

**Teste comparativo da captura de Material Particulado (MP)
por folhas pilosas Tibouchina granulosa C.J. Ferreira e
filtro de ar acoplado a bomba de ar “home made”.**

Aléx Martins Nasare

***Graduado em Ciências Biológicas e da Saúde
pela Universidade São Judas Tadeu, Mestre em
Ciências em Biologia Estrutural pela
Universidade Federal de São Paulo.***

Thaiza Ferreira Menegassi de Souza

***Graduada em Ciências Biológicas pela
Universidade São Judas Tadeu, Mestre em
Ciência e Tecnologia/Química pela UFABC.
Doutoranda em Ciência e Tecnologia Química
pela UFABC.***

Léa Mara Langone

***Graduada em Biologia pela Universidade São
Judas Tadeu.***

Calebe Moreno de Oliveira

***Graduado em Ciências Biológicas pela
Universidade São Judas Tadeu.***

Pedro William de Souza Futro

***Graduado em Ciências Biológicas pela
Universidade São Judas Tadeu.***

Pablo Gracia Carrasco

***Graduado em Ciências Biológicas pela USP,
Mestre em Ciências Biológicas pela
Universidade Camilo Castelo Branco, Doutor em
Ciências Biológicas pela Universidade Estadual
Paulista Júlio de Mesquita Filho.***

André Rinaldi Fukushima

***Graduado em Farmácia pela Universidade São
Judas Tadeu, Mestre em Toxicologia e Análises
Toxicológicas pela USP, Doutor em Toxicologia
pela USP.***

Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol10ed3.305>

Resumo

A poluição do ar é um processo que resulta de atividades naturais (erupções vulcânicas, decomposição animal) ou atividades humanas (queima de carvão, carros) e causa danos à saúde e sobrevivência das espécies. Uma forma de diminuir esses danos causados pela poluição do ar é a florestação, uma vez que as árvores desempenham um papel importante na captura desses poluentes. Em vista desta história, decidimos comparar a taxa de captura de material particulado em folhas retas e peludas, tendo que as folhas pilosas apresentaram maiores taxas de captura de materiais poluentes (Material particulado) e com estas objetivamos avaliar a eficiência de folhas peludas na captura de material particulado comparando com uma bomba de ar "home made", para tanto, se utilizou uma bomba caseira e *Tibouchina granulosa* (quaresmeira) que foram expostos por 4 semanas em uma região com tráfego de carro moderado. Para determinar a capacidade de captação de material particulado, foram realizados o experimento de Pettenkofer, a titulação e a medição de peso seco. Os resultados mostraram que a bomba caseira foi capaz de capturar material particulado, mas as folhas peludas das árvores foram 4 vezes mais eficientes, destacando a importância da florestação urbana.

Palavras-chave: Poluentes. Ar. Plantas.

Comparative test of capturing particulate matter (PM) by hairy leaves *Tibouchina granulosa* C.J. Ferreira and air filter coupled to air pump "home made".

Abstract

Air pollution is a process that results from natural activities (volcanic eruptions, animal decomposition) or human activities (burning coal, cars) and cause injures to health and species survival. A way to decrease this damages caused by air pollution is afforestation, since trees play an important role in capturing these pollutants. In view of this history we decided compare capture rate of particle material in straight and hairy leaves, having that hairy leaves presented greatest rates of particle material capture, and with these we aimed to evaluate the efficiency of hairy leaves in capturing particle material comparing with a home made air pump, for that we used a home pump and *Tibouchina granulosa* (quaresmeira) which were exposed for 4 weeks in a region with moderate car traffic. To determine the captation capacity of particulate material, the Pettenkofer experiment, titration and dry weight measurements were performed. The results showed that the home pump was capable of capturing particulate matter, but the hairy leaves of the trees were 4 times more efficient, highlighting the importance of the urban afforestation.

Keywords: Pollutants. Air. Plants.

INTRODUÇÃO

A população mundial cresceu de 2,5 bilhões em 1950 para 7 bilhões no ano de 2011. De acordo com a analogia de uma astronave proposta por Miller-Jr (2007), isso significa que esta “astronave transporta sete bilhões de passageiros, e a cada ano, outros 78 milhões de passageiros nela embarcam”. Esses passageiros estão divididos em 230 nações, em cinco continentes, poucas das quais pertencem aos chamados países desenvolvidos, com 20% da população total, e as demais são os chamados países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos com 80% da população (BRAGA *et al.*, 2002).

Consumimos cerca de 15kg de ar por dia, em contraste com aproximadamente 2kg de água e 1,5kg de alimentos. Alimentos e água suspeitos podem ser evitados, já o ar poluído não (LISBOA *et al.*, 2007). A poluição é uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera que podem causar prejuízo à saúde, a sobrevivência ou as atividades dos seres humanos e outras espécies (BRAGA *et al.*, 2002). Nesse sentido, a arborização urbana pode exercer um papel de agente captador de poluição atmosférica nas grandes cidades, melhorando a qualidade de vida de suas populações (MILANO e DALCIN, 2000); conforme a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) *in* Oga *et al.* (2008), poluição atmosférica por definição é toda forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade suficiente para estar em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo a saúde, também inconveniente a flora e as atividades normais da comunidade.

