REVISTA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

SITIENTIBUS

TECNOLOGIAS SOCIAIS E ECONOMIA SOLIDÁRIA EDIÇÃO ESPECIAL SEMANA DE ENGENHARIA

ARTIGO

ANÁLISE DO FLUXO DE NUTRIENTES PARA GESTÃO DE RESÍDUOS ALIMENTARES POR DOMICÍLIO NO BRASIL

NUTRIENT FLOW ANALYSIS FOR FOOD WASTE MANAGEMENT BY HOME IN BRAZIL

ALEX SANDRO FERREIRA DE QUEIROZ

Engenheiro Civil pela UEFS. Mestrando em Meio Ambiente, Águas e Saneamento (MAASA) na UFBA. E-mail: alexqueirozeng@gmail.com

VANESSA SILVA SANTOS

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: v.ss@ufba.br

CÉFORA LEÃO

Estudante de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: ceforaleão@gmail.com

LARA SANTOS DA SILVA OLIVEIRA

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: laraolivx@gmail.com

FRANCISCO RAMON ALVES DO NASCIMENTO

Doutor em Engenharia Industrial pela UFBA. Doutorado Sanduiche na Cátedra UNESCO de Sustentabilidade na Universidade Politécnica da Catalunha (UPC-Espanha). Professor do Departamento de Engenharia Ambiental da UFBA. E-mail: francisco.ramon@ufba.br

EDUARDO HENRIQUE BORGES COHIM SILVA

Doutor em Energia e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professor da Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: edcohim@gmail.com

RESUMO

O trabalho tem como objetivo realizar uma análise de fluxo de materiais dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em uma residência no Brasil, utilizando o software STAN. O STAN é uma ferramenta que permite modelar e quantificar os fluxos e estoques de materiais em um sistema definido. A residência é uma casa unifamiliar com três moradores, localizada em uma área urbana. O trabalho busca identificar as fontes, os usos e os destinos dos nutrientes N, P e K na residência, bem como os impactos ambientais associados. Os resultados podem contribuir para o uso racional e eficiente dos recursos hídricos e do solo na residência, bem como para a formulação de indicadores de recuperação desses nutrientes.

Palavras-chave: Análise de fluxo, nitrogênio, fósforo, potássio, residência.

ABSTRACT

The aim of the work is to carry out a material flow analysis of the nutrients nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) in a residence in Brazil, using the STAN software. STAN is a tool that allows you to model and quantify material flows and stocks in a defined system. The residence is a single-family house with three residents in an urban area. The work seeks to identify the sources, uses, and destinations of nutrients N, P, and K in the residence and the associated environmental impacts. The results can contribute to the rational and efficient use of water and soil resources in the home and formulate indicators for the recovery of these nutrients.

Keywords: Material flows, nitrogen, potassium, phosphorus, household.



INTRODUÇÃO

Um dos papéis mais importantes a serem desempenhados pelas cidades, atualmente, é possibilitar a transição da Economia Linear (EL), atualmente adotada, para uma Economia Circular (EC) no setor alimentar. Um dos três principais impulsionadores da pegada ambiental urbana é o consumo de alimentos (Goldstein et al., 2017) e é previsto que esse consumo urbano represente até 80% de todos os alimentos a serem produzidos até 2050 (EMF, 2019). Paralelamente a essa crescente concentração do consumo, tem-se uma concentração maior de excrementos humanos sendo gerados e também um maior desperdício de alimentos. Tem-se então que as cidades podem influenciar nas decisões de como o sistema agroalimentar produz e, consequentemente, promover esforços para que os desperdícios sejam evitados, promovendo reutilização do que for possível, e em última análise, eliminar os resíduos do sistema.

Para produção de alimentos, aplicação de nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são necessários. Porém, o uso de fertilizantes minerais NPK em excesso, e o descarte de efluentes urbanos sem tratamento e ricos desses nutrientes são responsáveis pela eutrofização de corpos hídricos e afetam os ecossistemas aquáticos e terrestres, além de degradar a qualidade do solo agrícola (Smil, 2000). Um dos motivadores para recuperação e reaplicação dos nutrientes na agricultura, é que esses são recursos finitos que não podem ser explorados eternamente sem que haja sua escassez, a menos que meios de recuperação e reutilização sejam adotados. O fato dos nutrientes se apresentarem como poluentes e ao mesmo tempo recursos escassos, torna a gestão destes uma estratégia proeminente no contexto de economia circular voltado ao meio ambiente, e também dos sistemas alimentares circulares.

