

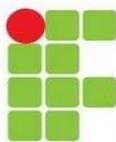


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

EDFRANCIS OLIVEIRA FRANCO

QUANTIFICAÇÃO DE AMÔNIA ATMOSFERICA DA REGIÃO URBANA DE
CUIABÁ/MT

Cuiabá – MT
2018



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

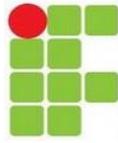
EDFRANCIS OLIVEIRA FRANCO

QUANTIFICAÇÃO DE AMÔNIA ATMOSFERICA DA REGIÃO URBANA DE
CUIABÁ/MT

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Campus Cuiabá - Bela Vista para obtenção de título de graduação.

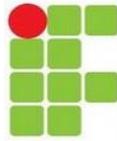
Orientador: Professor Dr. Oalas Aparecido Morais dos Santos

Cuiabá – MT
2018



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO	5
3. PERGUNTA.....	10
3.1. HIPÓTESE	10
4. OBJETIVOS	11
4.1 OBJETIVO GERAL	11
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
5. METODOLOGIA.....	12
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
8. REFERÊNCIAS.....	20



1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica tornou-se o maior risco ambiental do mundo, associado a cerca de 7 milhões de mortes prematuras anualmente no planeta, com mais de 50% desse número atribuído a exposição a poluentes atmosférico em ambiente interno (VIDAL, 2014)

Na atmosfera o material particulado (MP) pode interferir na composição química desse ambiente, na modificação da reflexão da radiação solar, no processo de formação das nuvens, no comportamento de processos de precipitação e ainda grande influência na saúde humana. (FOWLER, 2009; ALLEN et al., 2010; SONG et al., 2016).

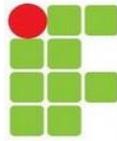
A atmosfera terrestre, além de ser o reservatório de oxigênio necessário para os processos de respiração celular e fotossíntese, apresenta ainda em sua composição os aerossóis, que são suspensões de partículas sólidas ou líquidas presentes em uma extensa faixa de tamanho, de 0,002 a 100 μm de diâmetro.

As partículas finas são formadas por condensação de vapor, por reação entre moléculas de gases ou pelo choque entre as partículas já formadas. As partículas grossas são geradas por processos mecânicos como vento soprando sobre o solo ou atividades humanas que causam ressuspensão do material presente na superfície para a atmosfera, onde pode ocorrer processos de transformação, transporte e deposição na superfície (FINLAYSON; PITTS, 2000).

Depois do N_2 e do N_2O , a amônia (NH_3), é o composto de nitrogênio mais abundante na atmosfera. Algumas fontes significativas de NH_3 são os dejetos de animais, a amonificação do húmus dos solos seguida pela emissão, as perdas de fertilizantes baseados em NH_3 e as emissões industriais.

Devido ao fato do NH_3 ser rapidamente absorvido por superfícies como água e solo, seu tempo de residência na baixa atmosfera é estimado em cerca de 10 dias. Deposição úmida e seca são os principais mecanismos de remoção atmosférica do NH_3 . A concentração atmosférica de NH_3 é muito variável, dependendo da proximidade da fonte de emissão.

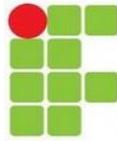
Quando a amônia gasosa encontra a superfície é usualmente absorvida pelo solo onde reage com água e é convertida em sua forma iônica, amônio $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$. Caso não seja absorvida por plantas ou convertida a nitrato por micróbios, o amônio pode ser revertido a amônia e eventualmente levar à redução do pH do solo. Adicionalmente o suprimento excessivo de nitrogênio no solo pode ser



removido sendo levado para águas superficiais ou subterrâneas contribuindo para a eutrofização das águas e mudanças em ecossistemas aquáticos. Em lagos, rios e córregos a eutrofização provoca o crescimento sem controle de plantas aquáticas, podendo mesmo preencher a superfície desses corpos d'água.

Sendo que nos centros urbanos, especial atenção tem sido dada a emissão proveniente da crescente utilização de catalisadores de três vias em veículos, que tem sido apontado como responsáveis pelo aumento das emissões de NH_3 e, conseqüentemente, altas concentrações atmosféricas de NH_3 em ambientes urbanos e ou mais próximos as rodovias com intensa movimentação de veículos (BERTOA 2017).

Nesse contexto este trabalho se justificou, pois, a cidade de Cuiabá tem em circulação aproximadamente 25% da frota de veículos do Estado de Mato Grosso (DETRAN, 2018). E ainda, está inserida em região com intensa produtividade agrícola, o que a coloca em condição de justificável preocupação com as concentrações atmosféricas de amônia em fase gasosa e amônio em frações de MP.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

Tem aumentado a preocupação dos centros urbanos em relação com a poluição do ar. Um dos primeiros casos de poluição do ar surge na Europa no século XX. Com destaque no ocorrido em 1952 em Londres, na Inglaterra, totalizando 8.000 mortos (BELOTTI, 2012).