A origem dos poluentes do ar é tanto natural como gerada por atividade humana, as origens naturais incluem o pó removido por vento da superfície da Terra, incêndios florestais, erupções vulcânicas, substâncias químicas orgânicas voláteis liberadas por algumas plantas, decomposição de vegetais e rajadas provenientes do mar, de modo que, a maioria das fontes naturais de poluição do ar é espalhada e,

exceto pela erupção vulcânica e por alguns incêndios florestais, raramente atinge níveis nocivos (MILLER-JR, 2007).

A poluição do ar por atividade humana não é algo novo, já que desde a descoberta do fogo, adicionamos vários tipos de poluentes à troposfera, pelo aumento de insumos ao começar a extração e a queima de carvão, no começo para o aquecimento, depois, para gerar eletricidade e produção de materiais como o aço (MILLER-JR, 2007). As fontes de emissão de poluentes são as mais variadas possíveis e enquadram-se em dois tipos básicos:

1. Específicas, são fixas (exemplo: indústrias) e ocupam área relativamente limitada, sendo passíveis de avaliação fonte por fonte; (LISBOA *et al.*, 2007).
2. Múltiplas, podem ser fixas ou móveis (exemplo: casas, carros), dispersando-se pela comunidade e de difícil avaliação (LISBOA, *et al.* 2007).

Em razão da alta concentração de carros e indústrias, as cidades costumam apresentar níveis de poluição do ar mais elevados do que as áreas rurais. Entretanto, ventos predominantes podem levar poluentes primários e secundários de vida longa de áreas urbanas e industriais para o campo e para outras áreas urbanas (MILLER-JR, 2007). Assim como descrito por Oga *et al.* (2008) ao longo dos tempos, houveram diversos episódios agudos de poluição atmosférica relatados, tendo que o mais dramático ocorreu em 1952 em Londres, onde a cidade ficou envolta por uma densa nuvem de fumaça (*fog*), e os níveis de dióxido de enxofre (SO₂) e material particulado (MP) chegaram à dez vezes acima do limite máximo usual detectado na época, levando um aumento de cerca de 3.500 pessoas a óbito em relação ao número médio de óbito total registrado.

A poluição atmosférica urbana, produzida pela ação antrópica decorre da liberação de substâncias a partir da atividade de indústrias e veículos, resultando na dispersão em excesso de diferentes moléculas, como, dióxidos de enxofre (SO₂), hidrocarbonetos, monóxidos de carbono (CO), vapor de água, pólen, bactérias e outras (BRAGA *et al.* 2002; LISBOA, *et al.* 2007; OGA *et al.*, 2008). Sabe-se que nos meses de inverno, há uma piora na qualidade do ar em relação aos parâmetros de

CO, MP e SO₂, devido a dificuldade de dispersão dos poluentes pelas condições meteorológicas (AZEVEDO e CHASIN, 2003).

O estudo realizado por Zuin (1998), mostra a necessidade da arborização urbana, uma vez que as árvores funcionam como barreira para os ruídos e também para o vento responsável pelo deslocamento da poeira, apesar destas serem funções negligenciadas durante a escolha das espécies utilizadas na arborização ou no paisagismo, mas que deveria apresentar relevante importância quando se trata de grandes metrópoles.

A escolha de espécies arbóreas deve levar em consideração vários fatores relevantes que precisam estar de acordo e respeitar a área a ser arborizada (PAIVA e GONÇALVES, 2002), seja para arborização, reflorestamento ou recomposição de cobertura vegetal em função, inclusive, da captura de poluição atmosférica representada por MP sólidos. Por exemplo, para definirmos uma espécie para arborização urbana temos que levar em conta o tempo de crescimento, dimensões, adaptações às qualidades do solo e adequação a paisagem da região, no entanto devem-se levar em consideração espécies nativas e as já adequadas ao ambiente assim como a disponibilidade comercial (Ortega *et al.*, 2008).

A arborização de vias, praças e jardins, é de responsabilidade das municipalidades, muitas vezes introduzindo espécies mal escolhidas, causando problemas futuros como a destruição de equipamentos submersos e edificações. Mas esse não é o único agente da arborização urbana, pois, nas calçadas e jardins, são os milhares de moradores que têm a função de manter a qualidade de vida de seu habitat.

Num ambiente urbano cada vez mais adensado, as casas ficam uma mais perto da outra, interferindo na privacidade da vizinhança. Cada vez mais as pessoas constroem em todo o espaço disponível, sem considerar a luminosidade solar de sua própria casa e dos demais, e em conjunto as atividades industriais ocasionam sérios problemas ambientais (ROCHA *et al.*, 2004), como por exemplo a intensa impermeabilização do solo urbano, que leva às enchentes catastróficas nas épocas de chuva.