Para uma melhor gestão dos nutrientes, é necessário que compreenda como seus fluxos fluem através dos sistemas humanos-ambientais interligados, bem como de onde surgem esses fluxos, qual maior perda existente no sistema e onde estão localizados os maiores potenciais de recuperação e reutilização. Uma vez que a maior parte das cidades é composta por residências, tem-se que os fluxos de nutrientes que percorrem essas cidades possuem caminhos semelhantes: a entrada de nutrientes se dá principalmente pela importação de alimentos para as residências, e saem como lodo de esgoto após o tratamento do efluente gerado nessas residências, e como resíduos orgânicos sólidos. Há também a possibilidade de acúmulo em solos e aterros sanitários, sendo esses os sumidouros urbanos finais desses nutrientes (Chowdhury et al., 2014; Kalmykova et al., 2012). Existem casos em que pequenas quantidades de lodo de esgoto são tratados, ou a compostagem de resíduos orgânicos é realizada, e esses elementos são aplicados na agricultura urbana (Metson & Bennett, 2015), ou fora do limite do sistema (Ma et al., 2014; Wu et al., 2016).

O ciclo alimentar acaba sendo um determinante do ciclo antropogênico de nutrientes, uma vez que os fluxos que se relacionam com o sistema alimentar, como os produtos a serem ingeridos, os excrementos humanos gerados e a parcela de resíduos alimentares, correspondem também ao fluxo que esses nutrientes percorrem dentro do sistema da cidade. Um dos métodos amplamente aplicados para investigação e estudo de fluxos dentro de um sistema definido em um espaço e tempo é a ferramenta de Análise de Fluxo de Materiais.

A análise de fluxo de materiais (AFM) é aplicada para a compilação e visualização de fluxos e estoques de qualquer material (ou de energia), em qualquer ambiente, para um tempo e região determinado (Brunner e Rechberger 2004). Para a aplicação da AFM, é necessário inicialmente que seja definido um fluxograma qualitativo, onde os limites do sistema investigado são definidos e os processos e fluxos neles contidos são determinados. A existência ou não de estoques de material dentro do sistema também é evidenciada nessa etapa. Em seguida, é necessário que se realize a coleta de dados que preencherão o sistema. A análise de fluxo de materiais depende da medição ou modelos de fluxos primários que preenchem os estoques ou fluxos iniciais do sistema. A partir disso, o modelo é formado de principalmente (mas não apenas disso), coeficientes de transferência (como por exemplo a parcela de nutriente que é ligada a uma cultura específica, em relação a quantidade total desse nutriente que entrou no processo) ou concentrações (por exemplo, concentração de nutriente que existe em uma cultura específica avaliada).

Uma vez realizada a coleta de dados, o princípio do balanço de massa é aplicado. A aplicação desse princípio é a principal característica da AFM, e ocorre em cada processo que se encontra dentro dos limites do sistema. O balanço de massa calcula fluxos e variações de estoques do sistema, que não teriam como ser calculados de outra forma. De forma geral, a quantidade de material que entra em um processo, será a mesma que sai desse processo uma vez que não haja estoque sendo realizado. Caso o processo possua um estoque, a quantidade de material, ou fluxo, que entra nesse processo durante um certo período, é igual à soma dos fluxos que saem desse processo e do volume de material estocado.

Por fim, a interpretação dos resultados obtidos na AFM é feita a partir da visualização dos estoques e fluxos existentes, o que é facilmente identificado tanto pelos valores obtidos após a reconciliação de dados, como pelo fato desses fluxos serem representados por diagramas de Sankey, possibilitando a criação de vários indicadores. O diagrama de Sankey destaca os fluxos mais relevantes do sistema, e indica as fontes e sumidouros mais importantes, sejam esses de estoques dentro dos processos, importações ou exportações do sistema.