No século passado foi desenvolvido um processo para converter o gás inerte nitrogênio (N_2) em uma forma biológica para fertilização agrícola para produção de alimentos. Com a produção de alimentos em grande escala e também de outras atividades antropogênicas, aumentou também a preocupação com relação à adição de compostos de nitrogênio (como os óxidos de nitrogênio, óxido nítrico e a amônia), na atmosfera e seus possíveis efeitos à saúde humana e ao meio ambiente. Desses gases, a amônia é emitida pelo maior número de fontes (BEHERA et al., 2013).

Amônia é o principal gás alcalino na atmosfera e neutraliza os compostos ácidos. Nesse processo de neutralização os compostos ácidos são transformados em sais de amônio, que formam parte do material particulado fino $MP_{2,5}$ (BEHERA; SHARMA, 2012).

O material particulado formado pela neutralização da amônia tem um tempo maior de residência na atmosfera, quando comparado com a espécie gasosa. Assim, as partículas são um dos principais mecanismos de transporte desses materiais a longas distâncias e, dependendo da concentração, podem afetar o equilíbrio do ecossistema atingido. Quando a quantidade de material particulado na atmosfera aumenta, ocorre uma diminuição da visibilidade (FELIX; CARDOSO, 2004).

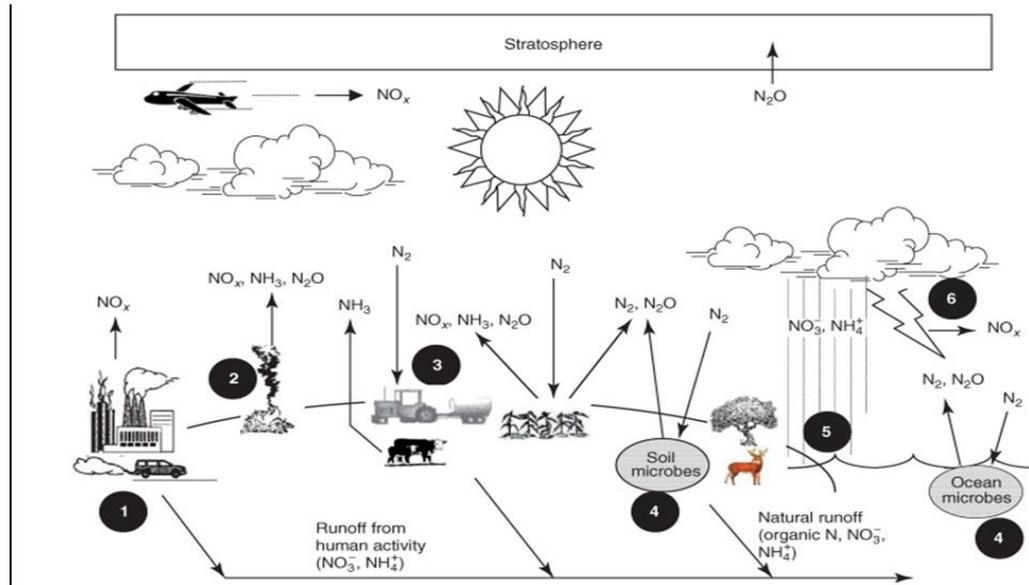
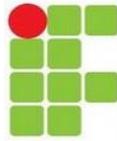


Figura 1. Atividades humanas que apresentam relação com a emissão de amônia para a atmosfera.

Com o aumento do uso de fertilizantes derivado de nitrogênio uma grande consequência de alteração no ciclo do nitrogênio tem sido a mudança na química da atmosfera regional e global, principalmente com a emissão de compostos nitrogenados especialmente o óxido nitroso e a amônia. Esses gases podem causar problemas ambientais na sua forma gasosa ou na forma de material particulado. Muitos são as atividades humanas que interfere diretamente na atmosfera. Essencialmente a queima de combustíveis fósseis e enviada para a atmosfera o óxidos de nitrogênio (VITOUSEK et al., 1997).

A fertilização intensiva de solos agrícolas pode aumentar a taxa na qual o nitrogênio, na forma de amônia é volatilizado e liberado no ar. Pode também ocorrer o aumento na velocidade de transformação microbiana de amônio e nitratos no solo, aumentando o desprendimento de óxido nitroso para a atmosfera (GALOWEY et al., 2007).

De acordo com Pope (2002), a alteração no ciclo do nitrogênio influencia diretamente na poluição do ar de varias formas. Estudos mostraram correlação positiva entre a poluição do ar por material particulado e a amônia emitida para a atmosfera com uma grande influencia nessa poluição.

A amônia na forma alcalina, ou hidróxido de amônio ao contato com nossa via respiratória dissolve-se na água de nossas membranas mucosas, com isso rapidamente a pessoa começa ter irritação e danos ao trato respiratório. A amônia causa também problemas com a fixação de oxigênio pela hemoglobina devido ao



aumento do pH do sangue, aonde o oxigênio de tecidos é diminuído prejudicando a função do metabólica. (COLORADO STATE UNIVERSITY, 2008).

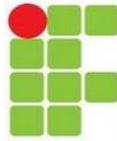
De acordo com Usepa (2004), partículas de sais de amônio são possíveis de serem respiradas se dirigindo diretamente para os alvéolos pulmonares causando uma série de problemas respiratórios como asma e bronquite. Essa forma de amônia particulada é encontrada em zonas urbanas onde a amônia gasosa reage quimicamente com outros compostos levando à formação de smog. Neste estudo se admitirá que a amônia presente em ambiente urbano, se apresenta em concentração baixa, e que a importância da diminuição na emissão de amônia está relacionada principalmente com a contribuição desse composto na formação de material particulado fino $MP_{2,5}$ – partículas com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a 2,5 μm , chamadas também de partículas finas, considerado um elemento de risco à saúde humana.