Plantar uma árvore no jardim, calçada ou quintal pode, muitas vezes, parecer um desperdício de espaço, a não ser que as pessoas pensem melhor no que isso

pode significar, tal como um ganho real em qualidade de vida para a família moradora; segundo, a vegetação faz barreiras ao som indesejado e, dentre outros, a arborização residencial pode levar à produção de frutos, flores, atrair pássaros e outros fatores que qualifiquem o espaço da moradia.

Embora exista legislação de monitoramento, controle e limites máximos de poluição atmosférica da ordem de $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ para concentração de partículas totais em suspensão, média de 24h, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano (Resolução Conama 03/1990), em relatório de qualidade do ar de 2010 a Cetesb coloca que as *Partículas inaláveis finas*, embora sejam consideradas o tipo de particulado mais agressivo à saúde, é um poluente que ainda não tem limite padrão definido no Brasil. O valor guia anual de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$, estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), foi ultrapassado em todas as cinco estações que monitoraram este poluente sendo quatro vezes na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e uma em São José do Rio Preto (SÃO PAULO, 2011).

Ao lado destas vantagens imediatas que uma única árvore atribui ao próprio morador; outras, mais sutis, podem ser observadas como a capacidade de reter material particulado pelas folhas, especialmente as pilosas (NASARÉ *et al.*, 2011). Esse sequestro de poluentes atmosféricos pela vegetação urbana de implantação pública ou privada, seja ela herbácea, arbustiva ou arbórea, pode fazer a diferença para a qualidade do ar urbano como um todo no médio prazo.

Portanto com o adensamento urbano conseqüentemente temos um aumento significativo na emissão de poluentes e principalmente MP, ressaltando que a qualidade do ar é um dos principais determinantes na saúde humana (OGA *et al.*, 2008), e que a vida urbana está diretamente atrelada a vários fatores que estão reunidos na infraestrutura, no desenvolvimento econômico-social e àqueles ligados a questão ambiental (LOBODA e DEANGELIS, 2005), fazendo necessárias novas técnicas para melhorias na captação e possível diminuição da emissão destes materiais.

Em estudo realizado por Nasaré *et al.* (2011), foi realizada a comparação entre a taxa de captura de MP por folhas lisas e pilosas, sendo que estas últimas demonstraram maiores taxas de captura. Partindo desta observação, este estudo

objetivou analisar a eficiência de uma folha pilosa na captura de material particulado comparada a de uma bomba de ar caseira (*home made*), construída para esse fim.

METODOLOGIA

Preparo de soluções

As soluções utilizadas neste estudo foram preparadas no momento de uso para cada experimento, realizando os processos cabíveis para seu preparo e instrumentação adequada. Usou-se solução de hidróxido de bário ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) a 10% em água destilada, volume final de 250mL e solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 25% em água destilada, volume final de 500mL, ambas preparadas sob agitação constante por meio de um agitador magnético (Fisatom, 752A).

Seleção das folhas

Para o experimento utilizaram-se folhas de quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) As folhas foram escolhidas por apresentarem superfície intacta e ausência de lesões, em seguida pesou-se aproximadamente 10g de folhas e estas foram lavadas e secas com papel macio, e a área foliar foi marcada em folha sulfite A4 21,7cm x 29,6cm.

Experimento de Pettenkofer

Para a detecção da taxa de respiração das folhas de quaresmeira, realizamos o experimento de Pettenkofer (Figura 1), que consistiu em uma sequência de quatro kitassatos interligados por mangueiras flexíveis e com fluxo de ar unidirecional e constante (5polHg e 2,5 lbf/pol²), originado por bomba compressora. Os kitassatos foram então conectados na seguinte ordem: kitassato (**k-1**) contendo NaOH ; **k-2**, contendo as folhas enroladas; **k-3** contendo $\text{Ba}(\text{OH})_2$, e por fim, **k-4** contendo NaOH .