Dada a importância de se recuperar os nutrientes dentro do sistema urbano, visando diminuir o desperdício

destes e a geração de problemas ambientais, o presente estudo possui o objetivo de:

- (i) Identificar e quantificar os fluxos de nutrientes em uma residência que são potencialmente recuperáveis e reutilizáveis, além de verificar a atual circularidade desses nutrientes nessa residência com enfoque no sistema alimentar, e
- (ii) Avaliar como a segregação de correntes possibilitaria uma melhor gestão de nutrientes no sistema alimentar, contabilizando as quantidades de NPK que circulam nesse sistema.

METODOLOGIA

Uma Análise de Fluxo de Materiais (AFM) foi utilizada para avaliar os fluxos de macronutrientes em uma residência. No estudo em questão, o sistema é definido em uma residência brasileira e a avaliação dos fluxos correspondem

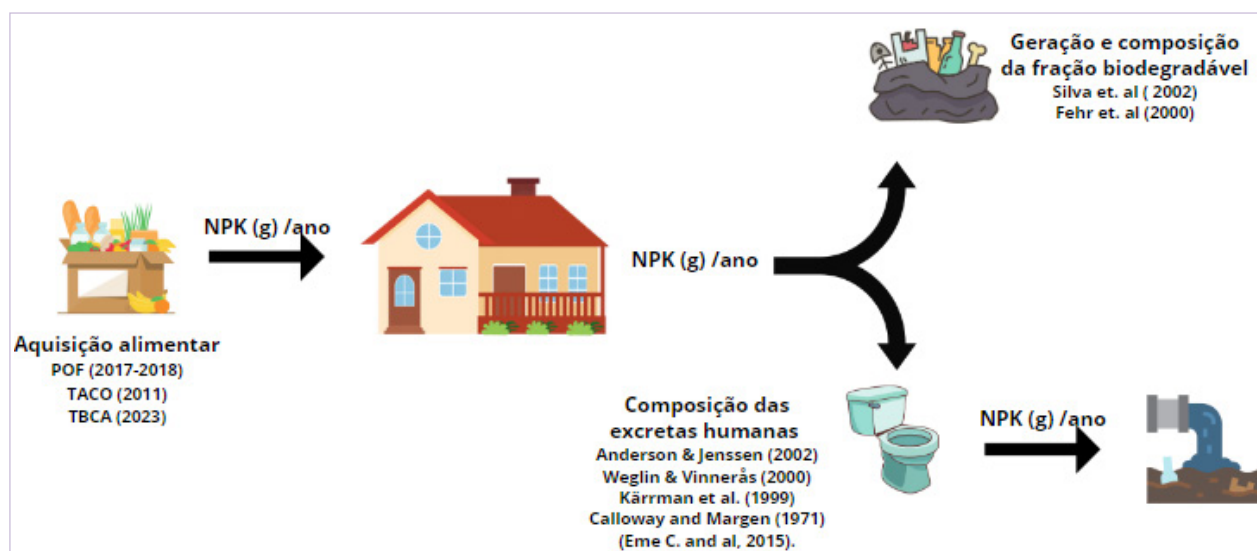
ao período de um ano. Para a análise, o software STAN (abreviação de subSTanceflowANalysis) foi utilizado.

Tendo em consideração que a alimentação é um fator determinante para os fluxos de macronutrientes, neste trabalho utilizou-se os dados da composição da cesta básica brasileira, segundo a Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF) do Instituto Brasileiro de Estatística (IBGE, 2020) juntamente com os dados da composição nutricional da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, TACO, (Lima, 2011) e da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA), (USP, 2023).

Os fluxos de saídas dos macronutrientes num domicílio foram divididos em 2 vertentes, sendo elas: *excretas* (urina e fezes) e *resíduos orgânicos gerados no domicílio* (neste trabalho considerado como a parcela orgânica não consumida de restos de alimentos).

A consolidação dos valores de input e output do fluxo de macronutrientes é feita através da utilização de mais referências da literatura, desse modo, o esquema de aquisição de dados pode ser representado na Figura 1.

Figura 1 - Esquema de fonte de dados para análise de fluxo.



Fonte: Os autores (2023).

Aquisição Alimentar

Os dados de aquisição alimentar foram utilizados segundo os dados de compra de alimentos da POF do IBGE (2020), sintetizados no Quadro 1.

