

## Potencial digestor plástico de *Euphorbia Tirucalli*

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.004-018>

### **Sandra Villa Gaspar**

Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRJ).

Institution: Apiário Estação 4x4

E-mail: sandra.avila.gaspar@gmail.com

### **Rayssa de Macedo Rebelo**

Estudante de Engenharia Eletrônica e de Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

E-mail: rr.rayssarebelo@gmail.com

### **Alexandre dos Santos Pyrrho**

Doutora em Ciências (Biofísica) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Instituição: Laboratório de Imunoparasitologia e Análises Toxicológicas da Faculdade de Farmácia (UFRJ).

E-mail: pyrrho@pharma.ufrj.br

### **Simone da Silva**

Pós-Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Centro de Bionegócios da Amazônia (CBA); Instituto de Tecnologia e Educação Galileu da Amazônia (ITEGAM).

E-mail: simonydasilva@gmail.com

### **Márcia Cristina Braga Nunes Varricchio**

Pós-Doutor em Propriedade Intelectual do Conhecimento Étnico Tradicional Brasileiro (INPI).

Doutora em Ciências (Biotecnologia Vegetal) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Laboratório de Imunologia do Instituto de Ciências Biomédicas e Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

E-mail: varichio2@gmail.com

### **Paulo Sérgio Torres Brioso**

Doutora em Ciências – Engenharia Genética/Agrônoma pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Laboratório Oficial de Diagnóstico Fitossanitário – Fitopatologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

E-mail: brioso@bighost.com.br

## **RESUMO**

Produtos naturais que provocam estresse oxidativo e até corrosão local são de interesse como produtos degradadores de materiais persistentes na natureza, como o plástico. O presente capítulo avaliou a ação físico-química corrosiva e retrátil de extratos aquosos totais de *Euphorbia tirucalli*, espécie descrita como corrosiva e retratora, de espécimens com variações geográficas (mangue e serra do Rio de Janeiro e litoral norte de São Paulo) também submetidos à variações de temperatura, sobre o polipropileno (PP-5). Este plástico é de uso cotidiano e passível de ser submetido a processos de reuso. No presente experimento, extratos aquosos foram preparados a partir de variações de temperatura e suas produções químicas vegetais marcadas através de cromatografia líquida de alta eficiência associada ao espectro de detecção UV. Diferentemente de ensaios prévios, nenhum dos extratos foi capaz de ação imediata e nem de digestão ao longo de 30 dias. Apenas para os caules oriundos de Petrópolis (50%) e do litoral norte de São Paulo (33%) submetidos à fervura foi observada a ativação de sua ação gomosa, agindo como cola sobre o PP-5. sugestivo de polimerização natural para celulose. Apesar das observações quanto à potencial aplicação prática, útil e barata deste ensaio, evidenciou-se que os látices brutos das regiões geográficas testadas em diferentes temperaturas não foram capazes de digerir quimicamente o isopropileno, sugerindo assim que a enzima capaz de digerir este plástico participa efetivamente quando o fungo endofítico presente nesta espécie encontra condições propícias para se desenvolver conforme previamente discutido. Ensaios em fitopatologia confirmaram os efeitos biológicos verificados por intermédio das raízes de *E. tirucalli* e posteriormente, novos cultivos desenvolvidos acompanharam a variação da liberação de ácido cianúrico para o ambiente dos ensaios, marcação de interesse uma vez que o ácido cianúrico pode exercer papel na recuperação de solo, além de ser herbicida, inseticida e ser capaz de reduzir a contaminação por coliformes fecais gram negativos na água, em especial, *Escherichia coli*. A partir da presente contribuição, novos ensaios serão realizados neste sentido de investigar mecanismos de ação em fitoremediação, confrontando-os com aqueles já preliminarmente evidenciados e comunicados. Protocolo específico vem sendo desenvolvido em Biotecnologia Vegetal, pois estes empregos possuem possibilidade de aplicação útil e rentosa



em reuso, a ser realizado por pequenos recicladores de resíduos sólidos. Visará também a autonomia para grupamentos étnicos em situação urbana, bem como promoção à sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** Isopropileno, Potencial digestor, Ácido cianúrico, *Escherichia coli*.

## 1 INTRODUÇÃO

*Euphorbia tirucalli* L. (Aveloz, pau de fogo) é uma espécie suculenta de origem africana, com distribuição cosmopolita. Em solos de alta salinidade, produz ésteres diterpênicos, alguns com cadeias aromáticas, que induzem estresse oxidativo nas membranas celulares e paredes das plantas (FURSTENBERGER & HECKER, 1986; BETANCUR-GALVIS et al., 2002; 2003).

Entretanto, a marcação química das plantas por CLAE/UV das espécies do jardim do IPPN/UFRJ detectou as condições em que ela é mais ativa na membrana e parede celular devido à presença de diterpenos polihidroxilados, hidrofílicos, citotóxicos e erosivos, em nível local que variam em concentração de acordo com a sazonalidade. Foram detectados na exsudação radicular, mas podem ser removidos do solo por lixiviação (VARRICCHIO, 2007; VARRICCHIO et al., 2008, a).

Produtos naturais que causam estresse oxidativo e até mesmo corrosão local são de interesse como produtos degradantes de materiais persistentes na natureza, como o plástico (SINGER et al., 2003). Polímeros termoplásticos se ligam por forças fracas. Quando aquecidos, tornam-se flexíveis. Eles retornam ao seu estado sólido quando resfriados. Os ciclos de aquecimento e resfriamento na fabricação das garrafas PET as tornam remoldáveis, uma vantagem interessante para as questões ambientais (PEREIRA & MACHADO & SILVA, 2002), uma vez que o acúmulo poluente de plástico vem causando danos à saúde pública (sendo encontrado até mesmo no leite materno e na placenta) e impactos irreversíveis ao meio ambiente (FREIRE SOUZA SILVA et al., 2019).