Com relação à saúde humana, a preocupação com a amônia se dá, principalmente, às atividades ocupacionais e as pessoas que residem próximo às indústrias que são fontes de amônia (ALBERTA, 2004).

A amônia possui odor bem característico com um limiar de odor quando atinge valores a partir de 1,5 ppm. A amônia é considerada perigosa quando atinge concentrações acima de 25 ppm e pode causar dor de cabeça, náuseas e queimaduras severas na pele, nariz e garganta. Pode ser, também, nociva às membranas mucosas se expostas a concentrações de 400 ppm por mais de uma hora (PHAN, 2013).

A amônia é constituinte importante do ciclo biogeoquímico do nitrogênio, considerada como uma das espécies de nitrogênio reativo. O que torna a questão das espécies de nitrogênio reativo muito interessante, sob o ponto de vista ambiental, é o seu efeito cascata. Uma única molécula de nitrogênio reativo colocado no ambiente pode contribuir com vários efeitos relacionados a modificações do ambiente (GALLOWAY et al., 2003).

Por exemplo, uma molécula de gás NO emitida para a atmosfera de uma metrópole é oxidado a NO_2 e este atua como fotocatalisador na formação de ozônio troposférico, principal poluente gasoso que afeta a saúde da população. É responsável pela formação do *smog* fotoquímico que assola as grandes metrópoles levando a episódios de grande poluição. Posteriormente o gás NO_2 pode reagir com



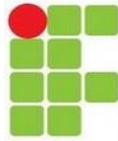
moléculas orgânicas e formar o composto altamente tóxico que estabiliza e transporta o nitrogênio reativo para zonas rurais, onde a reação em equilíbrio recompõe o NO_2 . Este, em presença de radiação, pode gerar ozônio em regiões rurais (ALLEN; MACHADO; CARDOSO, 2011). Posteriormente radicais OH reagem com o NO_2 gerando ácido nítrico (HNO_3), e este pode retornar ao solo por processo de deposição seca ou úmida e vir a reagir com espécies presentes no solo, como Al_2O_3 ou PbO liberando espécies tóxicas aos vegetais (Al^{3+}) ou ao homem (Pb^{2+}).

O nitrato, produto destas reações pode ser lixiviado para águas de um rio e favorecer a eutrofização; a ação de bactérias naturais pode transformar o nitrato em óxido nitroso (N_2O) que retorna a atmosfera como um gás inerte na troposfera, mas com propriedades de gás estufa afetando o balanço energético da atmosfera e provocando o aumento da sua temperatura. Posteriormente o gás N_2O já na estratosfera pode atuar como catalisador e decompor as moléculas de ozônio diminuindo a concentração da camada protetora do ozônio na estratosfera (RAVISHANKARA; DANIEL; PORTMANN, 2009).

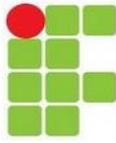
A concentração de amônia na atmosfera pode ser influenciada pela quantidade emitida e fatores climáticos, como: temperatura do ar, padrões de vento, radiação, umidade, acidez atmosférica e receptores de superfície. A agricultura, incluindo as operações de confinamento animal, é considerada a maior fonte de emissão de amônia com 80,6% das emissões antrópicas globais seguidas por 11% da queima de biomassa e 8,3% do setor de energia, incluindo indústrias e tráfego de veículos (BEHERA et al., 2013; FENN et al., 2018).

Estudos buscando conhecer a concentração de amônia atmosférica em centros urbanos tem sido realizado em diversos países, motivados pela importância que esse poluente tem em diversos processos ambientais, incluindo a formação de material particulado atmosférico e consideráveis alterações no ciclo biogeoquímico do nitrogênio (GARCIA; SANTOS; CARDOSO, 2013).

A cidade de Cuiabá tem características diferenciadas em relação a maioria dos centros urbanos. A sua localização é no bioma Cerrado, com proximidades aos biomas Pantanal e Amazônia. Sendo a Amazônia considerada a maior reserva de biodiversidade do planeta e o Pantanal, considerado a maior extensão úmida contínuas do planeta. Cuiabá está inserida em área com intensa produtividade agrícola e no Estado que registra as maiores ocorrências de queimadas e incêndios



florestais do Brasil, sendo em 2017 mais de 40 mil focos de queimadas e ou incêndios florestais, com a maioria destes ocorrendo no período seco (INPE, 2018). A frota de veículos em Cuiabá ultrapassa 400 mil veículos, o que corresponde a 25 % da frota do Estado (DETRAN, 2018). Mesmo com características que justifique uma preocupação, em relação as concentrações de amônia em fase gasosa e amônio em material particulado na cidade de Cuiabá, não há registro de estudos na literatura, situação que justifica a presente proposta.