Considerando que a análise de fluxo será realizada para uma residência, a aquisição anual de alimentos é de 848 kg/residência, para uma taxa de ocupação de 3 residentes por domicílio, segundo o IBGE (2018).

O quantitativo de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) por domicílio é obtido através da soma representado na seguinte Equação 1:

$$NPK_{input} = \sum_{i=1}^n \text{Composição alimentar}^*_{TACO \text{ ou } TCBA} \times \text{aquisição anual}_{POF}$$

*Composição alimentar diz respeito à composição dos alimentos em N, P e K.

Na falta de nitrogênio nas tabelas nutricionais, foi utilizado o fator de conversão de proteínas em nitrogênio, de modo que o nitrogênio representa 16% do teor de proteínas, segundo Jones (1931). O fator de Jones (1931) foi usado extensivamente, com um fator de conversão padrão de 0,16 (Mariotti et al., 2008), que se baseia no teor médio de nitrogênio e na composição de proteínas.

Composição das excretas humanas

A composição das excretas humanas de saída da residência nesse trabalho é modelada tendo como referência os resultados obtidos pelos autores do Quadro 2.

Quadro 1 - Aquisição alimentar *per capita* anual em kg de alimento no Nordeste sintetizada por grupo de alimento, segundo a POF.

PRODUTOS	Aquisição alimentar domiciliar <i>per capita</i> anual, na área urbana do Nordeste (kg)	Coefficiente de variação da aquisição alimentar domiciliar <i>per capita</i> anual, na área urbana do Nordeste (kg)
Cereais e leguminosas	27,80	2,30
Hortaliças	22,26	2,20
Frutas	26,66	2,50
Cocos, castanhas e nozes	0,43	10,80
Farinhas, féculas e massas	14,42	2,00
Panificados	21,43	1,30
Carnes	18,23	1,70
Vísceras	0,86	5,30
Pescados	3,90	3,90
Aves e ovos	18,87	1,70
Laticínios	20,51	2,30
Açúcares, doces e produtos de confeitaria	13,44	2,40
Sais e condimentos	3,52	3,00
Óleos e gorduras	4,95	2,30
Bebidas e infusões	82,66	3,10
Alimentos preparados e misturas industriais	3,03	4,30
TOTAL	283,00 Kg de alimentos per capita/ano	2,20

Fonte: POF (IBGE, 2020).

Como a composição das excretas está diretamente relacionado com a composição da aquisição alimentar da origem, a partir dos dados de entrada e da proporção de composição de fezes e urina por macronutriente, pode-se obter um valor aproximado do teor de nutrientes nas excretas da unidade de estudo.

Geração e composição da fração biodegradável

Para a estimativa de macronutrientes presentes na matéria orgânica do resíduo gerado nas residências, foram considerados os seguintes pontos:

• Segundo Fehr et al. (2000), a geração de resíduos no Brasil por pessoa é em torno de 0,629 kg/dia, o que resulta numa geração de 678,9 kg/resíduos por residência por ano.

• Segundo Silva et al. (2002) o resíduo orgânico tem na sua massa seca a composição média de 10 g.N/kg, 2g.P/kg e 4 g.K/kg, segundo dados de diferentes regiões do Brasil.

Distribuição dos nutrientes

A distribuição dos nutrientes pode ser descrita na seguinte Equação 2:

$$NPK_{\text{output}} = [(NPK_{\text{input}} - NPK_{\text{fração orgânica}}) \times \Sigma \text{Frações de urina e fezes}] + NPK_{\text{fração orgânica}} \quad (2)$$

Quadro 2 - Composição de macronutrientes de urina e fezes.

Autor/País	Urina (g/p.ano)			Fezes (g/p.ano)		
	Ntotal	Ptotal	Ktotal	Ntotal	Ptotal	Ktotal
Anderson & Jenssen (2002)	3832,50	251,85	821,25	711,75	251,85	277,40
Weglin & Vinnerås (2000)	2153,50	231,41	806,65	642,40	219,00	547,50
Kärman et al. (1999)	4015,00	365,00	912,50	547,50	182,50	365,00
Calloway & Margen (1971)	4015,00	447,13	981,85	350,40	277,40	715,40
(Eme C. and al, 2015).	2810,50	219,00	730,00	584,00	292,00	292,00
Proporção	86%	55%	66%	14%	45%	34%

Fonte: Os autores (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aquisição Alimentar

Os dados da POF de aquisição alimentar aliados a composição nutricional dos alimentos resultaram num total de 7.630,88 gramas de nitrogênio/ano, 706,75 gramas de fósforo/ano e 1.487,09 gramas de potássio/ano numa residência.

