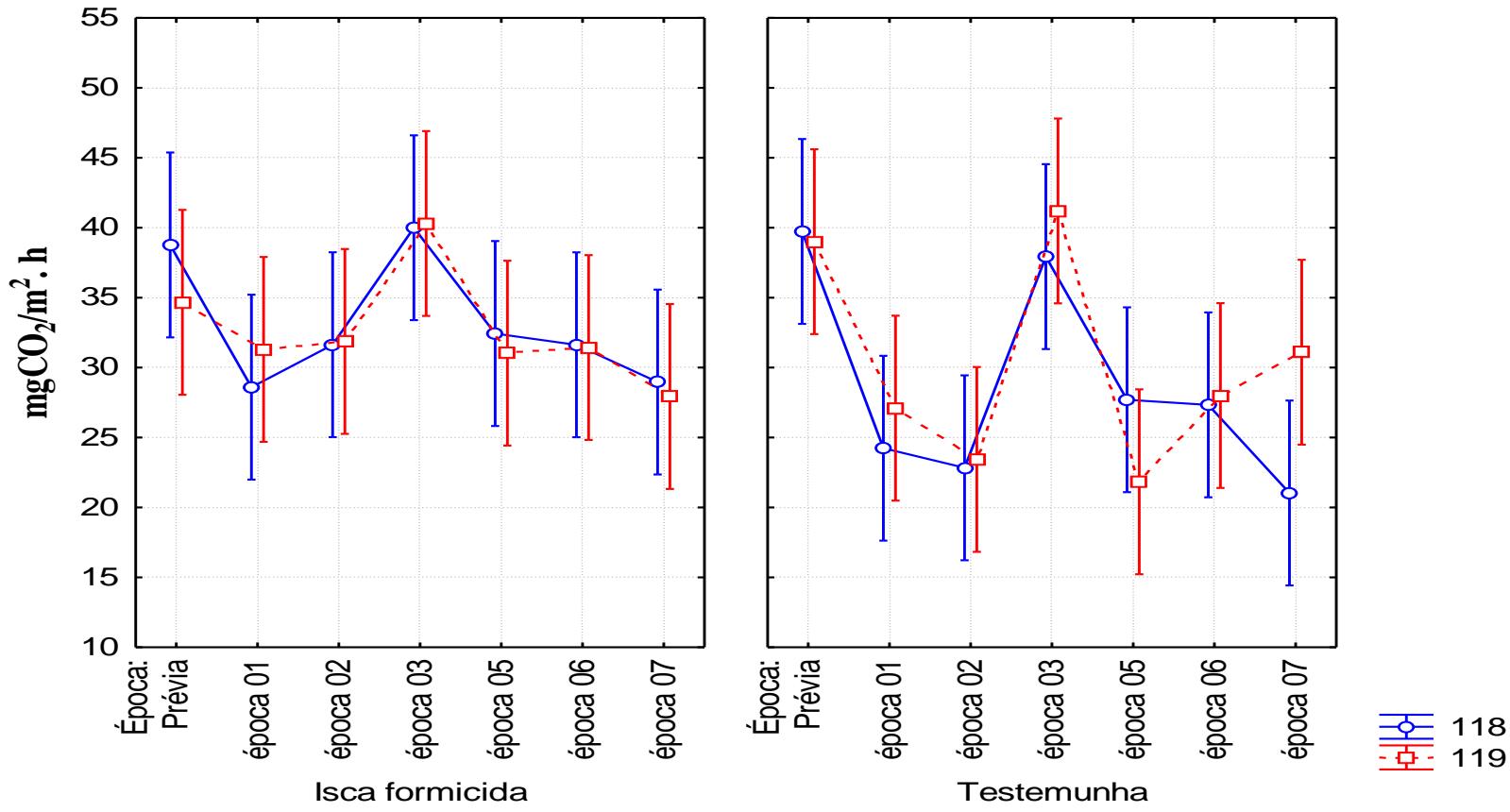
Vertical bars denote 0,95 confidence intervals