Dentre os materiais plásticos, o polipropileno (PP-5) é uma resina cristalina com alta resistência química, com resistência à tração, ataques ácidos e básicos, e deformação devido ao calor (ABREU, 2006). Pode queimar sem a presença de uma chama. É transparente e inquebrável. Seu tempo de secagem é de 2 horas a 80°C e atinge retração que varia entre 1,5 e 3,0%. É encontrado em filmes, seringas, embalagens de biscoitos e pães, e sabe-se que até mesmo outros materiais com PP-5 podem persistir na natureza.

Na literatura, é descrito que ésteres diterpênicos são corrosivos à temperatura ambiente. (2023, a) já demonstraram o efeito retrátil de digestão do látex bruto de *E. tirucalli* sobre o isopropileno. Extratos de *E. tirucalli* podem causar corrosão ou encolhimento em PP-5?

## 2 VISA

Avaliar a ação físico-química corrosiva e de retração de extratos aquosos totais de *E. tirucalli* submetidos a variações de temperatura em polipropileno.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a ação físico-química de extratos totais geograficamente distintos de *E. tirucalli*.

- Avaliar a ação física de extratos totais de *E. tirucalli* obtidos por variações de temperatura sobre polipropileno.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CERTIFICAÇÃO BOTÂNICA:

Registro no Herbário do Museu Nacional/UFRJ.

#### 3.2 SOLUÇÕES PREPARADAS PARA OS TESTES:

- 1 Água mineral de Petrópolis.
- 2 Extrato aquoso total do caule de Petrópolis/RJ, temperatura ambiente (22 °C).
- 3 Extrato aquoso total do caule de Petrópolis/RJ, fervido (100°C).
- 4 Extrato aquoso total do caule de Petrópolis/RJ resfriado a -15 °C.
- 5 Extrato aquoso total do caule do litoral norte de SP Temperatura ambiente (22 °C).
- 6 Extrato aquoso total do caule do litoral norte de SP, fervido (100°C).
- 7 Extrato aquoso total do caule do litoral norte de SP resfriado a -15 °C.
- 8 Extrato aquoso total do caule do IPPN/UFRJ, temperatura ambiente (25 °C).
- 9 Extrato aquoso total da haste do IPPN/UFRJ, fervido (100°C).
- 10 Extrato aquoso total do caule do IPPN/UFRJ resfriado a -15 °C.

#### 3.3 DESCRIÇÃO DE MARCADORES QUALITATIVOS DE HPLC/UV (CANAL FOCADO EM 210 E 230 NM – VARRICCHIO, 2005).

##### 3.3.1 Avaliação qualitativa do efeito físico corrosivo e encolhível do PP-5 utilizando escalas ajustadas para esse material (CÂMARA, 2003; ABREU et al., 2006; MIGUEL, 2010):

- Quanto à velocidade: imediata, de curta duração (< 2 horas), média (2 a 3 horas) e longa (> 3 horas).
- Quanto à intensidade da contração em relação à superfície: Baixa (< 2,5%), Média (2,5%), Alta (> 3,0%).

O polipropileno (PP - 5) foi cortado em segmentos de 1,5 x 1,5 cm organizados em grupos de 3, dispostos em quadruplicatos (N = 12) por solução, totalizando 120 segmentos dispostos em três bandejas de alumínio. Em seguida, 0,1mL de solução controle (nº 1) e soluções teste (2 a 10) foram aplicados em cada superfície de PP cortada. Em seguida, foi estabelecida uma curva de tempo e atividade.

## 4 RESULTADOS/DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE QUÍMICA DE PLANTAS

Foi proposta uma análise qualitativa da produção química vegetal de *E. tirucalli* do IPPN/UFRJ, Petrópolis/RJ e litoral norte de SP. Todas as treliças coletadas entre 8h e 10h. A análise por CLAE/UV de *E. tirucalli* do município de Petrópolis/RJ permanece semelhante à do jardim do IPPN/UFRJ para os canais focados em 210 e 230 nm. A produção de diterpenóides polihidroxilados e menos esterificados não variou, como relatado anteriormente (VARRICCHIO et al., 2008). A solução obtida das espécies de Caraguatatuba, litoral norte de SP, avaliada por CLAE/UV, demonstrou detecção de padrão semelhante a outras amostras do Rio de Janeiro.

Com base na literatura clássica, buscou-se uma provável diferença na produção química vegetal, com base na variação geográfica.

### 4.2 PROCEDÊNCIA - ESTUDO DE REVISÃO GEOGRÁFICA

O estudo das plantas envolve variações na sua produção química vegetal (metabolismo secundário), também devido às condições ambientais em que a espécie a ser estudada se desenvolve: regiões geográficas, microclimas, características do solo, entre outras (SINGER et al., 2002). Sabe-se também que os solos são geralmente o resultado do intemperismo a que as rochas, com suas características geológicas, estão submetidas (EMBRAPA, 2004).

A partir desta revisão, retornamos a cada indivíduo de planta estudado para estabelecer uma correlação geográfica. Como descrito anteriormente, o solo da Ilha do Governador, em sua maioria, é classificado como argissolo. O campus universitário da Ilha do Fundão fica na Ilha do Governador. Entre 1949 e 1952, oito ilhas dessa região foram preenchidas e interligadas para a construção da Cidade Universitária da Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ (MENEZES et al., 2005).