Geração e composição da fração biodegradável

A fração de NPK que não é ingerida foi calculada segundo dados da literatura e resultou no Quadro 3.

Quadro 3 - NPK na fração orgânica do domicílio em gramas/ano.

	Geração de Resíduo Sólido Urbano (Kg/ano) ²	Umidade (%) ¹	Fração Orgânica ²	NPK (g/kg) ¹	Total (g/ano)
Nitrogênio	678,9	25%	50%	11	933,49
Fósforo	678,9	25%	50%	2	169,73
Potássio	678,9	25%	50%	4	339,45

¹Umidade e quantitativo de gramas por quilo de resíduo segundo Silva et al. (2006).

²Fração orgânica do resíduo de sólido urbano segundo Fehr et al. (2000) e geração de resíduo per capita.

Fonte: Os autores (2023).

Quando comparamos o resultado encontrado de nutrientes pela aquisição alimentar com resultados encontrado por outros autores na unidade g/capita/ano, vemos que os valores do domicílio são cerca de 70% inferiores. Esse valor inferior pode ser consequência do fato da ingestão de alimentos não ser realizada apenas no interior dos domicílios, logo as fezes e urina possuiriam teores mais elevados de NPK.

Composição das excretas humanas

O excedente a fração de resíduo orgânico de NPK é convertido em teores de NPK de fezes e urina, segundo as proporções do Quadro 2. Assim têm se o resultado do quantitativo de NPK dividido nas correntes segregadas de urina e fezes, no Quadro 4.

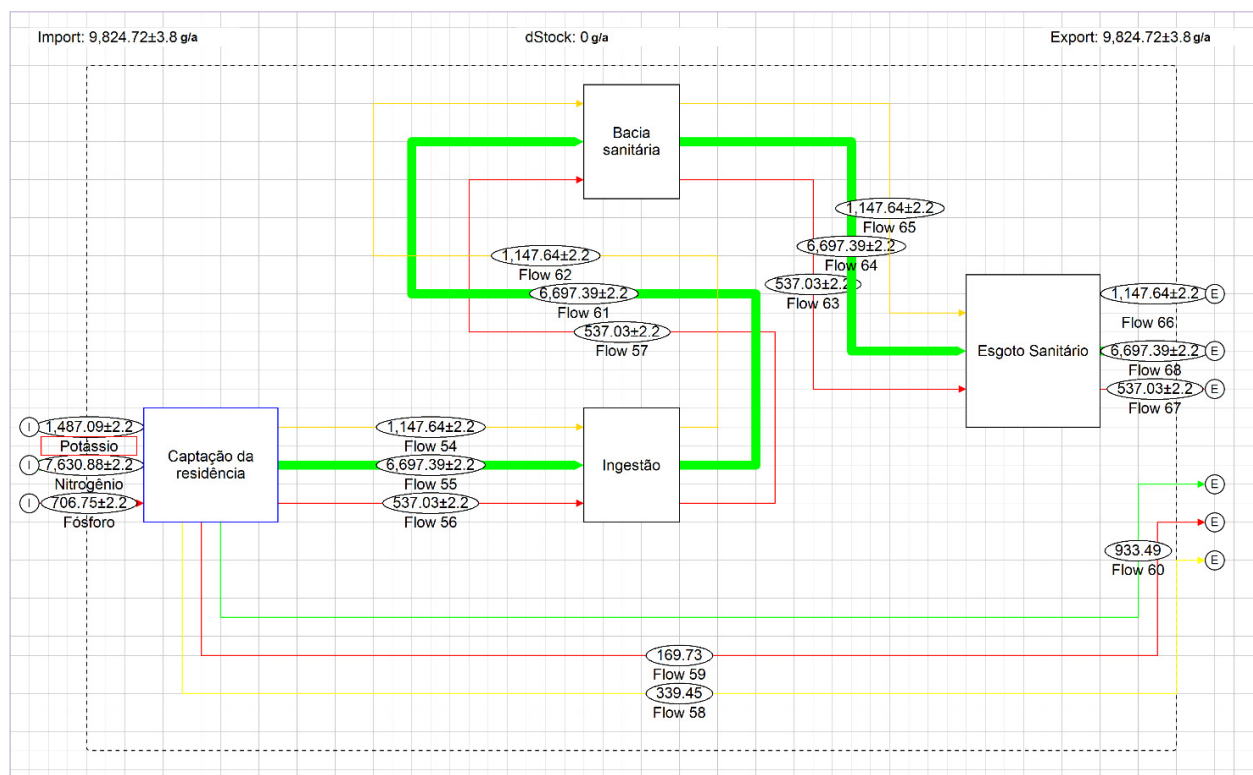
Quadro 4 - Nitrogênio, Fósforo e Potássio total nas excretas humanas por grama/domicílio • ano.

