

USO DE PLANTAS ORNAMENTAIS NA FITORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS COM PETRÓLEO.

Dalton Gomes do Amaral¹, Denise da Silva Martins².

(Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, *Campus Nilópolis*, Rua: Cel. Delio Menezes Porto, 1045 - Centro, Nilópolis - RJ, 26530-060, denise.martins@ifrj.edu.br, ¹Discente do curso de especialização em Gestão Ambiental, ²Professora Ms IFRJ)

RESUMO

Este trabalho efetuou uma comparação entre duas diferentes espécies de plantas ornamentais com o propósito de observar a aptidão que cada uma tem na fitorremediação de solos contaminados com petróleo. No ensaio experimental foram testadas as espécies *Ixora coccinea* e *Duranta repens*. As mudas foram submetidas à aplicação de teores de petróleo correspondentes a 3% e 6%. Simultaneamente foram feitas aplicações dos mesmos teores em vasos com amostra de solo, porém sem plantas, para serem empregados como controle, ou seja, sem que haja nenhuma influência das plantas na degradação do petróleo. A rega foi controlada através de um recipiente disposto para recolher o líquido percolado, para que não houvesse perda de óleo residual. A extração do óleo residual de petróleo nas amostras foi efetuada através do método gravimétrico de óleos e graxas, por meio do extrator Soxhlet. A espécie *Duranta repens* destacou-se como a mais promissora, dentre as duas testadas, pois esta apresentou uma maior taxa de degradação de petróleo de cada amostra durante todo o período de teste, principalmente nas amostras contaminadas por teores relativos a 3% de contaminante.

Palavras chave: fitorremediação, solos, petróleo, microrganismo, plantas ornamentais.

INTRODUÇÃO

Através dos recentes tratados políticos internacionais que discorreram sobre a temática relacionada à preservação da natureza e ao desenvolvimento sustentável, houve um aumento natural do interesse da população mundial em questões relacionadas ao meio ambiente, principalmente no que se refere à poluição causada pelos lançamentos de resíduos oriundos de atividades industriais, seja na forma sólida, semi-sólida, líquida e gasosa, ao meio ambiente (Freitas 2009). No entanto, apesar da pressão de órgãos de proteção do meio ambiente, de Organizações Não Governamentais (ONGs), da mídia e a crescente preocupação humana, ainda são corriqueiros os casos em que as necessidades de ordem econômicas decorrentes das ações da cadeia produtiva se sobressaem em detrimento da preservação do meio ambiente e busca por um desenvolvimento sustentável.

O aumento nos últimos anos do consumo mundial de compostos orgânicos sintéticos, levando em consideração o seu potencial de contaminação das águas, solos e ar, vem preocupando cada vez mais os órgãos de proteção ambiental (Viana *et al.* 2011). De acordo com Castro (2010) o derrame de petróleo e seus derivados no solo se dão principalmente através de rompimento de oleodutos, explosões de poços, perfurações ou corrosões de tanques de combustível. Os problemas ambientais estão presentes em todo o processo da indústria petrolífera. As ameaças vão desde a fase de exploração e perfuração até o destino final. Almeida (2009) destaca ainda que pequenas contaminações decorrentes de lavagem de motores, tanques de armazenamentos e dos efluentes líquidos gerados em refinarias de petróleo são fontes de poluição pontuais, porém tão frequentes que são equiparáveis, em nível de importância, aos acidentes que atingem maiores proporções.

A contaminação de solos por petróleo e seus derivados tem sido uma das principais problemáticas ambientais nos últimos anos, tendo em vista a crescente demanda mundial energética, contudo esta matéria prima representa uma complexidade muito grande de enumerados compostos, o que dificulta a eficácia dos métodos de remediação. Nos processos de tratamento devem-se levar em conta algumas variáveis como; a condição física e química do local a ser descontaminado, a concentração e o nível de toxidez do contaminante, e o tempo necessário para a remoção ou degradação do composto poluente.

