

Reaproveitamento de água de máquinas de lavar e limpar roupas de tecido doméstico para irrigação de parques e jardins

Tinoco O., Alvarez J., Castro N., Moore R.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Lima, Perú, otinocog@unmsm.edu.pe;

Resumo

O cuidado dos recursos hídricos, bem como o seu uso correto, é de extrema importância para organizações e indivíduos. A indústria têxtil necessita de máquinas de lavar e limpar roupas que geram água cinza, que não é aproveitada de forma otimizada, por isso o objetivo da pesquisa foi demonstrar que a aplicação de quitosana em água cinza derivada de máquinas de lavar domésticas reduz seu nível de contaminação até atingir os limites permitidos incluídos na categoria 3 do ECA, bem como determinar que os protótipos de solo (vasos) de jardins e parques não percam suas características básicas quando irrigados com água cinza tratada com quitosana. Para isso, foi desenvolvida uma investigação experimental com análise de parâmetros como pH, condutividade e turbidez. Os resultados mostram que a quitosana é eficaz no tratamento de águas cinzas e permite seu uso na irrigação de vegetação de parques e jardins sem alterar as condições do solo

Palavras-chave: Água cinza. Máquinas de lavar e limpar roupas de tecido. Quitosana.

Área Temática: Sustentabilidade

1. Introdução

Com fonte Times, tamanho 12, espaçamento 1,5, justificado.

A água é um recurso natural, escasso e essencial para a vida humana que permite também a sustentabilidade do meio ambiente. Em um estudo sobre o uso de eletrodomésticos no Peru, foi relatado que 35% do país (urbano) possui uma máquina para lavar e limpar roupas de tecido (máquina de lavar) em casa, enquanto esse número chega a 52% se falamos apenas de Lima, capital do país. A referência é uma máquina de lavar com capacidade de carga de 7 quilos, seu consumo varia entre 42 e 62 litros por lavagem, enquanto, em uma máquina de lavar de 5 quilos, o consumo varia de 39 a 52 litros por lavagem[1]. Nestas tarefas são adicionados à máquina de lavar detergente, amaciadores, lixívia, entre outros elementos contaminantes. Em média, os países de rendimento elevado tratam cerca de 70% das águas residuais municipais e industriais que geram. Esta média cai para 38% nos países de rendimento médio-alto e 28% nos países de rendimento médio-baixo. Nos países de baixo rendimento, apenas 8% recebem algum tratamento. Estas estimativas apoiam a aproximação

comumente citada de que, no mundo, mais de 80% das águas residuais são descartadas sem nenhum tratamento [2].

As águas residuais domésticas constituem mais de 50% das águas residuais domésticas com grande potencial de reutilização, são provenientes em grande parte da lavagem de roupa e contêm material em suspensão que pode ser formado por areia, matéria orgânica, gorduras, sais, detergentes, terra, restos de tecido [3, p.1]

Quitosana 1% em ácido acético, detergente, ácido acético 1% foram utilizados como matéria-prima e reagentes. Em relação aos materiais e equipamentos de campo: balança, medidor de pH, turbidímetro, condutivímetro, jar test. Os testes de pH, condutividade e turbidez foram feitos em laboratório e os testes de detergente, ânions, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e ovos de helmintos foram terceirizados. A parte experimental consistiu em sete fases: 1. Seleção do tipo de máquina de lavar e roupas para o estudo, para isso foi utilizada uma máquina de lavar de marca comercial com capacidade de 5 quilos, já para as peças de vestuário têxteis não foram submetidas a critério de seleção. 2. Caracterização de águas cinzas provenientes de máquinas de lavar domésticas com utilização de detergente como produto de limpeza, através de parâmetros como pH, condutividade elétrica e turbidez. 3. Determinação da concentração de quitosana a ser utilizada no tratamento de águas cinzas (0,5% e 1,0%), a solução ideal foi 1% em ácido acético. 4. Caracterização da água tratada. Após adição de quitosana 1% em ácido acético, foram aguardados 10 minutos de floculação e medidos o pH, a turbidez e os sólidos totais. 5. Foram analisados a caracterização do solo do jardim da Faculdade de Engenharia Industrial da Universidade Nacional Mayor de San Marcos e parâmetros como pH, condutividade térmica. 6. Seleção de plantas controle (grama) na área de estudo. 7. Aplicação de irrigação com água tratada na área de estudo.