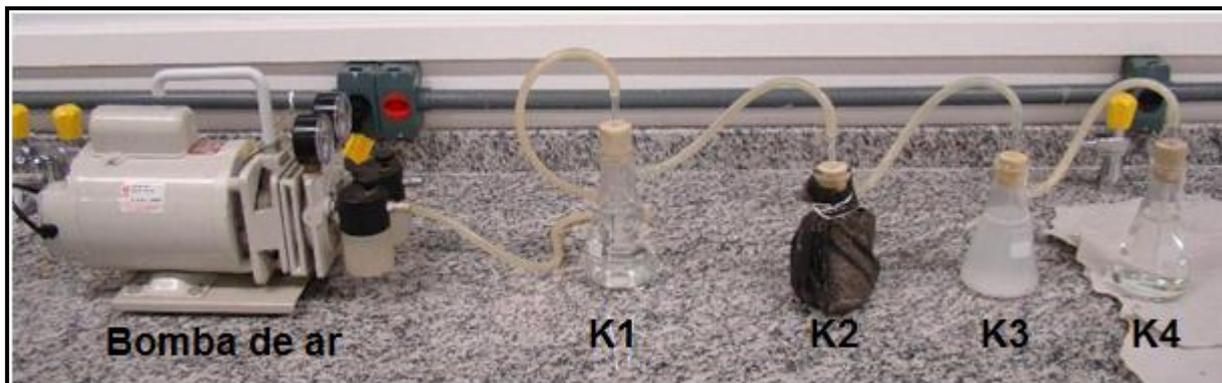


Figura 1. Componentes necessários para o experimento de Pettenkofer (NASARÉ *et al.*, 2012).

Os experimentos foram realizados em sete repetições, com variação do tempo, sendo estes 30min, 60min e 120min, no início e ao fim de cada experimento fez-se aliquotas de 5mL do $\text{Ba}(\text{OH})_2$ utilizado na reação.

Ao fim, as amostras foram lacradas com parafilme (Plastic Packaging) e armazenadas em geladeira (Frigidaire / DeLuxe) a -8°C , para posterior análise por titulação e o peso seco da massa de Carbonato de Bário (BaCO_3) resultante.

Titulação

Para a titulação utilizou-se HCl a 0,1N, contido em bureta de 50mL, o qual foi acrescentado aos poucos e sob agitação constante nas alíquotas de 5 mL da solução de BaCO_3 , obtidas antes e após o experimento de Pettenkofer, tratadas com azul de bromotimol. Aguardou-se a viragem de cor das amostras – do azulado para o esverdeado, e anotou-se o resultado do volume de HCl gasto na reação.

Peso seco

Para o calculo de peso seco fez-se a filtragem das amostras obtidas da reação de Pettenkofer em papel filtro previamente seco em estufa de secagem a 100°C por 30 minutos e pesado. Em seguida as amostras foram filtradas e colocadas em estufa de secagem a 60°C por 48h. Então foram pesadas e obtidas as massas de BaCO_3 .

Bomba de ar

Para a construção da bomba de ar (Figura 2), foi necessário um galão de água de 20L conectado a um bico dosador; na outra extremidade do galão foi conectada uma mangueira flexível e um suporte para o papel filtro. O fluxo foi ajustado segundo os cálculos baseados na massa seca de BaCO_3 obtidas no experimento de Pettenkofer.



Figura 2. Bomba de ar *home made*, e suporte para o papel de filtro utilizado na captura de MP (NASARÉ *et al.*, 2012).

Captura e medição de material particulado

A planta da espécie *Tibouchina granulosa* (quaresmeira) e o filtro de ar foram transportados até o local ao qual o experimento seria realizado, na Avenida Calim Eid, 365 (Figura 3). A coleta foi realizada por quatro semanas, cada semana contabilizada em um total de 168h, onde foram deixados expostos ao ambiente a muda de quaresmeira e o filtro de ar. Ao chegar ao local onde foi realizado o experimento as folhas foram lavadas com água corrente para a remoção de MP acumulado anteriormente, ficando sob o abrigo da chuva.



Figura 3. Localização espacial do local de experimento, Avenida Calim Eid, 365 (GOOGLE MAPS, 2011)

Em laboratório, as folhas foram pesadas e suas áreas foliares medidas. Um papel filtro seco (60°C) e previamente pesado foi sobreposto em funil de vidro e as folhas foram lavadas sobre o papel filtro com o auxílio de pisseta contendo água destilada, também foi lavado o saco plástico usado no transporte para certificar-se de que não houvesse perda do MP. Para certificarmos-nos de que não houvesse material particulado no saco plástico utilizado para o transporte, um saco plástico sem uso foi lavado e pesado (Branco de análise). Os papéis filtros secos, foram então pesados e tabulou-se a massa de material particulado capturado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha da planta se baseou no estudo de Nasaré *et al.* (2011), a planta escolhida foi uma que possuísse porte arbóreo, copa grande e de grande uso na arborização da cidade de São Paulo.

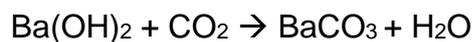
A espécie escolhida foi a quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) por apresentar folhas pilosas, porte arbóreo de até 12 metros de altura e 40cm de diâmetro, além de ser nativa da Mata Atlântica (Figura 4), considerada não só apropriada, como de interesse na recomposição de mata nativa em ambiente urbano com grande potencial para paisagismo e arborização de ruas estreitas e sob redes elétricas (LORENZI, 1998), uma vez que a cidade de São Paulo é parte integrante deste bioma brasileiro. Reafirmado por Ortega *et al.* (2008) que a escolha da vegetação para arborização urbana deve levar vários aspectos dentre eles o seu porte, o tempo de crescimento, dimensões, adaptações às qualidades do solo e adequação a paisagem da região, no

entanto devem-se levar em consideração espécies nativas e as já adequadas ao ambiente assim como a disponibilidade comercial.