O solo de *E. tirucalli*, estudada por nós, planta localizada no jardim do IPPN/UFRJ há cerca de 35 anos, está localizada na margem da Baía de Guanabara, cujo grupo de plantas sugere que possa ser classificada como prado halófito. Foi submetido à análise no Laboratório da UFRRJ, de acordo com as recomendações de coleta da EMBRAPA em ambas as profundidades, e classificado como solo arenoso. No passado, a Ilha do Governador era chamada de Ilha Paranapuãm, e os indígenas que ali viviam eram da tribo Maracajás. Ao redor de toda a Baía de Guanabara e onde hoje está localizada a cidade do Rio de Janeiro, havia a nação dos Tamoios/Tupinambás.

Petrópolis está localizada na região serrana, a 68 km do Rio de Janeiro. A área urbana central situa-se no topo da Serra da Estrela, pertencente à Serra dos Órgãos, subsetor da Serra do Mar. O município possui terreno extremamente acidentado, com grandes diferenças de nível. A partir do

distrito de Itaipava, o relevo diminui de altitude. O ambiente montanhoso, quase sempre úmido, permitiu que a vegetação local fosse caracterizada como Mata Atlântica (PMP, 2020).

Até o século 18, a região era habitada pelo povo indígena Coroados, conhecido pelos portugueses como "Sertão dos Índios Coroados". Foi somente com a descoberta de ouro em Minas Gerais e a consequente abertura do Caminho Novo, que passou por Petrópolis, neste século, que a região passou a ser ocupada por não indígenas (PMP, 2020).

Deslizamentos recorrentes são causados pela declividade das encostas, pela espessura fina do solo e pela configuração das rochas abaixo das encostas. A região onde está localizada a Área de Proteção Ambiental da Região da Serra de Petrópolis - APA Petrópolis-RJ faz parte da porção sudeste da Plataforma Brasileira, representada pelo Domínio Tectônico do Cinturão Móvel do Atlântico. Localiza-se dentro do Domínio Morfoestrutural dos Cinturões Dobráveis Remobilizados, incluindo a Região Geomorfológica de Escarpas e Reversos da Serra do Mar (FNMA/INSTITUTO ECOTEMA, 2001; BAPTISTA et al., 2005; PMP, 2020).

A região litorânea de São Paulo é caracterizada por um relevo bastante acidentado, com a escarpa da Serra do Mar avançando em direção à planície costeira na área correspondente aos municípios do Litoral Norte (de São Sebastião a Ubatuba), contrastando com o maior domínio da planície na Baixada Santista e no Litoral Sul. A região é marcada pelo relevo da Serra do Mar, que atua como um importante fator de intensificação orográfica e, associada aos fluxos atmosféricos originários do oceano e de uma zona onde os sistemas atmosféricos se encontram, proporciona uma dinâmica de chuvas de grandes quantidades, com registros frequentes de aumento dos movimentos de massa (DIAGNÓSTICO TÉCNICO APAM LITORAL NORTE).

Segundo Almeida e Carneiro (1998), a Serra do Mar é um conjunto de escarpas que se estende do litoral do Rio de Janeiro até Santa Catarina, onde deixa de existir como unidade orográfica com borda íngreme de planalto. Grande parte do território do Litoral Norte de São Paulo é formada por escarpas montanhosas (43%) e domínios montanhosos (32,4%), localizadas predominantemente em áreas dentro dos limites das Unidades de Conservação de Proteção Integral (DIAGNÓSTICO TÉCNICO APAM LITORAL NORTE).

As planícies costeira e fluviomarinha, juntas, correspondem a cerca de 15,7% da região, com predominância em Caraguatatuba e São Sebastião. Os domínios de morros e montanhas baixas distribuem-se por toda a região (exceto Ilhabela) e predominam em Caraguatatuba (In: DIAGNÓSTICO TÉCNICO APAM LITORAL NORTE).

#### 4.3 VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DE EXTRATOS AQUOSOS DO CAULE TOTAL (PARTE AÉREA E LÁTEX) DA ILHA DO FUNDÃO/RJ, PETRÓPOLIS/RJ E LITORAL NORTE/SP SOBRE PP-5 (CORROSÃO E RETRAÇÃO)

O terceiro contexto analisado foi a influência da variação de temperatura dos extratos aquosos do caule total (partes aéreas e látex) de *E. tirucalli* das três regiões: manguezal da Baía de Guanabara, região serrana da Serra dos Órgãos e litoral norte de SP (Caraguatatuba). Não houve efeito corrosivo sobre o PP-5 até as primeiras 72 horas de observação do experimento para todas as soluções testadas. Associado à ausência de retração do PP-5 para todas as soluções testadas, após completar o período de observação de 30 dias.

Estes resultados com extratos totais de caules de diferentes origens geográficas (geológicas e pedológicas) submetidos a variações de temperatura diferem dos resultados anteriores obtidos com os bioprodutos de *E. tirucalli* tanto do jardim do IPPN quanto de Petrópolis (RJ), que foram capazes de realizar a retração do polipropileno (PP - 5), digerindo-o enzimaticamente em temperatura ambiente de 30 dias a 90 dias, sem degradação aparente, corrosão ou danos. A retração da superfície plástica sem quebra pode favorecer sua remoldagem e reutilização.