Referencial Teórico

A quitosana é um biopolímero natural originário da casca ou esqueleto externo dos crustáceos, e é obtido a partir da desacetilação da quitina, através de um processo de três etapas, desproteinização, desmineralização e desacetilação [4]. A eficácia da quitosana foi demonstrada na remoção de turbidez entre 80% a 98%, bem como na descoloração da água [5], [6], bem como na redução do nível de contaminantes tóxicos, como íons metálicos [7]. O curto tempo de floculação em águas cinzas é importante, estudos revelam que varia entre 5 a 15 minutos [8].

O padrão de qualidade ambiental (ECA) é a medida que estabelece o nível de concentração ou grau de elementos, substâncias ou parâmetros físicos, químicos e biológicos, presentes no ar, na água ou no solo, na sua condição de corpo receptor, que não representam um risco significativo para a saúde humana ou para o ambiente. [9].

2. Metodologia

O tipo de pesquisa foi aplicado, com abordagem quantitativa, nível explicativo de pesquisa e desenho de pesquisa experimental “puro”, unidade de análise foram amostras de água cinza e amostras de solo.

O tratamento adequado das águas cinzentas derivadas das máquinas de lavar domésticas permitiria a irrigação segura de parques e jardins, tanto a nível municipal como doméstico (jardim interior, vasos, especialmente em condomínios).

Em relação aos materiais e equipamentos de campo: balança, medidor de pH, turbidímetro, condutivímetro, jar test. Os testes de pH, condutividade e turbidez foram feitos em laboratório e os testes de detergente, ânions, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e ovos de helmintos foram terceirizados. A parte experimental consistiu em sete fases: 1. Seleção do tipo de máquina de lavar e roupas para o estudo, para isso foi utilizada uma máquina de lavar de marca comercial com capacidade de 5 quilos, já para as peças de vestuário têxteis não foram submetidas a critério de seleção. 2. Caracterização de águas cinzas provenientes de máquinas de lavar domésticas com utilização de detergente como produto de limpeza, através de parâmetros como pH, condutividade elétrica e turbidez. 3. Determinação da concentração de quitosana a ser utilizada no tratamento de águas cinzas (0,5% e 1,0%), a solução ideal foi 1% em ácido acético. 4. Caracterização da água tratada. Após adição de quitosana 1% em ácido acético, foram aguardados 10 minutos de floculação e medidos o pH, a turbidez e os sólidos totais. 5. Foram analisados a caracterização do solo do jardim da Faculdade de Engenharia Industrial da Universidade Nacional Mayor de San Marcos e parâmetros como pH, condutividade térmica. 6. Seleção de plantas controle (grama) na área de estudo. 7. Aplicação de irrigação com água tratada na área de estudo.

Resultados e conclusão

A aplicação de quitosana em águas cinzentas derivadas de máquinas de lavar domésticas reduz significativamente o seu nível de contaminação de acordo com os limites permitidos incluídos nos ECRs de categoria 3. Para demonstrar o resultado, foram realizados dois estudos em diferentes níveis de escalabilidade, de menor. Além disso, foi demonstrado que a quitosana teve tempo de floculação de 10 minutos (Quadro 1). A análise microbiológica da ECA 3 demonstra que a água tratada é adequada para irrigação (Quadro 2). Os parâmetros de caracterização do solo demonstraram melhora após o experimento (Quadro 3).

Quadro 1. Floculação de água em máquina de lavar

Escalamiento con muestra de agua 207 mL				Escalamiento con muestra de agua 1000 mL			
	Quitosana al 1% (mL)	pH (NTP 339.176)	Tempo de floculação (sg)	Quitosano al 1% (mL)	pH de amostra tratada	pH de água saída de máquina de lavar	Tempo de floculação (minutos)
Mostra 1	8	7	30	50	5.88	7.27	10
Mostra 2	16	5.9	28	45	5.92	7.33	10
Mostra 3	24	5.7	25	40	6.38	7.64	10
Mostra 4	32	5.5	20	35	6.53	7.66	10
Mostra 5				30	6.66	7.93	10

Fonte: (Tinoco et al, 2023).