	N total	P total	K total
Urina (g/domicílio • ano)	5731,38	297,12	756,65
Fezes (g/domicílio • ano)	966,01	239,91	390,99

Fonte: Os autores (2023)

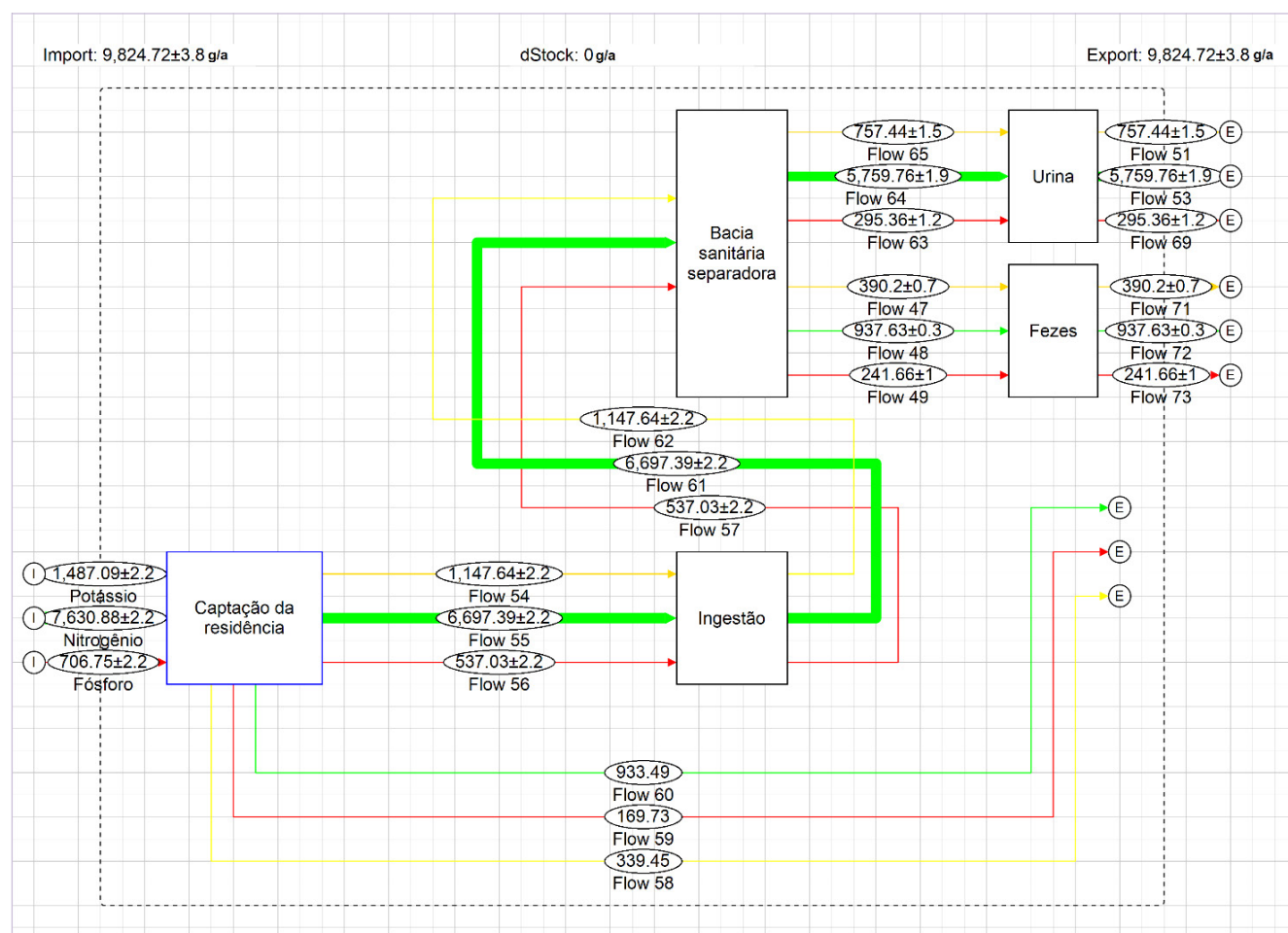
Assim, com os valores de entrada e saída discriminados, é possível realizar a análise de fluxo desses nutrientes numa residência, como mostrado na Figura 2. A demarcação dos nutrientes no fluxo que corresponde a ingestão de alimentos demonstra que o seu potencial de recuperação de nutrientes é muito maior do que o ciclo de resíduos que geraria a compostagem.