Tais bioprodutos foram obtidos a partir de fermentação natural induzida pelo cultivo de *Vigna unguiculata* | (feijão caupe) com extractos eliciadores de *E. tirucalli* (MUSMANNO et al., 2019; FREIRE DA SILVA et al., 2019). Também sugeriu que não houve participação do fungo endofítico presente em *E. tirucalli* nessa ação plástica digestiva (VARRICCHIO, 2005; VARRICCHIO, 2007; VARRICCHIO et al., 2008). De fato, estamos interessados no estresse oxidativo induzido pelo extrato total das partes aéreas de *E. tirucalli* sobre a casca do feijão-caupi, que liberou e estimulou o crescimento de *Fusarium* spp., fungo classicamente descrito para este feijoeiro (MUSMANNO et al., 2019; DRAGO et al., 2019). Sabe-se que a digestão enzimática do plástico na natureza é realizada através da enzima fosfofrutoquinase 1 (PFK1).

A hipótese da aceleração da reação química devido à variação de temperatura dos extratos correspondeu a uma busca por uma solução para a reciclagem, uma vez que poderia acelerar o processamento do digestor plástico (ABIQUIM, 2010), uma vez que atualmente esse resíduo sólido persiste no meio ambiente há centenas de anos (FRANCHETTI e MARCONATO, 2003; CANEVAROLO JÚNIOR, 2006; CANEVAROLO JUNIOR et al., 2007).

A condutividade térmica dos extratos previamente testados esteve envolvida nesse processo de troca contínua de calor e tal condutividade térmica influenciou o longo tempo de resfriamento, levando à retração e torção (FREIRE SILVA et al., 2019). Entretanto, a variação física de temperatura dos extratos totais investigados no presente experimento não foi capaz de interferir nas ligações químicas para exercer efeito físico corrosivo ou de retração.

O extrato aquoso do látex bruto de *E. tirucalli* de Petrópolis/RJ, cultivada por meio da inserção de uma agulha de acupuntura em seu segmento interno principal, sugeriu que ela era capaz de estimular o espessamento do látex e também ativou seu efeito resinoso durante a aplicação (0,2 ml) do extrato em albumina de ovo de galinha, tornando-o espesso, seco, duro e resistente, como o papiro, dificultando a aderência de materiais pegajosos. Mais uma vez, sugeriu a ocorrência de polimerização natural, como provável mecanismo para a observação qualitativa desse teste preliminar (WENDLING DA SILVA et al., 2019, a).

Na geobotânica, sabe-se que *E. tirucalli* está no planeta desde a Pangeia, predominando no supercontinente de Botsuana (VALLE, 2009). Apesar de sua principal correlação nos estudos sobre química vegetal e farmacognosia dos terpenóides contidos no látex, muitas vezes se referem ao continente africano, em uma região que já foi mar com solo com alta salinidade, atribuindo sua toxicidade a esse fator (FURSTENBERGER e HECKER, 1986), os estudos mais recentes mostram variações na atividade biológica, além de diversos usos pelos povos indígenas, como a cola, borracha e resina (VARRICCHIO, 2008). Como exemplo, o produto da borracha é obtido através de uma simples coagulação da matéria-prima, o látex, extraído das seringueiras fornecendo pneus de carro e avião, borracha borracha, bolas, itens médicos, pisos, preservativos, etc.

No presente experimento, apenas para os caules de Petrópolis (6/12 ou 50%) e do litoral norte de São Paulo (4/12 ou 33%) submetidos à ebulição foi observada a ativação de sua ação gomosa, atuando como cola em PP-5. Esse efeito de cola no papel já havia sido descrito utilizando um extrato total de partes aéreas de *E. tirucalli* de Petrópolis/RJ sob cultivo assistido, sugestivo de polimerização natural para celulose (SANTOS, 2001 In PINTO, 2019).

Além disso, os testes fitopatológicos confirmaram os efeitos biológicos verificados através das raízes de *E. tirucalli* (VARRICCHIO, 2007) e, posteriormente, novas cultivares desenvolvidas acompanharam a variação na liberação do ácido cianúrico no ambiente teste, um marco de interesse, uma vez que o ácido cianúrico pode desempenhar um papel na recuperação do solo, além de ser um herbicida, inseticida e redator da população de coliformes (GASPAR et al., 2017).

Vale lembrar que a fitorremediação é uma técnica que visa descontaminar o solo e a água, utilizando plantas como agente descontaminante. É uma alternativa aos métodos convencionais de bombeamento e tratamento de água, ou remoção física da camada contaminada do solo, e é vantajoso principalmente porque tem potencial para tratamento in situ e é economicamente viável. Além disso, após extrair o contaminante do solo, a planta o armazena para posterior tratamento, quando necessário, ou mesmo o metaboliza, podendo, em alguns casos, transformá-lo em produtos menos tóxicos ou mesmo inofensivos (PIRES et al., 2003).

A fitorremediação pode ser utilizada em solos contaminados por substâncias inorgânicas e/ou orgânicas. Resultados promissores de fitorremediação já foram obtidos para metais pesados,

hidrocarbonetos de petróleo, pesticidas, explosivos, solventes clorados e subprodutos tóxicos da indústria. A fitorremediação de herbicidas apresenta bons resultados para a atrazina, com a espécie *Kochia scoparia* revelando potencial rizosférico para fitoestimar a degradação desta molécula. Embora ainda incipientes no Brasil, já existem estudos sobre algumas espécies agrícolas cultivadas e espécies silvestres ou nativas da própria área contaminada, com o objetivo de selecionar espécies eficientes na fitorremediação do solo (PIRES et al., 2003).

O uso da fitorremediação baseia-se na seletividade, natural ou desenvolvida, que algumas espécies apresentam em relação a determinados tipos de compostos ou mecanismos de ação. Este fato é uma ocorrência comum em espécies agrícolas e de plantas daninhas, tolerantes a determinados herbicidas. A seletividade deve-se ao fato de que compostos orgânicos podem ser translocados para outros tecidos vegetais e posteriormente volatilizados; também podem sofrer degradação parcial ou completa ou ser transformados em compostos menos tóxicos, especialmente menos fitotóxicos, combinados e/ou ligados aos tecidos vegetais (compartimentalização) (Accioly & SIQUEIRA, 2000; SCRAMIN et al., 2001 apud PIRES et al., 2003).