Figura 4. Muda de quaresmeira (*Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn.) e zoom da folha onde é possível de se ver o grande numero de tricomas que expressa a pilosidade do material (NASARÉ *et al.*, 2012).

Para o início do experimento, as folhas permaneceram na câmara respiratória de Pettenkofer, conforme experimento descrito por Beiguelman (1964), em diferentes intervalos de tempo e sob injeção de ar em sentido unidirecional e constante, de modo que o CO₂ proveniente da atividade respiratória das folhas presentes no k-2, reagisse com o Ba(OH)₂, presente no k-3 resultando em um precipitado branco, BaCO₃. Os kitassatos (k-1 e k-4) tiveram a função de controle da entrada de dióxido de carbono (CO₂) no sistema, impedindo a reação do CO₂ externo. Após isto, como proposto por Mendes (2008), foi realizada a titulação das alíquotas, utilizando azul de bromotimol e HCL 0,1N e no ponto de viragem de cor (azul – verde), foi registrado o volume de HCl gasto em cada alíquota. O volume de HCL está diretamente relacionado com a concentração de CO₂ reagida com a solução de Ba(OH)₂, conforme formula:

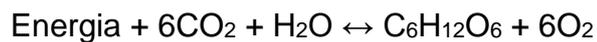


Com posse dos resultados da titulação, os valores foram tabulados e foi calculada a atividade respiratória das folhas, sendo o CO₂ reagido, proveniente apenas do processo de respiração. Mendes (2008) afirma que é possível fazer um cálculo da atividade respiratória com base na seguinte equação: $N \times D \times 22$ (MÜLLER, 1964), onde N é a normalidade do ácido usado (HCl 0,1N); D a diferença entre o volume de HCl gasto na titulação da amostra branco e o volume de HCl gasto na titulação da amostra; e 22 a normalidade do CO₂. O resultado foi expresso em microgramas de dióxido de carbono liberado por gramas de folhas, por hora ($\mu\text{g CO}_2/\text{g.folhas/h}$), conforme detalhado por Mendes (2008) e está expresso na tabela 1:

Tabela 1. Titulação das amostras resultantes do Experimento de Pettenkofer

Amostra	Branco ($\mu\text{g CO}_2/\text{g.folhas/h}$)	Ensaio ($\mu\text{g CO}_2/\text{g.folhas/h}$)	D (Branco – Amostra)
1	184,2	76,8	107,4
2	49,4	48,1	1,3
3	34,5	43,5	-5
4	54	53,1	0,9
5	58,7	64	-5,3

O experimento demonstrou, conforme tabela 1, que os resultados obtidos por titulação não foram fidedignos aos reproduzidos por Mendes (2008), uma vez que não houve linearidade nos resultados e alguns resultados foram negativos. Entretanto, as diferenças podem ser explicadas pelo fato que Mendes (2008) aplicou o cálculo para verificar a taxa de respiração em sementes, enquanto que o presente estudo baseou-se na folha, um órgão responsável também pela liberação de O₂ durante a fotossíntese, o que pode ter gerado interferências em nossos resultados, quando comparados aos de Mendes (2008). Mesmo o experimento tendo sido realizado em ambiente escuro, o processo de fotossíntese continua acontecendo e a liberação de O₂ continuo acontecendo. Desta forma, faz-se necessário novos métodos de quantificação; destacando que o nível de liberação/captação de O₂ seja o mesmo que o de captação/liberação de CO₂, conforme formula (RICKLEFS, 2009):



Como o uso de titulação não foi eficiente, um novo método foi realizado no presente estudo. No novo teste calculou-se o peso seco de cada amostra, baseado na alíquota obtida em erlenmeyer num volume total de 250mL, realizando a filtragem da amostra em funil de Buchner seguida de secagem em estufa e pesagem.

Os resultados obtidos nos testes com a nova metodologia são apresentados na tabela 2, nela são apresentados os valores referentes a área foliar (mm²), tempo de realização do experimento e quantidade em massa de BaCO₃ obtida no final do processo. Além disso, a massa de BaCO₃ apresentou linearidade, comprovando que o volume de CO₂ liberado foi proporcional ao intervalo de tempo e a área durante o processo de respiração (Gráficos 1 e 2).

conforme tabela 2 e gráfico 1 comparando também ao gráfico 2, onde é possível ver a área total foliar em mm²; já o experimento realizado pela massa de BaCO₃ apresentou, certa linearidade, comprovando que o volume de CO₂ liberado foi proporcional ao intervalo de tempo, e a área durante o processo de respiração:

Tabela 2. Experimento de Pettenkofer com massa seca de BaCO₃ em função do tempo.