Figura 2 - AFM de NPK num domicílio.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 3 - AFM de NPK num domicílio com segregação de correntes.



Fonte: Os autores (2023).

A não segregação das correntes de urina e fezes gera um produto maior com nutrientes para o esgoto, no entanto dificulta seu potencial de recuperação uma vez que se encontra mais diluído com a água da bacia sanitária.

A utilização de bacia sanitária separadora possibilita uma melhor visualização de como esses fluxos de nutrientes se dividem entre urina e fezes. Além disso, o volume de água necessário descarga de urina e fezes, separadamente, acaba sendo menor, gerando uma menor diluição desses nutrientes e facilitando a recuperação dos mesmos. A composição de macronutrientes de urina e fezes mostrados no Quadro 2 são aplicados na AFM, segregando as correntes, onde a reconciliação de dados evidencia as quantidades de nutrientes que podem ser recuperados quando essa segregação de correntes é realizada (Figura 3).

Torna-se evidente que a segregação de correntes facilita a recuperação de nutrientes, principalmente na urina, uma vez que esta possui maiores volumes de nutrientes e, com menor diluição, acaba sendo uma fonte de recuperação de extrema importância.

No Brasil, contudo, o sistema de esgotamento centralizado dificulta a segregação e recuperação dos nutrientes,

principalmente quando os nutrientes se encontram diluídos. Ou seja, quanto menos eficiente for a bacia sanitária, maior o consumo de água e, consequentemente, maior o esforço associado a recuperação desses nutrientes.

Em contraposição ao modelo de saneamento centralizado predominante nos centros urbanos brasileiros, algumas soluções de saneamento ecológico, como banheiro seco, que é uma solução de baixo custo que pode contribuir para a universalização do saneamento, além de já existirem muitos trabalhos acerca do tema no Brasil, segundo Viana et al. (2020).

CONCLUSÃO

A análise de fluxo de materiais quando aplicada aos fluxos de nitrogênio, fósforo e potássio abordam a importante temática relacionado a poluição e a escassez de recursos naturais decorrentes das atividades antrópicas, em particular da produção e do descarte inadequado de excretas humanas.

O emprego de técnicas de recuperação de urina e fezes humanas é uma estratégia sustentável para a obtenção de fertilizantes orgânicos, que podem auxiliar na mitigação dos impactos ambientais, no incremento da segurança alimentar e na conservação dos limites planetários.

A separação das fezes e urinas na origem, otimizam o tratamento e a recuperação dos nutrientes, especialmente o nitrogênio e o fósforo, sendo esses os que apresentam maiores valores na urina, evidenciando o potencial de reaproveitamento e que a não diluição desses nutrientes em grandes volumes de água facilitam sua recuperação. Portanto, a reciclagem de excretas humanas é uma solução inovadora e vantajosa para o meio ambiente e para a sociedade, que pode ser adaptada às distintas realidades locais e que pode gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais, principalmente no que tange a manutenção dos limites planetários dos fluxos de nitrogênio, fósforo e potássio.