Tonini *et al.*,(2010) definem a biorremediação como o processo que utiliza biotecnologia para acelerar e transformar poluentes em produtos menos agressivos ao meio ambiente. O objetivo então é a utilização do metabolismo de microrganismos para eliminação rápida de poluentes, para reduzir sua concentração para níveis aceitáveis, transformá-los em compostos de baixa toxicidade, ou mesmo mineralizá-los completamente. De acordo com Bento *et al.*,(2003), as técnicas de biorremediação incluem: a utilização de microrganismos do próprio local que são denominados de autóctones, sem qualquer interferência de tecnologias ativas de remediação (biorremediação intrínseca ou natural); a adição de agentes estimulantes como nutrientes, oxigênio e biossurfactantes (bioestimulação); e a inoculação de consórcios microbianos enriquecidos (bioaumento).

Os processos baseiam-se nas atividades aeróbicas ou anaeróbicas de microrganismos denominados “petrófilos”. Assim, vários tipos de microrganismos utilizam vias bioquímicas complexas para transformar os hidrocarbonetos em intermediários comuns do seu catabolismo e, a partir daí, em fonte de carbono e energia para seu crescimento (Tonini *et al.* 2010). A biorremediação se mostra então como uma ferramenta às empresas, principalmente as relacionadas com consultorias e remediação ambiental, como opção para a reabilitação de áreas contaminadas.

A fitorremediação é uma área da biorremediação onde se utilizam plantas como agentes biológicos responsáveis pela biodegradação do poluente alvo. A seguir, destacamos alguns dos principais métodos de fitorremediação encontrados na literatura:

Fitoextração: neste processo ocorre a absorção das substâncias contaminantes pelo sistema radicular, e a acumulação destes no tecido da planta fitorremediadora (Susarla *et al.*, 2002; Andrade *et al.* 2007).

Fitodegradação: é a degradação ou mineralização dos compostos poluentes que foram absorvidos pela planta fitorremediadora, este processo ocorre intracelularmente pela ação metabólica de enzimas específicas. Pode ocorrer também a degradação de poluentes na zona radicular, externa, através de liberação de exsudatos com ação catalítica pela planta (U. S. EPA, 2004).

Bioestimulação: consiste em estimular o desenvolvimento de uma população de microrganismos nativos capazes de degradar certos tipos de poluentes (SEABRA 2008). Esta técnica promove um aumento na atividade dos microrganismos que irão agir sobre compostos tóxicos transformando-os em produtos neutros que não irão agredir o meio ambiente (Mesquita 2004).

O propósito da utilização de plantas ornamentais neste trabalho se dá através de seu potencial operacional, pois se trata de um tipo importante de vegetal superior e não inserida na cadeia alimentar do homem, consequentemente torna-se de crucial importância se puderem ser aplicadas na fitorremediação de solos contaminados. Assim, o uso de plantas ornamentais para a remediação de ambientes contaminados tem um propósito significativo e realista, que pode definitivamente abrir um novo caminho para fitorremediação, sem que haja uma preocupação com descarte da biomassa produzida.

As espécies, *Duranta repens* e *Ixora coccinea*, foram as duas plantas selecionadas para verificação da eficiência na fitorremediação das amostras de solos selecionadas, pois além de serem plantas de interesse ornamental e bastante utilizadas no paisagismo, se desenvolvem bem em clima quente e úmido e em condições de alta luminosidade apresentam rápido enraizamento e são consideradas razoavelmente rústicas, exigindo poucos cuidados no seu cultivo e manutenção (Bitencourt 2004). Outra característica desejável que vem a ser encontrada nessas espécies foi a capacidade de propagação vegetativa através de estacas, desta forma, pode-se obter clones de uma mesma planta matriz e desrortear a contribuição da expressão gênica para justificar os diferentes comportamentos fisiológicos oriundos da condição de poluição por petróleo.

A *Duranta repens* pertence à família Verbenaceae e é originária da América Latina. Está sendo amplamente utilizada no Brasil com grande utilização em projetos paisagísticos compondo cenários de praças e parques públicos e privados. Isso se deve à adaptação que apresenta quanto as condições edafoclimáticas, além da sua folhagem bastante apreciada. Essa espécie é popularmente conhecida como pingo-de-ouro, sendo uma planta de porte arbustivo, lenhosa, com altura até 1,5 metros, de ramagem densa, apresentando folhas de cor amarelo-dourado, principalmente nas folhas jovens, sendo muito utilizada em bordaduras e renques. A propagação da *D. repens* tem sido realizada de forma empírica principalmente pelo processo de estaquia, embora as informações técnicas na literatura quanto ao tipo de estaca e necessidade de uso de auxinas exógenas ainda sejam muito escassas (Lorenzi 2001).