Experimento	Área Foliar (mm ²)	Tempo	Massa de BaCO ₃ (g)
1	2743,1	30'	1,26
2	2647,26	30'	1
3	2778,85	30'	1,78
4	2744,9	60'	3,87
5	2630,47	60'	0,42
6	2750,75	60'	2,77
7	2416,4	120'	7,109
Média Total	8169,21	30'	1,34
Média Total	8126,13	60'	2,35

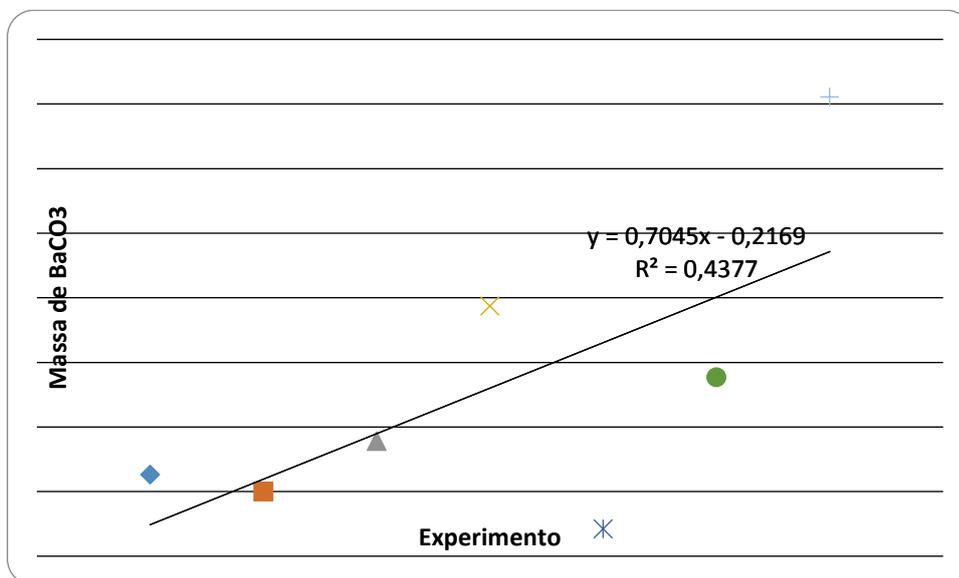


Gráfico 1. Representação gráfica da tabela 1 em função do tempo.

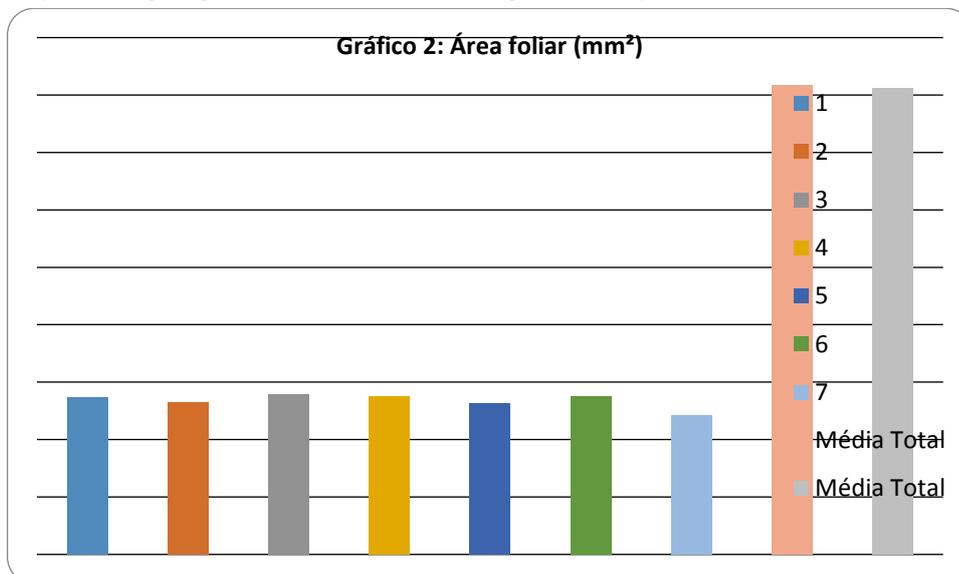


Gráfico 2. Área foliar, calculada com o auxílio de *software*, 1 – 7 experimentos de Pettenkoffer; média total 1, representando médias dos experimentos de 30 minutos; média total 2, representando médias dos experimentos de 60 minutos.