REFERÊNCIAS

- Andersson, Å. & Jenssen A. **Flöden och sammansättning på BDT- vatten, urin, fekalier och fast organiskt avfall i Gebers (Flows and composition of greywater, urine, faeces and solid biodegradable waste in Gebers; In Swedish, English summary).** Institutions meddelande. Department of Agricultural Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences. 2002. Uppsala, Sweden.
- Brunner, P.H., Rechberger, H. **Practical handbook of material flow analysis.** *Int J LCA* 9, 337-338 (2004). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02979426>
- Calloway, D. H., and Margen, S. (1971). **Variation in endogenous nitrogen excretion and dietary nitrogen utilization as determinants of human protein requirement.** *The Journal of Nutrition*, 101(2), 205-216.
- Chowdhury, R.B., Moore, G.A., Weatherley, A.J., Arora, M., 2014. **A review of recent substance flow analyses of phosphorus to identify priority management areas at different geographical scales.** *Resour. Conserv. Recycl.* 83, 213-228. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.014>.
- EME, Claire; BOUTIN, Catherine. **Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à l'échelle de l'habitation.** Publication Onema, 2015.
- EMF, 2019. **Cities and Circular Economy for Food.** Ellen Macarthur Foundation.
- Fehr, M.; De Castro, M. S. M. V.; CALCADO, M. D. R. **A practical solution to the problem of household waste management in Brazil.** *Resources, Conservation and Recycling*, v. 30, n. 3, p. 245-257, 2000.
- Goldstein, B., Birkved, M., Fernández, J., Hauschild, M., 2017. **Surveying the environmental footprint of urban food consumption.** *J. Ind. Ecol.* 21, 151-165. <https://doi.org/10.1111/jiec.12384>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: Avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE; 2020.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra em Domicílio Contínua, 2012-2018.** Rio de Janeiro: IBGE; 2018.
- Jones, D. B. (1931). **Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of proteins.** Washington, DC: US Department of Agriculture
- Kalmykova, Y., Harder, R., Borgstedt, H., Svanäng, I., 2012. **Pathways and management of phosphorus in urban areas.** *J. Ind. Ecol.* 16, 928-939. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00541.x>
- Kärman, E., Jönsson, H., Gruvberger, C., Dalemo, M. & Sonesson, U. 1999. **Miljösystemanalys av hushållens avlopp och organiska avfall (Environmental systems analysis of wastewater and solid organic household waste).** Report 1999, 15 VA-FORSK/VAV. Stockholm, Sweden.
- Lima DM. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO.** Campinas: NEPA-UNICAMP; 2011. Disponível em: <https://www.nepa.unicamp.br/taco/tabela.php?ativo=tabela>.
- Ma, L., Guo, J., Velthof, G.L., Li, Y., Chen, Q., Ma, W., Oenema, O., Zhang, F., 2014. **Impacts of urban expansion on nitrogen and phosphorus flows in the food system of Beijing from 1978 to 2008.** *Glob. Environ. Change* 28, 192-204. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.015>.
- Mariotti, F., Tome, D., and Mirand, P. P. (2008). **Converting nitrogen into protein-Beyond 6.25 and Jones' factors.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(2), 177-184.
- Metson, G.S., Bennett, E.M., 2015. **Phosphorus cycling in Montreal's food and urban agriculture systems.** *PLoS One* 10, 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120726>
- Smil, V., 2000. **Phosphorus in the environment: natural flows and human interferences.** *Annu. Rev. Energy Environ.* 25, 53-88. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.53>.
- Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP.** Versão 7.2. Disponível em: <https://tbca.net.br/index.html>.
- Viana, I. L. B., de Castro, D. M., Batista, J. C. M., de Sousa, J. M., & de Sousa, L. V. F. (2020). **Banheiro seco como alternativa sanitária e ecológica: levantamento das implementações no Brasil.** *Meio Ambiente (Brasil)*, 2(4).
- Weglin, J. & Vinnerås, B. 2000. **Avloppsvatten och fast organiskt avfall i hyreshuset Ekoporten – sammansättning och flöde.** Rapport 242, Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Wu, J., Franzén, D., Malmström, M.E., 2016. **Anthropogenic phosphorus flows under different scenarios for the city of Stockholm.** Sweden. *Sci. Total Environ.* 542, 1094-1105. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.024>