A *Ixora coccinea* é um arbusto lenhoso e muito ramificado que pode chegar a 2,5 metros de altura, é uma planta originária das Índias orientais e Malásia, pertence à família Rubiaceae, que compreende cerca de 500 gêneros e aproximadamente 7.000 espécies e considerada uma das maiores famílias de angiospermas. Possuem folhas grandes ovais acuminadas, cor verde-escuras, coriáceas e brilhantes, quase sem pecíolo, organizadas de forma opostas duas a duas e devido a suas inflorescências, com numerosas flores de coloração amarela, vermelha, laranja ou cor-de-rosa, que estão presente praticamente o ano todo, é extremamente empregada no paisagismo urbano (Lorenzi e Souza 1995). A *I. coccinea* aprecia locais ensolarados, solo bem adubado, com bom teor de matéria orgânica e bem drenado.

OBJETIVOS

Comparar duas espécies vegetais, a *Ixora coccinea* (ixora) e a *Duranta repens* (pingo de ouro), verificando a eficiência de cada uma delas na fitorremediação dos solos, por intermédio da análise de óleo e graxas. Testar as espécies utilizadas quanto às suas respectivas tolerâncias à contaminação por diferentes níveis de petróleo, buscando uma possibilidade de indicação de espécie para promover futuros projetos de bioremediação *in situ*.

METODOLOGIA

As mudas foram obtidas comercialmente e alocadas em uma área externa de produção vegetal do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), *campus* Nilópolis-RJ. A aquisição destas ocorreu na central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (Ceasa-RJ). Estas mudas foram produzidas por intermédio da propagação vegetativa, através da confecção de estacas, de uma mesma planta matriz, na Chácara denominada de Bouganvillea, localizada no bairro Ilha de Guaratiba, coordenadas: 22° 59' S, 43° 36' O, situado na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro-RJ, onde há predominância da produção e cultivo de diversas espécies de caráter ornamental. Foram utilizados dois tipos diferentes de solos para o enraizamento das estacas, adicionando ainda 10% de matéria orgânica oriunda de húmus de minhoca. Após o enraizamento em casa de vegetação, as

plantas foram expostas para rustificação em pleno sol. As classes de solos identificadas foram: Planossolo háplico e Latossolo vermelho-amarelo para o desenvolvimento das espécies *Duranta repens* e *Ixora coccinea* respectivamente. A identificação foi desempenhada por intermédio da interpretação no mapa de solos do Brasil, disponibilizado pelo IBGE, análise do tipo de vegetação local, altitude de origem, a análise granulométrica dos horizontes do perfil do solo (seção vertical do solo) e análise química das amostras de solo. As amostragens foram recolhidas dos horizontes A, A-B, B-A e B.

A escolha da ordem dos solos se torna pertinente, principalmente quanto ao Latossolo, pois são de grande abrangência no território brasileiro, e como a proposta do presente trabalho é verificar a existência de uma bioestimulação da microbiota nativa, nada melhor que trabalhar com um dos solos predominante do país.

As espécies foram adquiridas portando 15 e 21 cm de comprimento médio para a ixora e o pingo de ouro respectivamente, e transplantadas para vasos plásticos Nutriplan N°02. Para a contaminação da amostra de solo inserido no vaso, o petróleo utilizado foi cedido pela Petrobras (CENPES) – Petróleo Tabit da Plataforma FPSO Cidade de Angra dos Reis/RJ, Brasil.

Delineamento: foram realizados 3 tratamentos com diferentes níveis de adição de petróleo (com 0, 3 e 6% de petróleo – p/v), com 2 coletas em intervalo de 40 dias entre elas, 2 espécies de plantas ornamentais e 2 repetições, somando-se 24 amostras preparadas com plantas, e 2 tratamentos (contendo 0, 3 e 6% de petróleo – p/v) com 2 tempos, 2 repetições sendo com e sem plantas, somando-se 24 amostras preparadas sem plantas (padrão). Deste modo totalizando-se 48 amostras confeccionadas.