Com base nos dados, foi possível observar que a massa de CO₂ liberada e reagida com o Ba(OH)₂, foi diretamente proporcional tanto a área foliar disposta no k-2 quanto ao intervalo de tempo do experimento. Nos experimentos de 30 minutos, ao ter havido uma queda na massa do experimento 2, podemos averiguar que a área foliar deste experimento foi sutilmente inferior quando relacionada as áreas utilizadas no experimento 1 e 3, mas que o resultado expresso em BaCO₃ foi diretamente proporcional. O mesmo ocorreu com o experimento 4, 5 e 6, porém houve uma diferença alta na massa de BaCO₃ do experimento 5, o que não condiz com os resultados esperados, entretanto pode-se estar relacionada também a resistência da planta, uma vez que as plantas foram submetidas a condições adversas por um longo período. O último experimento (7), expressou positivamente que o volume de CO₂ liberado pelas folhas durante 120 minutos foi diretamente proporcional ao período de experimentação comprovando linearidade nos resultados.

A partir dos resultados da massa de BaCO₃ e a fórmula de densidade:

$$Densidade (D) = \frac{Massa(m)}{Volume (v)}$$

Densidade do CO₂ = 1,97g/L

Média da massa de CO₂ / 30 minutos = 1,34g

$$1,97g/L = \frac{1,34g}{Volume (v)} \rightarrow Volume (V) = \frac{1,34g}{1,97g/L} \rightarrow Volume (V) = 0,68L/30'$$

Foi calculado o volume de CO₂ reagido, e então obtivemos o fluxo utilizado na construção da bomba de ar (0,68L CO₂/ 30 minutos). Para o ajuste do fluxo, foi cronometrada uma velocidade de gotejamento, onde a cada 30 segundos foi gasto 13 mL de água. Com posse destas informações, a bomba de ar e a planta foram expostas ao ambiente e as coletas realizadas semanalmente.

Como resultado do experimento, após as medições de material particulado, chegou-se aos dados estabelecidos na tabela 3 e gráfico 3:

Tabela 3: Experimento de captura de Material Particulado (MP) comparado entre folhas de quaresmeira e filtro de ar caseiro

Experimento	Área 1 (mm ²)	Filtro 1 (Folhas - g)	Filtro 2 (Filtro de Ar - g)	Filtro 1 + MP	Filtro 2 + MP	MP (Folha)	MP (Filtro)
1	11166,492	1,022	0,992	1,21	1,02	0,188	0,028
2	10776,562	1,04	1,5	1,063	1,528	0,023	0,028
3	9385,435	1,033	1,62	1,1313	1,639	0,0983	0,019
4	10855,215	1,46	1,44	1,44	1,4717	0,01	0,0
Branco	X	X	1,004	X	1,01	X	0,006

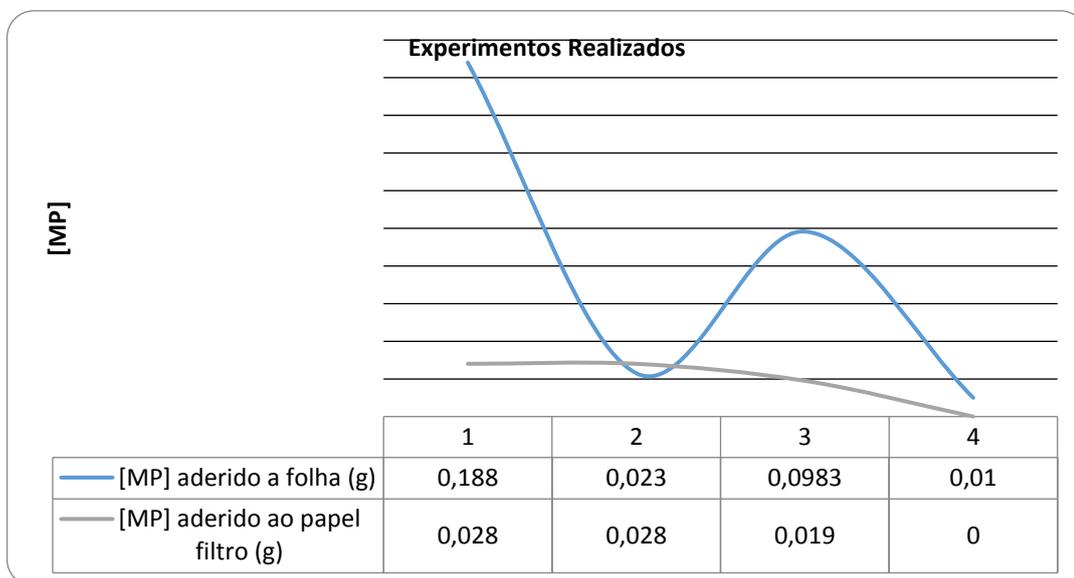


Gráfico 3. Representação gráfica dos experimentos de captura do MP por semana.