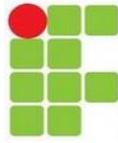


3. PERGUNTA

Qual é a Concentração da amônia na atmosfera da região urbana de Cuiabá e as principais fontes emissoras de amônia para a atmosfera desta cidade?

3.1.HIPÓTESE

Fontes Naturais e Antropogênicas estão contribuindo para a presença de amônia na atmosfera de Cuiabá.



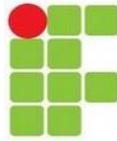
4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Quantificar a concentração de amônia na atmosfera da região Urbana de Cuiabá/MT e identificar possíveis fontes emissoras locais e regionais de amônia.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Escolher sítio amostral de forma a fornecer resultados representativos da área urbana de Cuiabá.
- b) Relacionar as concentrações com variáveis de tempo, atividades humanas e climáticas.
- c) Verificar se a amônia volatizada de áreas agrícola têm afetado áreas urbana.



5. METODOLOGIA

5.1 Escolha do sítio amostral

O sítio amostral foi colocado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá Bela Vista. Foi instalado nas coordenadas - 15.580188, -56.060972, como mostra a Figura 2.



Figura 2. Localização do sítio amostral em área urbana de Cuiabá.

5.2 Amostragem

A amostragem foi feita utilizando filtros de 47 mm, em amostradores do tipo *filter pack* dispostos em série, com primeiro filtro com porosidade de 12 μm , o segundo e o terceiro filtro de celulose impregnado com ácido fosfórico Figura 3.

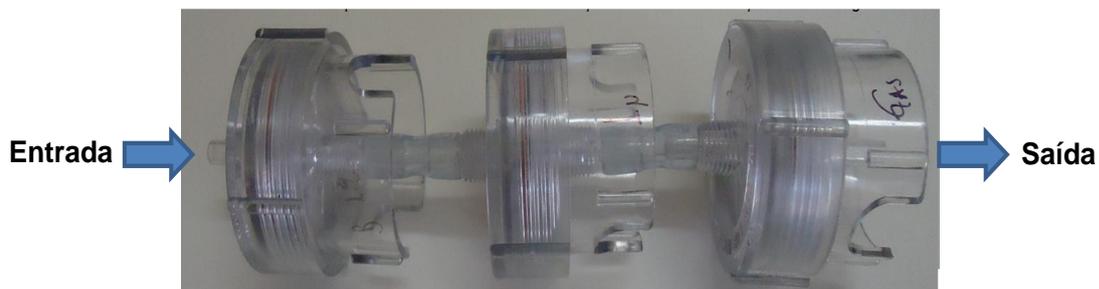
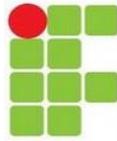


Figura 3. Disposição dos “filter packs” em série com os filtros de 12 μm e os dois filtros seguintes de celulose.



O primeiro filtro foi utilizado para coleta de material particulado grosso, o segundo e o terceiro para amônia em fase gasosa. Os amostradores foram colocados a uma altura de 2,5 metros da superfície, conectados a uma bomba de vácuo para promover a amostragem ativa, com a medição de vazão nos estágios inicial e final de cada coleta. As trajetórias das massas de ar foram observadas usando imagens de satélite disponibilizado por *National Oceanic and Atmospheric Administration*. A amostragem foi realizada do dia 09 de maio a 10 de junho, totalizando 06 amostras de fase gasosa e 06 de material particulado (MP).

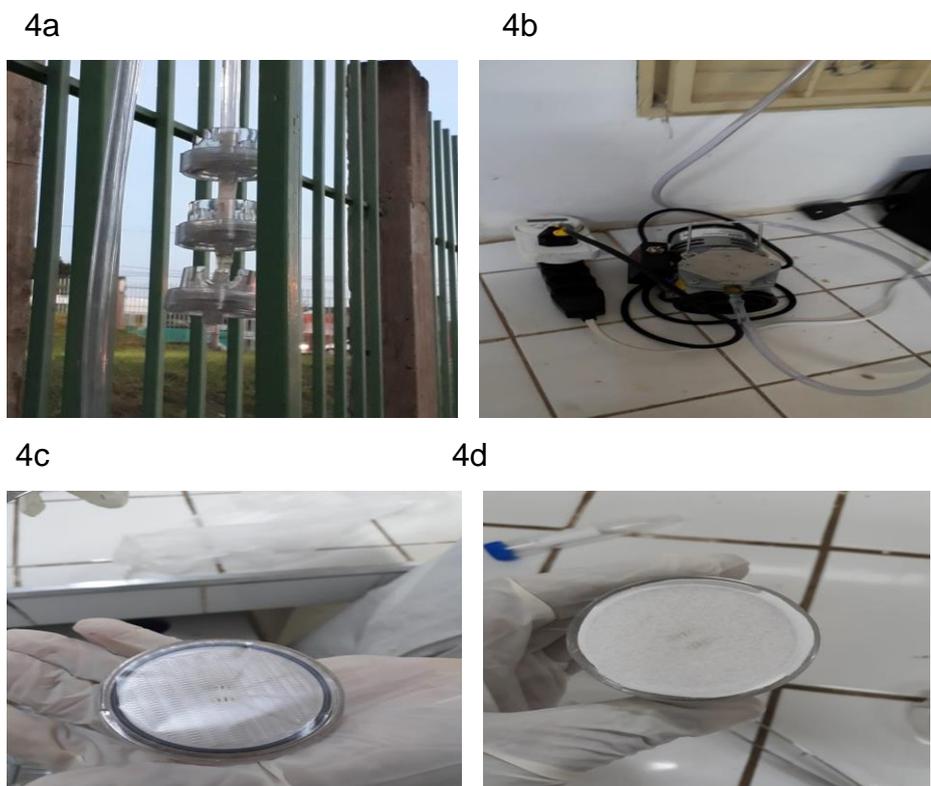


Figura 4a. *Filter Pack* posicionado para a amostragem (4b), bomba a vácuo para a captação do ar (4c) filtro de 12 micrometros (μm) após a coleta (4d) filtro de celulose