Adquiriu-se as mudas e transplantou-se em vasos plásticos Nutriplan N°02, colocando um recipiente de polietileno embaixo do vaso para resgatar o volume de fluido percolado resultante da rega. Adicionou-se o contaminante no solo (nas concentrações de 3 e 6% p/v). Foi controlada a rega, realizada uma vez ao dia, recolhendo o volume lixiviado e retornando-o novamente à superfície do vaso, para que não se perdesse qualquer resíduo de petróleo. A lixiviação propriamente dita está envolvida com o arraste vertical, pela infiltração de água, de partículas, dissolvidas ou em suspensão, da superfície do solo para as camadas mais profundas (Andrade *et al.* 2010). Realizou-se a primeira coleta 40 dias após a contaminação e foi determinada a concentração de óleos e graxas no solo pelo método de extração em Soxhlet. Realizou-se a segunda coleta 80 dias após a contaminação, e determinou-se a concentração de óleos e graxas do solo. Foram correlacionados os dados e expressos em gráficos e tabelas comparando e especulando o motivo do comportamento entre as duas espécies de plantas selecionadas.

Na análise de óleos e graxas a amostra foi colocada em um cartucho de filtro de papel dentro do extrator. Coloca-se o solvente no balão e este é aquecido com uma manta aquecedora para que o solvente ferva. Os vapores passam pelo tubo lateral e chegam ao condensador, onde condensam, caindo no extrator. Neste permanece até que seu nível chegue à altura acima do pequeno sifão e retorne ao balão. Estas operações continuam até que seja efetuada a extração total da amostra e tendo-se transferido ao balão toda a substância a se extrair junto com o solvente. (Gonçalves *et al.* 2012). As análises após as coletas ocorreram nos laboratórios de bioquímica, microbiologia e instrumental do Instituto Federal do Rio de Janeiro, *campus* Nilópolis.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Desde o momento da contaminação das amostras de solo até a conclusão da segunda coleta foram identificadas algumas ocorrências atípicas que podem estar atribuídas à ação do petróleo residual sobre o a fisiologia das plantas analisadas.

Houve uma imediata impermeabilização do solo da amostra dificultando o percolamento da água oriunda da rega diária (figura1). O resíduo em questão não teve uma atuação letal às plantas durante o período observado, ou seja, no decorrer dos 75 dias de contato entre o resíduo do petróleo e o sistema radicular das plantas, não houve morte das mesmas. No entanto o crescimento cessou nitidamente e após uma semana houve o abortamento de mais de 90% das inflorescências vermelhas da espécie *Ixora coccinea* (Figura2).



Figura 1: Muda de *Duranta repens* após a contaminação por petróleo.

A confecção de dois tipos de padrões diferentes (X e Y) se remete ao fato das espécies estarem estabelecidas sobre dois tipos de solos diferentes. Merki (2006) destaca que, quando se trata de fitorremediação

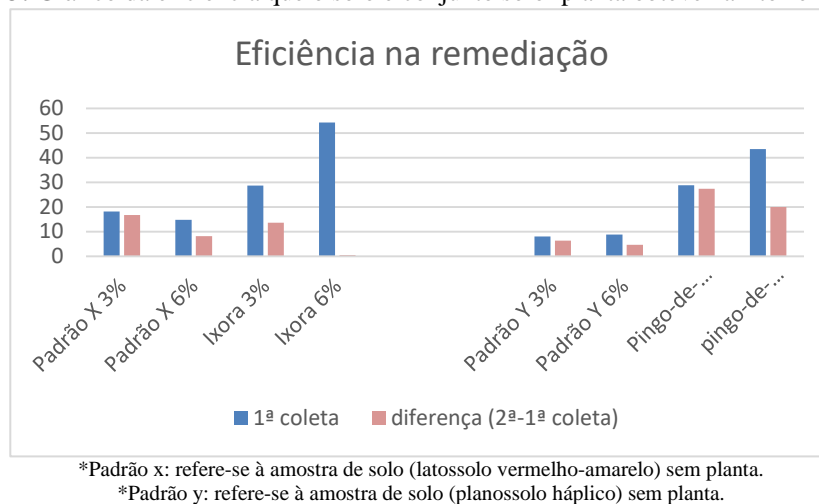
de hidrocarbonetos de petróleo, presume-se que a degradação dos compostos poluentes é predominantemente executada pela atividade microbiana na rizosfera. A ação mecânica do sistema radicular cria um ambiente favorável, principalmente com relação à circulação de oxigênio necessário para a oxidação dos compostos contaminantes.