Quadro 2. Análise microbiológica da ECA 3 para águas de irrigação.

Microbiológicos Y Parasitológico	Unidade de medida	D1: irrigação de vegetais		D2: Bebida de animais		Mostra de água tratada
Água para irrigação irrestrito (c)	Água para irrigação reestricto	Bebida de animais				
Coliformes Termotolerantes	NMP/1000 ml	1000	2000	1000		**ND
Escherichia coli	NMP/1000 ml	1000	**	**		**ND
Ovos de Helminthos	Ovo/L	1	1	**		**ND

Fonte: (Tinoco et al, 2023).

c) Para a irrigação de parques públicos, campos desportivos, áreas verdes e plantas ornamentais, aplicam-se apenas os parâmetros microbiológicos e parasitológicos do tipo de irrigação irrestrita.

** ND No detectado

Quadro 3. Caracterização do solo antes e após irrigação com água tratada

Parâmetros	pH	Conductividade elétrica	Cloreto ppm	Sulfatos ppm
Mostra de solo antes de irrigação	6.5	1.000 umhos:	16	18

Mostra de solo apos de irrigação com água tratada	6.4	900 umhos	14	15
Valores de referencia	6 – 7	< 1.500 umhos: Sem problemas	< 20	<25

Fonte: (Tinoco et al, 2023)

O experimento permitiu a caracterização da água da máquina de lavar antes e depois do tratamento conforme parâmetros do estudo. O presente estudo demonstrou que o tratamento de águas cinzas de máquinas de lavar domésticas com quitosana permite o uso na irrigação de vegetação de parques e jardins sem alterar as condições do solo, conforme ECA 3, demonstrando que o referido biopolímero é mais eficaz que outros tipos de produtos. pelo seu curto tempo de floculação, pelo seu consumo em pequenas quantidades e, ainda, por atingir 94% de aproveitamento de águas residuais.

3. Referências

- [1] INGA, C. Las lavadoras impulsan la venta de electrodomésticos en Perú. Diario **El Comercio**, Perú, 31 de octubre 2016.
- [2] MORALES, J. Gestión y reúso de aguas residuales. Hanna Instruments. Colombia, 12 diciembre del 2023.
- [3] OKTOR, K.; ÇELIK, D. Treatment of washbasin and bathroom greywater with *Chlorella variabilis* and reusability. Journal of Water Process Engineering [en línea]. Octubre 2019, n° 31.
- [4] ALVAREZ, J. Aprovechamiento de las cabezas de langostino para la obtención de quitosano y su aplicación en cremas y geles cicatrizantes. Tumbes-Perú. Tesis Maestría Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2023.
- [5] RODRÍGUEZ, M.; GALLEGOS, D. Evaluación del quitosano como coagulante para el tratamiento de efluentes piscícolas. Revista Colombiana de Biotecnología. V21.n1. p. 6 – 17, 2019. <https://www.redalyc.org/journal/776/77660294002/movil/>
- [6] CAMPO, Y.; DELGADO, M.; ROA, Y.; MORA, G. & CARREÑO, J. (2018) Evaluación preliminar del efecto del quitosano y cáscara de naranja en la coagulación-floculación de aguas residuales. Revista Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. v21.n.1. p.565-572, 2018.
- [7] BRAVO, M. Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, solidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales. Proyecto curricular de licenciatura en química. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Colombia, 2015. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5609/1/BravoGallardoMonicaAlejandra2017.pdf>
- [8] NIETO, C.; ORELLANA, V. Aplicación del quitosano como promotor de floculación para disminuir la carga contaminante. Tesis Ingeniero Ambiental. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2011.
- [10] Ministerio del Ambiente, 2005, Ley N° 28611 <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>

Agradecimentos



10º Congresso Científico Têxtil e Moda
08 a 11 de outubro de 2024 - APUCARANA PR

À UNMSM pelo seu apoio

.