A maioria dos orgânicos parece sofrer algum grau de transformação em células vegetais antes de serem isolados em vacúolos ou se ligarem a estruturas celulares insolúveis, como a lignina (SALT et al., 1998). A capacidade de metabolizar o pesticida em um composto não tóxico (ou menos tóxico) para a planta e o meio ambiente é o princípio da fitodegradação. Outra possibilidade é a fitoestimulação, na qual a atividade microbiana é estimulada, promovida pela liberação de exsudatos radiculares, que atua degradando o composto no solo, o que caracteriza, em algumas plantas, a aptidão rizosférica para a biorremediação de compostos tóxicos (PIRES et al., 2003).

Esse campo de pesquisa, devido à sua complexidade, ainda é pouco estudado e referências consistentes ainda são escassas. No entanto, os resultados dos testes que determinaram o início de nossos estudos têm sido sistematicamente repetidos, destacando o potencial de fitorremediação (VARRICCHIO, 2007) no solo e na água por um mecanismo indireto via liberação de ácido cianúrico. Quanto à água, e como adendo, pesquisas científicas sugeriram a participação do ácido cianúrico comprometendo a viabilidade da bactéria gram negativa *E. coli* (CAMPOS, 2014), microrganismo com relatos de aderência e multiplicação em plásticos por meio de um mecanismo ainda não estabelecido (FREIRE SOUZA SILVA et al., 2019).

Para minimizar o impacto causado pelo lançamento de esgoto nos corpos d'água, é necessário que eles passem por uma etapa de desinfecção, antes de sua disposição final, com o objetivo de conter a disseminação de doenças de veiculação hídrica. Neste contexto, o trabalho de Josimar Campos (2014) teve como objetivo avaliar um sistema de cloração utilizando pastilhas de ácido triclorisocianúrico, aplicado para desinfetar efluente sanitário de uma lagoa facultativa, no município de Itirapuã - SP. Para a avaliação, utilizou-se um ensaio experimental, realizado em laboratório, onde foram utilizadas

concentrações de 2,5, 3,5, 5, 10, 15 e 20 mg. L-1 de cloro residual total foi testado, nos tempos de contato de 5, 15, 30, 45 e 60 minutos, para definição da dosagem; além do teste em escala real com a implantação do sistema na estação de tratamento de esgoto para análise de desempenho, que foi baseado na inativação de bactérias do grupo coliforme.

No teste experimental, com a aplicação de 3,5 mg. L-1 de cloro residual total em um tempo de contato de 30 minutos, o que resulta em um fator CT de 105 mg.min.L-1, inativação de 5 log e 4,5 log para coliformes totais e E. coli, respectivamente. Com o sistema implantado na estação de tratamento de esgoto, na concentração de 10 mg. L-1 de cloro residual total aplicado ao efluente, a inativação do coliforme total foi de 4,7 log e de E. coli 4,6 log. Portanto, os resultados obtidos demonstraram que o sistema foi eficaz na desinfecção do efluente, possibilitando seu lançamento em corpos hídricos classe 2 sem comprometer a qualidade bacteriológica, além de ser operacionalmente simples (CAMPOS, 2014).

Para concluir a avaliação de nosso experimento, que motivou a redação deste capítulo, de fato, a polimerização natural foi sugestiva como já descrito por SANTOS (2001) e CÂMARA (2003), na observação do efeito cola do látex cru à temperatura ambiente por CAROLINE MACHADO - TUKANO com E. tirucalli do Rio Comprido, pertencente ao Maciço da Tijuca, no município de RJ/RJ. Em seu aprendizado baseado em projetos (MACHADO et al., 2019), buscou extratos vegetais crus que favorecessem a conservação de sementes armazenadas para artesanato urbano indígena, para consequente sobrevivência financeira, autonomia e promoção do etnodesenvolvimento (MACHADO et al., 2019a).

Apesar de todas essas observações quanto ao potencial e provável aplicação prática, útil e barata deste ensaio visando à fitorremediação, talvez biorremediação, por outro lado, ficou evidente que os reticulados brutos das regiões geográficas testadas em diferentes temperaturas não foram capazes de digerir quimicamente o isopropileno, sugerindo que a enzima capaz de digerir esse plástico participa efetivamente quando o fungo endofítico presente nesta espécie encontra condições favoráveis ao desenvolvimento conforme discutido por VARRICCHIO (2005; 2007).

Um protocolo específico está sendo desenvolvido em Biotecnologia Vegetal, pois esses trabalhos têm a possibilidade de aplicação útil e rentável para reaproveitamento a ser realizado por pequenos recicladores de resíduos sólidos. Também visará a autonomia de grupos étnicos em situações urbanas, além de promover a sustentabilidade ambiental.

Com base nessa contribuição, novos testes serão realizados a fim de investigar mecanismos de ação na fitorremediação (KATHAR et al., 2023), comparando-os com aqueles já preliminarmente evidenciados na fitorremediação (GASPAR et al., 2017; 2023; 2024).



Há muito a aprender com a observação da natureza e o uso tradicional dos recursos naturais para as mudanças climáticas, a saúde ambiental e a sustentabilidade do planeta (VARRICCHIO & LAGE, 2020; PYRRHO et al., 2020).