5.3 Extração e quantificação

O filtro é colocado em tubo Falcon e a extração é realizada com 10 mL de água e agitação por 30 minutos. A quantificação da amônia é feita colorimetricamente pela reação com fenol e hipoclorito de sódio alcalino, produzindo indofenol, um corante azul, que absorve em 630nm.

No preparo da curva de calibração (Figura 6) Foram utilizadas as seguintes soluções:



- Solução tampão de fosfato de sódio e hidróxido de sódio, para cada 100mL de solução foram utilizados 5 g de fosfato e 20 g de NaOH;
- Solução de mista de hipoclorito de sódio (30 mL a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e hidróxido de sódio (30 mL a $6,75 \text{ mol L}^{-1}$), para cada 100 mL de solução;
- Solução mista de fenol (20 mL a 45%) e nitroprussiato de sódio (1 mL a 2%), para cada 100 mL de solução;
- Solução padrão de amônio a 1000 ppm de NH_4^+ .

Em balão volumétrico de 10mL foram colocadas quantidades conhecidas de NH_4^+ a partir de determinados volumes dessa solução:

- Acrescentados 0,8 mL de solução tampão;
- 2 mL de solução mista de fenol e nitroprussiato;
- 1mL de solução mista de hipoclorito de sódio e hidróxido de sódio.

O volume do balão de 10 mL foi completado com água destilada, transferido para tubo Falcon de 15 mL e deixado em ausência de luz por 60 minutos para desenvolvimento da reação.

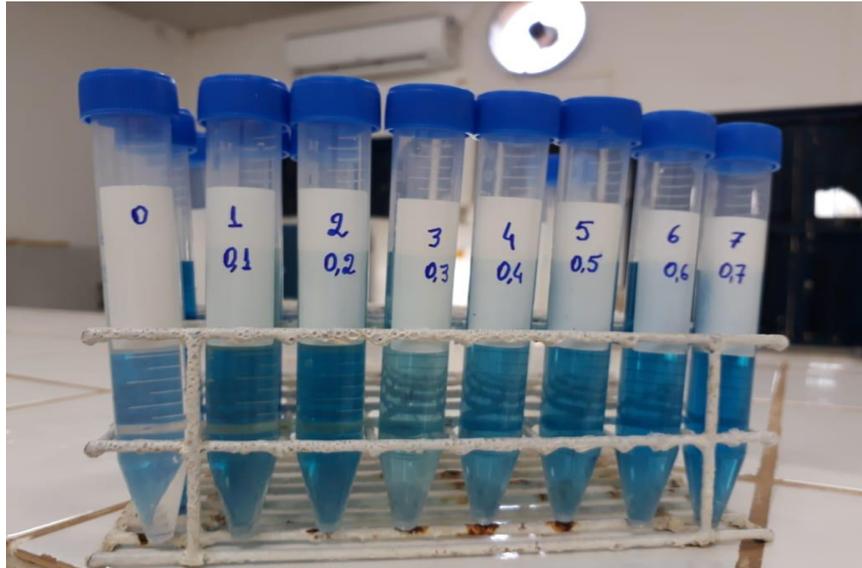
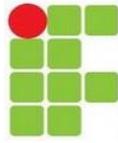


Figura 5. Preparação das soluções padrões e reagentes para a elaboração da curva analítica.

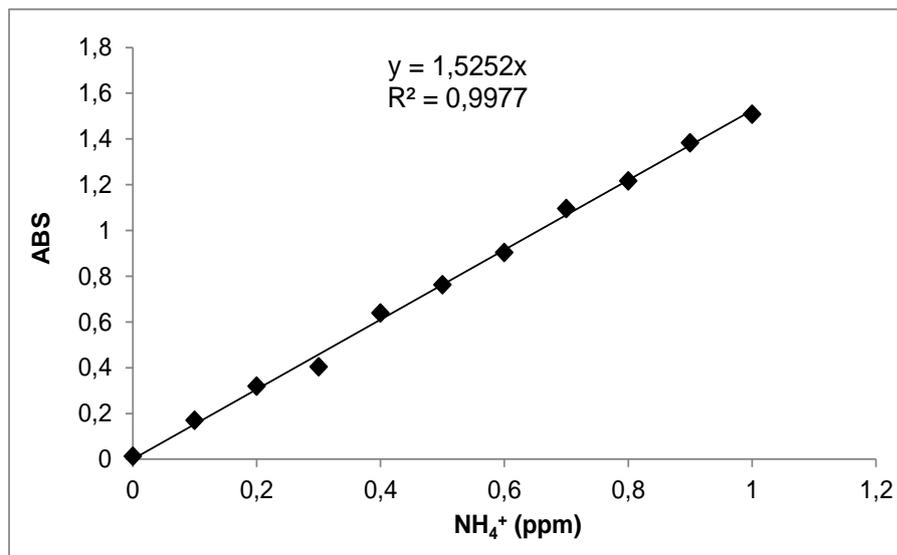


Figura 6. Curva analítica usada para quantificação de amônio por espectrofotometria