Ao fim de cada uma das quatro semanas, algumas folhas foram coletadas, e foi realizada a comparação entre a captura do MP entre a folha de *Tibouchina granulosa* C. J. Ferreira e a bomba de ar *home made*, observando que mesmo que a estruturação do fluxo de ar utilizado na bomba tenha sido baseada na média da velocidade de respiração, obtida nos experimentos de Pettenkofer, a captura pela bomba foi menor em relação à folha pilosa, a qual apresentou uma média de 0,079g, possibilitando a ideia de que o fluxo de entrada e saída de gases na folha não interferem na captura do MP, no entanto, tendo em vista que a captura do MP pelo filtro utilizado na bomba de ar tenha sido estável.

O MP aderido ao papel de filtro apresentou significância, uma vez que a variação da massa de MP capturado foi mínima expressa pelos primeiros

experimentos onde a massa de 0,028g não apresentou elevada diferença. A baixa massa capturada no experimento 3 pode ser tida como influenciada do ambiente (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, entre outras variáveis) gerando a possibilidade de novas pesquisas a respeito. Para estes experimentos não foram consideradas estas variáveis, o que foi um erro, já que houveram estas diferenças; já o último experimento não houve captura pelo papel de filtro, porém a captura obtida na folha também foi mínima, justificando que a função exercida pela bomba de ar foi válida quando comparada a planta.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que as folhas pilosas apresentam um maior potencial para captura de material particulado quando comparadas as folhas de filtro utilizadas na bomba de ar, evidenciando a importância da arborização urbana para a manutenção do ambiente.

Nosso estudo demonstrou que mesmo ineficiente quando comparada a planta, a bomba de ar, apresentou resultados efetivos quando sua finalidade foi para adesão do material particulado, mostrando que ela pode ser eficiente em ambientes poucos arborizados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. N.; NETO, R. M. R. Análise da arborização urbana de três cidades da região norte do Estado de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, Manaus, v.40, 2010.
- AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. da M. **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Paulo: Intertox, 2003. 322p.
- BEIGUELMAN, B. **Elementos básicos de botânica**: Introdução ao estudo da botânica. 4ed. São Paulo: Editora Centro Universitário, 1964. 290p.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.;
- PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 003**, de 28 de junho de 1990. CONAMA, São Paulo, p. 15.937 - 15.939. Acesso em 25 set. 2011.

FRANÇA, C. A. **Conheça os bairros mais verdes de São Paulo**. Disponível em <<http://classificados.folha.uol.com.br/imoveis/948659-conheca-os-bairros-mais-verdes-de-sao-paulo>>. Acesso em: 06 out. 2012.

GOOGLE MAPS. Avenida Calim Eid, 365, São Paulo - SP, 2011. Disponível em <<http://maps.google.com.br/>> Acesso em: 17 set. 2011.

LISBOA, H. M.; KAWANO, M. Monitoramento de poluentes atmosféricos. In:

LISBOA, H. M. **Controle da poluição atmosférica**. Montreal: ENS/ UFSC, 2007. 73 p.

LOBODA, C. R.; DEANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: Conceitos, usos e funções. **Ambiência**, Guarapuava, v. 1, p. 125–139, 2005.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa**, Plantarum, v.1, 352p, 1998

MENDES, C. R. **Atividade respiratória como método alternativo na diferenciação do vigor de lotes de sementes**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Ligth, 2000. 226p.

MILLER-JR. G. T. **Ciência ambiental**. São Paulo: Thomson learning. 2007. 501p.

MÜLLER, L. E. **Manual de laboratório de fisiologia vegetal**. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O. E. A. Turrialba, Costa Rica, 1964. 165 p.

NASARÉ, A. M.; LANGONE, L. M.; SOUZA, T. M.; BERNARDONI, R.; CARRASCO, P. G. **Teste de captura de material particulado sólido (MPS) em plantas arbustivas: *Hibiscus* sp. e *Gardenia jasminoides* J. Ellis**. Poster apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade São Judas Tadeu para a XIV

SIMCIBIO. São Paulo, 2011.

OGA, S.; CAMARGO, M. M. de A.; BATISTUZZO, J. A. de O. **Fundamentos de Toxicologia**. 3ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 677p.

ORTEGA, I. A. R.; MIGUEL, I.; CARTILLONE, M. R.; SILVA M. J. **Manual de paisagismo**. São Paulo: CDHU, 2008. 21p.

PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida. **Aprenda Fácil**, Viçosa, v.2, 177p, 2002.

REDE GLOBO. **Projeto São Paulo Respirar**. Disponível em: <
<http://g1.globo.com/sao-paulo/respirar/>> Acesso em 06 out. 2012.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5ed. Rio de Janeiro: Guanabara
Koogan, 2009. 503p.

ROCHA, R. T.; LELES, P. S. dos S.; NETO, S. N. de O. Arborização de vias públicas
em Nova Iguaçu, RJ: O caso dos bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**,
Viçosa, v. 28, p. 599–607, 2004.

SÃO PAULO (Estado). **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2010**. São Paulo:
Cetesb – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2011. 234p.

ZUIN, A. H.L. **Estudos para projetos em paisagismo**. Viçosa: UFV. 1998. 50p