## **5 CONCLUSÃO**

Os variados extratos aquosos totais de *E. tirucalli* caule de látex preparado em diferentes temperaturas, de diferentes regiões geográficas, geológicas, pedológicas e climáticas do Brasil (RJ e SP), nas concentrações/dosagens testadas, não foi capaz de desencadear corrosão imediata, nem retração a médio prazo em polipropileno (PP-5). Um resultado diferente de nossas publicações anteriores.

Eles foram promissores apenas por seu potencial ação biotecnológica como cola aplicável ao papel e como resina, ambas atividades já descritas na literatura, mas verificadas para todos os extratos cozidos.



## REFERÊNCIAS

ABIQUIM. Available in: <https://abiquim.org.br/> Accessed on September 5, 2020.

ABREU, F.O.M., FORTE, M.M.C., LIBERMAN, S. A. Mechanical Properties and Morphology of Polypropylene Blends with TPEs. *Polymers: Science and Technology*, vol. 16, no. 1, p. 71-78, 2006.

ARAÚJO, J.L. DE, L.H.C. DOS & PEREIRA, M. G. SOIL ATTRIBUTES AND DISTINCTION OF PEDO ENVIRONMENTS FOR AGRICULTURE ON THE MBYA INDIGENOUS LAND IN UBATUBA (SP). *R. Bras. Ci. Solo*, 33:1765-1776, 2009.

BAPTISTA, A.C., CALIJURI, M.L., SCHAEFER, C.E.G.R., MARQUES, E.A.G. SUSCEPTIBILITY OF RISK AREAS TO MASS MOVEMENTS IN APA PETRÓPOLIS-RJ. *Nature & Development*, v. 1, no. 1, p. 51-58, 2005.

BETANCUR-GALVIS, L.A. et al. Cytotoxic and antiviral activities of Colombian medicinal plant extracts of the *Euphorbia* genus. *Memories of the Oswaldo Cruz Institute*; RJ, 97(4): 541 – 6, Jun, 2002.

BETANCUR-GALVIS, L. et al. Tigliane diterpenes from the latex of *Euphorbia obtusifolia* were inhibitory activity on the mammalian mitochondrial respiratory chain. *Journal of Ethnopharmacology*, USA, 85 (2-3): 279 – 282, Apr. 2003.

BRAZIL. Ministry of the Environment. Last accessed in May, 2020.

CÂMARA, A. L. da. Use of national talc as an adsorbent additive for tars and sticky materials in the paper manufacturing process. [Masters dissertation]. UFMG School of Engineering, Belo Horizonte, 2003.

CAMPOS, J. A. DISINFECTION OF FACULTATIVE LAGOON EFFLUENT WITH TRICHLOROISOCYANURIC ACID: EVALUATION OF COLIFORM INACTIVATION. Advisor: Prof. Dr. Bruno Coraucci Filho. Master's thesis presented to the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Urbanism at Unicamp to obtain the title of Master in Civil Engineering, in the area of Sanitation and Environment. CAMPINAS STATE UNIVERSITY. SP: CAMPINAS, 2014. 142p.

CANEVAROLO JUNIOR., S.V. *Polymer Science: A Basic Text for Technologists and Engineers*. São Paulo: Artliber, 2003. CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião V.. *Polymer science*. São Carlos SP: Artliber Editora Ltda., 2006.

CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião Vicente et al. *Polymer characterization techniques*. São Carlos - SP: Artliber Editora Ltda., 2007.

DELAUNAY, N. *Euphorbia tirucalli* as a paleocontinental indicator in northwestern Bahia and the coastal strip of Angola. Presentation Extension Course: Geopharmacobotany and Bioproducts. FMPFase Cultural Center. 2019.

DELAUNAY, N.; MUSMANNO, P.; SILVA. S. da; PYRRHO, A. dos S.; KUSTER, R.M.; VARRICCHIO, M.C.B.N.; CASTELO BRANCO, M.T.L. *Euphorbia tirucalli* as a paleocontinental indicator in northwestern Bahia and the coastal strip of Angola. GEOSUDESTE, UNICAMP. 2019a.

DRAGO, J. A. A.; MUSMANNO, P.; PINTO, M.D.D.C.de A.; PYRRHO, A. dos S.; CASTELO BRANCO, M. T. L.; VARRICCHIO, M.C.B.N. Biotechnological potential of activity on fungi by the *Euphorbia* Genus and Secondary Metabolites: A literature review. Poster accepted for oral presentation



by Alberto A. Drago. Advisor: Marcia C.B.N. Varricchio. Round table: Neglected Diseases and Oncology & Bioproducts of *Euphorbia tirucalli*. Discipline of Parasitology and Mycology E. Faculty of Pharmacy. UFRJ. 2019.

EMBRAPA. LUMBRERAS, J.F. & GOMES, J.B.V. Pedological mapping and useful interpretations for environmental planning in the city of Rio de Janeiro. 2004.

EMBRAPA. Brazilian system of soil classification. 2006. [www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc)

FRANCHETTI, S.M.; MARCONATO, J.C. The importance of the physical properties of polymers in recycling. *New Chemistry at School*, n. 18, p. 42-44, 2003.

FREIRE SILVA, F.; PINTO, M. D. D. C. de A.; SILVA, A. V. W. da; MACHADO TUKANO, C. V.; BRIOSO, P.; PYRRHO, A. dos S.; CASTELO BRANCO, M.T.L.; VARRICCHIO, M. C. B. N. EUPHORBIA *tirucalli*, BIOPRODUCT AND BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL PLASTIC DIGESTOR: Preliminary results. Summary. FMPFase SCIENTIFIC WEEK - BioEconomy: Caring as a life ethic. 2019.