6. RESULTADOS E DISCUSÃO

A concentração de NH_3 na região urbana de Cuiabá foi maior no dia 15/05/2018 como mostra na (Tabela 1), o que pode ter relação com fontes de emissão de amônia (NH_3) próximas ao sítio de amostragem.

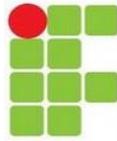
Contribui com essa afirmação a maior concentração de amônia em fase gasosa em relação ao material particulado, uma vez que o gás amônia na atmosfera tem um tempo de permanência relativamente curto, sendo o principal constituinte gasoso alcalino presente na atmosfera, a amônia pode reagir rapidamente com substâncias ácidas, como o ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3), ácido nitroso (HNO_2), ou ácido clorídrico (HCl), para formar os sais de NH_4^+ presentes no MP atmosférico (SHEPPARD; BITTMAN, 2012; WU et al., 2017).

As maiores concentrações de NH_4^+ no MP não coincidiram com as maiores concentrações encontradas na fase gasosa, o que pode ser atribuído a diferentes fontes, a presença de NH_4^+ em $\text{MP}>12$ pode estar relacionado a atividade de ressuspensão de partículas de solos, como movimentação de veículos e ação do vento.

Tabela 1. Valores médios, desvio padrão, máximo e mínimo da concentração de amônia em fase gasosa e MP

	Media (ng m^{-3})	Desvio Padrão	Maximo (ng m^{-3})	Mínimo (ng m^{-3})	Coe. De Variação
Fase gasosa	3761,85	650,09	4392,87	2742,29	17,28
MP>12 μm	57,85	22,18	85,86	36,43	38,34

Os valores médios encontrados neste estudo são menores na ordem de duas vezes que o levantamento feito por Regina (2015) para área urbana da cidade de São Paulo como mostra a tabela 2. A diferença entre os dois estudos não é acentuada quando se considera que São Paulo tem frota de veículos que supera 4,5 milhões de unidade, parque industrial desenvolvido e grande carga populacional. Diferença na mesma ordem de grandeza é encontrada quando compara os dados deste estudo com quantificações realizadas na região costeira da China (WU et al., 2018). Estudo realizado na Europa Central encontraram valores menores que os obtidos neste trabalho, o que pode ser atribuído a políticas que visam a diminuição desse poluente para a atmosfera (BACKES et al., 2016).



Considerando as coordenadas do sítio amostral pode se atribuir como fonte potencial de amônia o transito de veículos, pois a sua localização é circundada por avenidas com intensa movimentação de automóveis, estima-se que a queima de 1 kg de combustível pode emitir até 476 mg de amônia para a atmosfera (ELSER et al., 2018).

Tabela 2. Valores de médias, desvio padrão e faixa de valores das concentrações de amônia nos períodos de abril/2012 a setembro/2013, de abril/12 a abril/13 e de setembro/12 a setembro/13

Período	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Desvio Padrão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Faixa de Valores
Abril/12 a setembro/13	14,3	9,5	1,3 - 40,0
Abril/12 a abril/13	14,4	9,1	1,3 - 39,3
Setembro/12 a setembro/13	15,1	10,1	1,3 - 40,0

O acompanhamento da movimentação das massas de ar que chegaram ao sítio amostral no período da coleta (Figura 7) mostra a interceptação de grande número de focos de queimadas e incêndios florestais (Figura 8). Situação que pode sugerir influência de queimadas de outras localidades influenciando na composição de amônia atmosférica