Atividade heterotrófica global do solo

Efeitos de épocas de amostragem, talhão e tratamentos

Vertical bars denote 0,95 confidence intervals



Resíduos de sulfluramida no solo

Talhão 118				Talhão 119			
Data	Repetição	Testemunha	Isca formicida	Data	Repetição	Testemunha	Isca formicida
25/04/2012	R1	nd	nd	02/05/2012	R1	nd	nd
	R2	nd	nd		R2	nd	nd
	R3	nd	nd		R3	nd	nd
29/08/2012	R1	nd	nd	29/08/2012	R1	nd	nd
	R2	nd	nd		R2	nd	nd
	R3	nd	nd		R3	nd	nd
11/07/2013	R1	nd	nd	11/07/2013	R1	nd	nd
	R2	nd	nd		R2	nd	nd
	R3	nd	nd		R3	nd	nd

Após esta abordagem baseada no modelo de Kovach

Estabelecido projeto em duas etapas, conduzido em condições reais de uso

Avaliação do controle de formigas cortadeiras com sulfluramida sobre alguns componentes ambientais em áreas de eucalipto

Avaliação do destino da molécula da sulfluramida e de seus metabólitos no ambiente

Projeto de pesquisa cujas objetivos são

Avaliar se as iscas granuladas à base de sulfluramida se degradam em DESFA e PFOS, identificar a liberação e a concentração de PFOS durante o processo de ação de isca.

O trabalho foi formatado em condições de real exposição dos organismos ao PFOS, estudando nas condições e doses de aplicação da isca formicida a base de sulfluramida, os seguintes parâmetros:

- A presença de DESFA e PFOS em diferentes profundidades no solo em épocas crescentes após a aplicação da isca. A isca será ministrada na dose máxima de campo e em condições de pior cenário de não coleta pelas formigas. *Experimento 01.*

Projeto de pesquisa cujas objetivos são

- A concentração de sulfluramida e formação de DESFA e PFOS no solo após a aplicação de iscas formicidas a base de sulfluramida. Este objetivo se justifica pelo fato de que durante a degradação da sulfluramida no solo, na grande diversidade de organismos possa abrigar nichos com a possibilidade de alterar rotas de degradação prevenindo ou incentivar a formação de PFOS ou mesmo de degradar a molécula em questão. Este ensaio é uma versão de laboratório do experimento 01. *Experimento 02.*

Projeto de pesquisa cujas objetivos são

- A dissipação do PFOS em amostras de solo coletadas áreas de reflorestamento. Este objetivo se justifica pelo fato de que uma substância para se biomagnificar tem que entrar na cadeia alimentar. Considerando o modo de aplicação e de ação da sulfluramida como formicida, pode até formar PFOS, mas não é certo que este entre na cadeia alimentar global da biocenose. Uma substância pode ser bioacumulável dentro de um organismo, mas biodegradado antes de sua ingestão. *Experimento 03.*

Projeto de pesquisa cujas objetivos são

- A presença e quantificação de sulfluramida, DESFA e PFOS em superfícies de câmaras subterrâneas de formigueiros em talhões com isca formicida a base de sulfluramida, aos 6,12, 18 e 24 meses após a aplicação. *Experimento 04.*
- Avaliar nas condições de solo de área de reflorestamento com histórico de aplicação de sulfluramida a presença de fungos e bactérias que conseguem sobreviver usando o PFOS como única fonte de carbono e energia. Este é um tipo de pesquisa inicial para a detecção de microrganismos com potencial para degradação desta substância. *Experimento 05.*
- Avaliar a existência de sulfluramida e formação de DESFA e PFOS em câmaras de formigas cortadeira (*Atta spp*) em condições de formigueiros artificiais em laboratório. *Experimento 06.*

A vertical decorative bar on the left side of the slide. It has a light teal background color and features six circular elements: a blue circle at the top, followed by a yellow circle, a cyan circle, another yellow circle, and two cyan circles at the bottom.

Muito obrigado