Figura 2: Mudas de *Ixora coccinea* após a contaminação por petróleo.

A figura 3 representa a eficiência que cada solo e conjunto solo-planta obteve na diminuição do contaminante na primeira coleta e no intervalo entre a primeira e segunda coleta.

Figura 3: Gráfico da eficiência que o solo e conjunto solo+planta obteve na fitorremediação.



Ao compararmos os padrões X e Y (figura 3), percebemos que o padrão X se destacou obtendo melhor redução do contaminante mesmo sem a influência de qualquer planta. Essa diferença pode então estar atribuída às características microbiológicas preexistentes no solo, ou seja, solos diferentes contêm quantidades e qualidades diferentes de microrganismos naturalmente, caracterizando uma microbiota própria, uma vez que, não houve inoculação de microrganismos alóctones.

Fazendo uma comparação entre as espécies de plantas, podemos destacar que, de modo geral, a ixora obteve uma vantagem na primeira coleta tanto ao nível de 3% quanto de 6%. Contudo, ao compararmos no intervalo entre a primeira e segunda coleta observamos que o pingo de ouro continuou reduzindo o contaminante de forma mais eficiente, principalmente ao nível de 6% de contaminante, pois a ixora cessou bruscamente. O resultado inicial da ixora nos leva a inferir então que a amostra de Latossolo vermelho-amarelo influenciou positivamente na redução do contaminante.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a espécie *Duranta repens* obteve melhores desempenho como planta fitorremediadora, uma vez que, houve uma maior eliminação do óleo residual de petróleo nas amostras durante todo o período de teste, principalmente pela razão do seu padrão Y, contendo planossolo háplico, não ter sido tão eficiente na remoção quanto o padrão X, contendo latossolo vermelho-amarelo, mostrando que houve influência positiva, e que pode ter promovido um aumento da atividade biodegradadora dos microrganismos preexistentes no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade JC (2007). Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental. são paulo: oficina de textos. 176 p.
- Bento FM (2003) Bioremediation of soil contaminated by diesel oil. *braz. j. microbiol.*, 34:65-68.
- Bittencourt, J (2004) Propagação vegetativa de *duranta repens*. 31 f. monografia (graduação em ciências biológicas), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Freitas JR (2009) Um estudo da percepção ambiental entre alunos do ensino de jovens e adultos e 1º ano do ensino médio da fundação de ensino de contagem (funec)- mg. *sinapse ambiental*, p. 52-77.
- Gonçalves, AG (2012) Relatório de química orgânica experimental. extração em extrator de soxhlet. Universidade Federal do Amazonas/UFA, Amazonas.
- Khan FI (2004) an overview and analysis of site remediation technologies. *journal of environmental management*, 71: 95–122
- Lorenzi H (1995) Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras, nova odessa, são paulo, ed. plantarum, p.1088, p.635.
- Mesquita (2004) Uso das técnicas de oxidação química e biodegradação na remoção de alguns compostos recalcitrantes. Universidade Federal do Rio de Janeiro- rj. tese doutorado.
- Susarla, VF (2002) Phytoremediation: an ecological solution to organic chemical contamination. *Ecological engineering*. 18 (5), 647-658.
- Tonini RM (2010) Degradação e biorremediação de compostos de petróleo por bactérias. *o ecologia australis*, 14(4): 1025-1035.
- U.S epa introduction to phytoremediation.(2004) epa 600-r-99-107, office of research and development. <http://clu-in.org/download/remed/introphyto.pdf>. Acessado em 25 de janeiro de 2017.
- Viana EM (2011) Fitoextração em solo contaminado com metais pesados. tese (doutorado) – escola superior de agricultura “luiz de queiroz”, Piracicaba -SP.