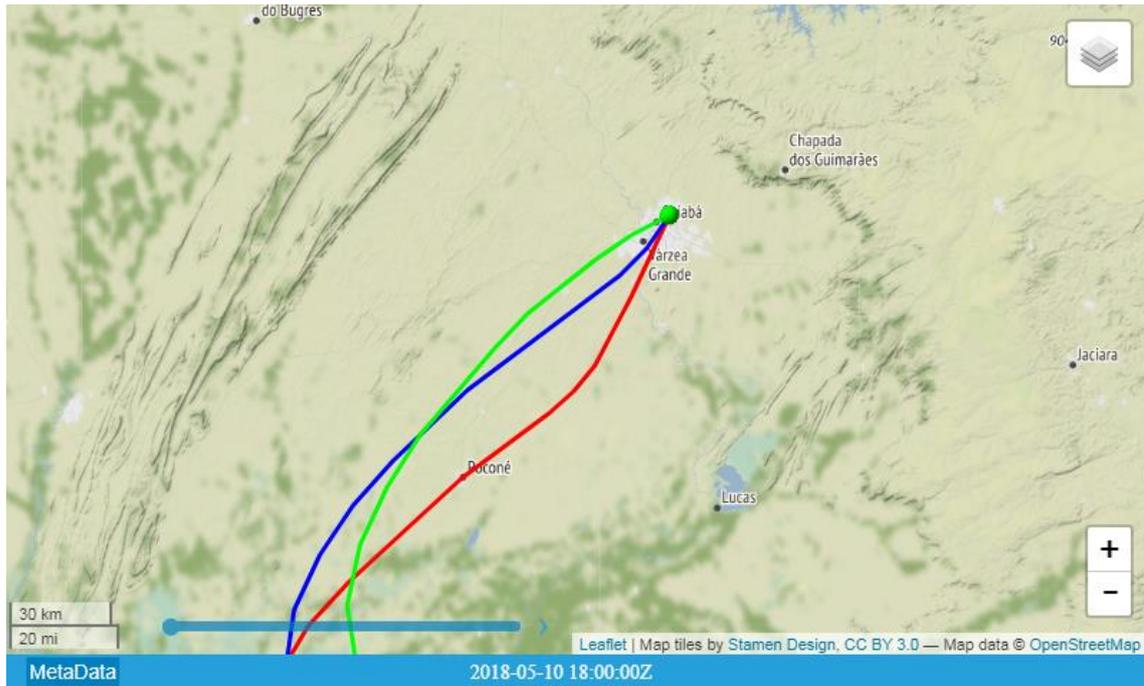
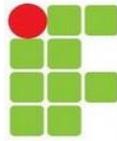


Figura 7. Trajetória das massas de ar que chegaram no sítio amostral durante a coleta.

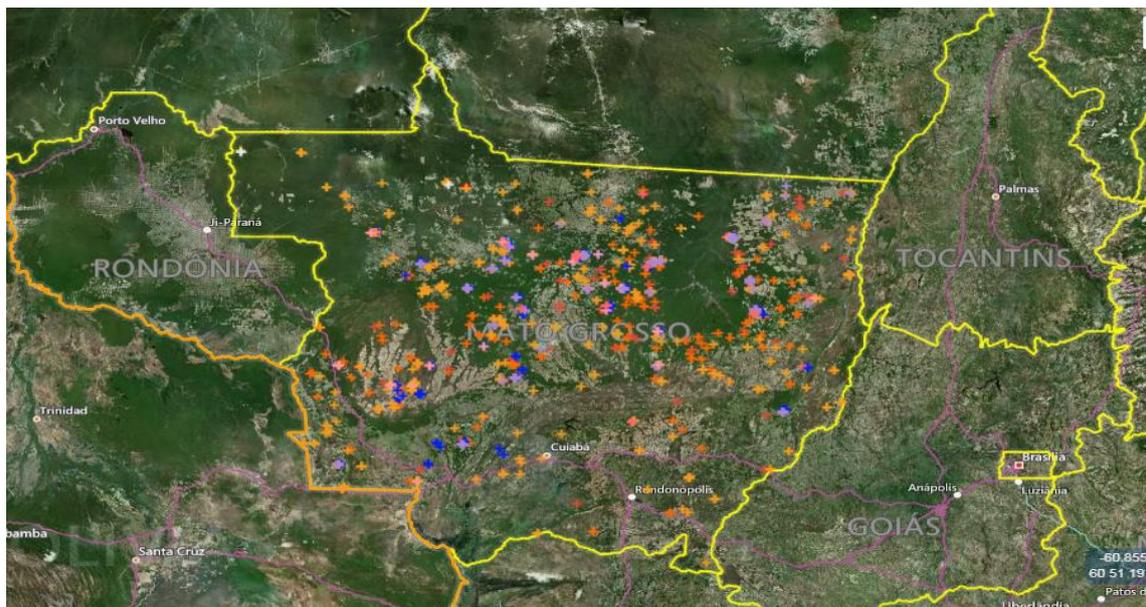
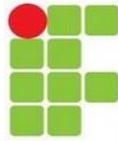
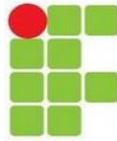


Figura 8. Distribuição dos focos de queimadas no período de 24 horas que antecederam a coleta.



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concentração de amônia atmosférica no sítio amostral, mesmo com concentração média abaixo de valores médios de concentração, encontrados para estudos realizados na China e na cidade de São Paulo, requer estudos de maior prazo, no sentido de entender as possíveis variações sazonais e conhecer as primícias fontes e suas reais contribuições. Ou seja, fazer um quadro de monitoramento mensal e anual para conhecer as concentrações de amônia presente e propor medidas mitigadoras para tal poluente atmosférico.



8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTA ENVIRONMENT AND WBK & ASSOCIATES INC. **Assessment Report on Ammonia for Developing Ambient Air Quality Objectives.**, Vol. I, Canada, Jan. 2004. Disponível em: <<http://esrd.alberta.ca/air/objectives-directives-policies-and-standards/documents/AssessmentReport-Voll-Ammonia-Jan2004.pdf>>. Acesso em: maio 2013.

ALLEN, A. G.; MACHADO, C. D. M.; CARDOSO, A. A. Measurements and modeling of reactive nitrogen deposition in southeast Brazil. **Environmental Pollution**, v. 159, p. 1190-1197, 2011.