GASPAR, S. A.; GUALBERTO, M.J.V., VARRICCHIO, M.C.B.N. Germination of *Vigna unguiculata* with ultra-diluted and energized solutions. INFO-SAPB Magazine – Magazine supporting the SAPB-LIPAT/FF/DAC/UFRJ Project. V.1 N.1, 2017, may. Available: [https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista\\_info-sapb#h.p\\_Ao3lwclpMYL6](https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_info-sapb#h.p_Ao3lwclpMYL6)

GASPAR, S.A.; MUSMANNO, P.G.; BELLIZZI, G.M.; KATHAR, K. R.; VARRICCHIO, M.T.; VARRICCHIO, M.C.B.N.; PYRRHO, A. DOS S.; BRIOSO, P. S. T.; DA SILVA, S. Environmental and Economic Values of salt tolerance. *Euphorbia tirucalli*: Phytoremediation potential. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)* Peer-Reviewed Journal. ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O) Vol-10, Issue-6; Jun, 2023 Journal Home Page Available at: <https://ijaers.com/> Article DOI: <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.106.5>

GASPAR, S.A.; NAGAMATSU, D.; BOLOGNANI, F. DE A.; CASTELOBRANCO, M.T.L.; PYRRHO, A. DOS S.; SILVA, S.; BRIOSO, P. S. T. & VARRICCHIO, M.C.B.N. Environmental impact of pollutants and the potential contribution to phytoremediation. Individual chapter of the book *Engineering and its advancements*. ISBN: 978-65-85932-09-7. DOI: 10.56238/sevened2024.004-012. Link: <https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/4192>. 2024, Apr.

KATHAR, K. R.; WASIM, N.; DA SILVA, S.; PYRRHO, A. DOS S. & VARRICCHIO, M.C.B.N. *CONSTRUCTED WETLANDS: TECHNOLOGY FOR REMOVING DRUG CONCENTRATION FROM WATER*. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)* ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O). Issue-4; Apr, 2023. Article DOI: <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.104.13>.

MACHADO - TUKANO, C. V. DA S.; PINTO, M. D. D. C. DE A.; LAGE, C. L. S.; PYRRHO, A. DOS S.; AMARAL, M. DO; VARRICCHIO, M. C. B. N. QUANTUM PHILOSOPHICAL CAFÉ of the FMPFase Cultural Center as a sensitizer to Bioethics, Diversity, Sustainability, Environmental Health and Spiritual Health. Summary and oral presentation. ABEM RJ/ES. 2019.

MACHADO - TUKANO, C. V. DA S.; SILVA, A. V. W. da; FREIRE SILVA, F.; PINTO, M. D. D. C. de A.; BRIOSO, P.; PYRRHO, A. dos S.; CASTELO BRANCO, M.T.L.; VARRICCHIO, M. C. B. N. "EUPHORBIA *tirucalli*, BIOPRODUCT AND BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL PLASTIC DIGESTOR: Preliminary results" Poster accepted for oral presentation by Caroline V. da S. Machado TUKANO in the FMPFase Extension Course: Semiology: Care, Inter/Transdisciplinarity, Bioethics



and Spirituality. Coordination Prof. Dr. Marcia C.B.N. Varricchio. Held in the 7th Ward of HGSCMRJ.2019.

MENEZES, P. M. L. DE; ANDRADE, L. G. DE; LEPORE, V. M. G.; SILVA, B. S. DA; FERREIRA, T. DE S. F. Historical-geographic-cartographic evolution of Fundão Island. Proceedings of the X Meeting of Geographers of Latin America – March 20 to 26, 2005 – University of São Paulo.

MIGUEL, J.J.P. Comparative Study of the Thermal and Mechanical Properties of Polypropylene Reinforced with Zinc Oxide, Calcium Carbonate and Talc. Master's thesis presented to the Postgraduate Program in Management and Industrial Technology, Faculty of Technology SENAI CIMATEC as a partial requirement for obtaining the title of Master in Management and Industrial Technology. Advisor: Prof. Dr. Wagner Mauricio Pachekoski Co-supervisor: MSc. Josiane Dantas. Salvador, Bahia. December/2010. [http://www.senaicimatec.com.br/wp-content/uploads/2017/03/dissertacao\\_e\\_jose\\_jorge.pdf](http://www.senaicimatec.com.br/wp-content/uploads/2017/03/dissertacao_e_jose_jorge.pdf)

MUSMANNO, P.; PINTO M. D. D. C. DE A.; WASIM, N.; KREISCHER, C. R.; DELAUNAY, N.; BUFON, A. P. DAL P.; PYHRRO, A. dos S; VARRICCHIO, M. C. B. N. *Euphorbia tirucalli* and germination of *Vigna unguiculata*: Bioproduct and Biotechnological Potential. Poster accepted for oral presentation by Patrícia Musmanno in the FMPFase Extension Course: Semiology: Care, Inter/Transdisciplinarity, Bioethics and Spirituality. Coordination Prof. Dr. Marcia C.B.N. Varricchio. Held in the 7th Ward of HGSCMRJ. 2019.

PEREIRA, R.C.C.; MACHADO, A.H.; SILVA, G.G. (Re)getting to know PET. New Chemistry at School, n. 15, p. 3-5, 2002.

PINTO, E. BRAZILIAN ETHNOLOGY (FULNIO - THE LAST TAPUIAS). Book: Own edition. 1968. 332 p. P.45.

PINTO, M. D. D. C. de A. (FMPFase): Comparison of the effect of *E. tirucalli* extracts on the germination of *Vigna unguiculata*. Testing fermented bioproducts on materials persistent in nature (plastics). Oral presentation. I Natural Products and Bioproducts Day for undergraduate and extension students at the FMPFase Cultural Center (CFQ and Pharmacobotany Course, Phytotherapy, Immunomodulation). Coordination: Prof. Dr. Marcia C.B.N. Varricchio; Prof. Dr. Morgana Teixeira Lima Castelo Branco; Prof. Dr. Alexandre dos Santos Pyrrho; Prof. Dr. Marcia do Amaral; Prof. Nelson Bretas de Noronha Gomes, Prof. Denise Nagamatsu. FMPFase Cultural Center. RJ: Petrópolis. June 15, 2019c.

PIRES, F.R.; SOUZA, C.M.; SILVA, A.A.; PROCÓPIO, S.O.; FERREIRA, L.R. Phytoremediation of soils contaminated with herbicides. Bibliographic Review • Planta daninha 21 (2) • Aug 2003 • <https://doi.org/10.1590/S0100-83582003000200020>.

PETRÓPOLIS CITY HALL. Site. Last accessed in May, 2020.

PUFFETT, K. PFK1 and Plastic. National Geographic. Last accessed on 04/25/2018.

PYRRHO, A. DOS S.; LAGE, C. L. S.; GASPAR, S. A.; NAGAMATSU, D.; M.C.B.N. VARRICCHIO. Medicinal Plants: Bioethics, Legislation, Sustainability. Medicinal Plants Course. Corandoo7 Extension Project. Immunology Laboratory. ICB. HUCFF/UFRJ. Period March – June, 2020.

SAAVEDRA, M. NOEMÍ GONZÁLEZ. New Polyhydroxylated Cytotoxic Steroids from *Isis hippuris* and *Serinolipids* from *Didemnum* sp. Iogenic studies of diterpenes from *Gorgonias Eunicea*



*mammosa* and *Briaerum asbestinum*. Department of Fundamental Chemistry of the Faculty of Sciences of the University of A Coruña. 2003.

SANTOS, C.P.; REIS, I.N.; MOREIRA, J.E.B.; BRASILEIRO, L.B. Paper: how is it manufactured? New Chemistry at School, n. 14, p. 3-7, 2001.

SINGER, A. C. et al. Secondary plant metabolites in phytoremediation and biotransformation. Trends in Biotechnology, USA, 21 (3): 123 - 130, 2003.

TECHNICAL DIAGNOSIS - PRODUCT 2 PHYSICAL ENVIRONMENT - APAM LITORAL NORTE – REVISION 1.  
[https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/APAM\\_LN/APAMLN\\_Meio%20Fisico\\_Terrestre\\_final-p1.pdf](https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/APAM_LN/APAMLN_Meio%20Fisico_Terrestre_final-p1.pdf). Last accessed, May 2020.

VARRICCHIO, M.C.B.N. “Integrated Studies: Biotechnology, Toxicology, Special Metabolites and Antitumor Activity of *Euphorbia tirucalli* L” Master's dissertation under the guidance of Celso Lage and Co-orientation of Ricardo Machado Kuster 2003/2004. Postgraduate Program in Plant Biotechnology, Federal University of Rio de Janeiro, 2005.

VARRICCHIO, M. C. B. N. Preliminary analysis of HUD 30CH *E. tirucalli* (Aveloz) as an action strategy in the Severe Cowpea Mosaic virus. 2007. 17p. NP. UFRJ/PPGBV Library.

VARRICCHIO, MÁRCIA C.B.N.; ORMELEZ, ELISA G .; SILVA, SIMONE DA; SATO, ALICE; HENRIQUES, ANAÍZE B .; LAGE, CELSO L. S. *Euphorbia tirucalli*: qualitative analysis of vegetable development during *in vitro* cultivation. BioFar. 1983-4209 - Volume 03 - Number 01 - p1-13 - 2008.

VARRICCHIO, M.C.B.N.; SILVA, S.; HOLANDINO, C.; LAGE, C.L.S.; KUSTER, R.M.; CASTELO-BRANCO, MTL. Chromatographic analysis of Aveloz latex and the risks of non-standardized plant extracts. FOG Archives, Petrópolis, 5 (2): 113-136 Oct. 2008a. [https://sites.google.com/view/lipat/sapb-artigos?authuser=1#h.p\\_p1DnrUrkJqlq](https://sites.google.com/view/lipat/sapb-artigos?authuser=1#h.p_p1DnrUrkJqlq)

VARRICCHIO, M.C.B.N. Analysis regarding the effectiveness of legislation on access to Brazilian genetic heritage, protection and access to associated traditional knowledge, as a sustainable use of biodiversity. Postdoctoral Internship Report. Supervisor: Celso Luiz Salgueiro Lage. National Institute of Industrial Property, Period September – November, 2019. 108f., ill. January, 2020.

WENDLING SILVA, A. V. da; MACHADO TUKANO, C.V.; BRIOSO, P.; PYRRHO, A. DOS S.; CASTELO BRANCO, M.T.L.; VARRICCHIO, M. C. B. N. "Cultivation of *EUPHORBIA tirucalli* with Acupuncture: Bioproduct and resinous biotechnological potential (Preliminary results)" Poster accepted for oral presentation by André Vinicius Wendling da Silva in the FMPFase Extension Course: Semiology: Care, Inter/Transdisciplinarity, Bioethics and Spirituality. Coordination Prof. Dr. Marcia C.B.N. Varricchio. Held in the 7th Ward of HGSCMRJ. 2019.

WENDLING SILVA, A. V. da. *Euphorbia tirucalli*, Bioproduct and Resinous biotechnological potential: Preliminary results. Oral presentation. Round Table: Neglected Diseases and Oncology & Bioproducts of *Euphorbia tirucalli*. Discipline of Parasitology and Mycology E. Faculty of Pharmacy. UFRJ. 2019a.