BEHERA, S.N. et al. Ammonia in the atmosphere: a review on emission sources, atmospheric chemistry and deposition on terrestrial bodies. **Environmental Science Pollution Research**, 2013. 20:80923-8131, DOI 10.1007/s11356-013-2051-9. Disponível em: <<http://ammoniabmp.colostate.edu/link%20pages/impacts%20of%20ammonia.html#smog>>. Acesso em: abril 2015. 20:80923-8131, DOI 10.1007/s11356-013-2051-9.

BEHERA, S.N., SHARMA, M. Transformation of atmospheric ammonia and acid gases into components of PM_{2,5}: an environmental chamber study. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 19, n. 4, p. 1187-1197, may 2012.

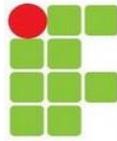
BBELOTTI, L. **Efeitos cardiopulmonares da exposição ao material particulado fino (MP_{2,5}) proveniente do concentrador de partículas ambientais (CPA) na hipertrofia ventricular esquerda de ratos wistar**. Dissertação para obtenção do título de mestre em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

BACKES, A. M. et al. Ammonia emissions in Europe, part II: How ammonia emission abatement strategies affect secondary aerosol. **Atmospheric Environment**, v. 126 p.153-161, 2016.

BERTOIA, R. S. et al. On-road measurement of NH₃ emissions from gasoline and diesel passenger cars during real world driving conditions. **Atmospheric Environment**, v.166, p. 488-497, 2017.

COLORADO STATE UNIVERSITY. **Ammonia best management practices (BMP) for livestock operations: impacts of ammonia**. Colorado, 2008.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRANSITO DE MATO GROSSO (DETRAN). 2018. Disponível em: < https://www.detran.mt.gov.br/fotos_institucional/490.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.



ELSER, M. et al. High contributions of vehicular emissions to ammonia in three European cities derived from mobile measurements. **Atmospheric Environment**, v. 175, p. 210–220, 2018.

FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. Amônia (NH₃) atmosférica: fontes, transformação, sorvedouros e métodos de análise. **Química Nova**, v. 27, n. 1, São Paulo, jan./fev. 2004.

FINLAYSON-PITTS, B. J.; PITTS, J. N. Jr. **Chemistry of the upper and lower atmosphere**. California: Academic Press, 2000. 969 p.

GALOWEY, J. et al. Human alteration of the nitrogen cycle: threats, benefits and opportunities. **UNESCO & SCOPE Policy Briefs**, Paris, n. 4, apr. 2007.6 p. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001509/150916e.pdf>>. Acesso em: **set. 2014**.

GALLOWAY, J. N. et al. The nitrogen cascade. **BioScience**, v. 53, n. 4, p. 341-356, 2003.

GARCIA, G.; SANTOS, O. A. M.; CARDOSO, A. A. Da escassez ao estresse do planeta: um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. **Química Nova**, n. 9, v. 36, p. 1468-1476, 2013.

LEIVA G., M. A. et al. Estimating the uncertainty in the atmospheric ammonia concentration in an urban area by Ogawa passive samplers. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 340–349, 2013.

PHAN, N.T. et al. Analysis of ammonia variation in the urban area. **Atmospheric Environment**, v. 65, p. 177-185, 2013.

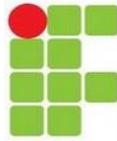
POPE, C.A.; EZZATI, M.; DOCKERY, D.W. Fine particulate air pollution and life expectancies in the United States: the role of influential observations. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 63, n. 2, p. 129-132, 2013. DOI 10.1080/10962247.2013.760353.

RAVISHANKARA, A. R.; DANIEL, J. S.; PORTMANN, R. W. Nitrous oxide (N₂O): the dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st century. **Science**, v. 326, n. 5949, p. 123-125, 2009.

REGINA, S. **Concentrações de Amônia na Atmosfera na Cidade de São Paulo e sua Relação com a Poluição Veicular**. [s.l: s.n.].

SHEPPARD, S. C.; BITTMAN, S. Farm practices as they affect NH₃ emissions from beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 92, p. 525-543, 2012.

USEPA. **Air quality criteria for particulate matter: final report**. Washington, DC, oct. 2004b. (EPA 600/P-99/002aF-bF). Disponível em: <<http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recorddisplay.cfm?deid=87903>>. Acesso em: **Nov. 2017**.



VIDAL, J. Air pollution 'is single biggest environmental health risk'. **Guardian**. 2014. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/environment/2014/mar/25/air-pollution-single-biggest-environmental-health-risk-who>>. Acesso em: 25 mai. 2017.

VITOUSEK, Peter M. et al. Human alteration of the global nitrogen cycle: causes and consequences. **Issues in Ecology**, Washington, DC, n. 1, spring 1997. 17 p. Disponível em: <http://www.esa.org/esa/?post_type=document&p=2770>. Acesso em: 3 set. 2014.

WU, S. et al. Atmospheric ammonia measurements along the coastal lines of Southeastern China: Implications for inorganic nitrogen deposition to coastal Waters. **Atmospheric Environment**, v. 177, p. 1–11, 2018.

VITOUSEK, Peter M. et al. Human alteration of the global nitrogen cycle: