

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS Uni-ANHANGUERA
CURSO DE AGRONOMIA

ÁGUA RESIDUAL PARA SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

ISABELA COSTA RIBEIRO

GOIÂNIA
Maio/2019

ISABELA COSTA RIBEIRO

ÁGUA RESIDUAL PARA SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, sob orientação da Professora Doutora Miriam Almeida Marques, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

GOIÂNIA
Maio/2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

ISABELA COSTA RIBEIRO

ÁGUA RESIDUAL PARA SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

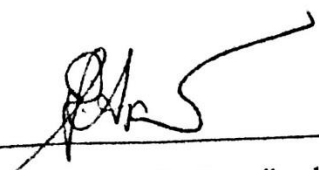
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Agronomia do Centro Universitário de Goiás - Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em maio de 2019 pela banca examinadora constituída por:



Professora Doutora Miriam Almeida Marques
Orientadora



Professora Mestre Maria Izabel Cardoso Maia
Membro



Professora Doutora Maria Emília Carvalho de Araújo Vieira
Membro

A Deus, meus pais e meu esposo. Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por sempre perseverarem em meu sonho, e ao meu esposo por caminhar ao meu lado sempre. Agradeço minha Orientadora e todos os professores do curso de Agronomia do Centro Universitário de Goiás.

O semeio é livre, a colheita é obrigatória.

Você se fartará daquilo que plantar.

Resumo

O reuso de água é um processo que já vem sendo praticado a bastante tempo, seja de forma simples, como utilizar a água da lavagem das roupas para outros afazeres domésticos, seja de forma especializada, após tratamento do efluente como faremos em sistemas de irrigação com água de reuso. Este processo nos permite inúmeros benefícios, dentre eles econômicos e ecológicos, e se torna tendência para praticamente todo descarte de efluente, considerando a questão atual “água”, sua escassez e a pressão de consumo em cima da mesma. Algumas questões ainda são entraves para a aplicação desta modalidade, podemos citar a legislação, na verdade a falta dela. No Brasil somos extremamente deficitários em legislação para a questão água, as leis que a regem são por vezes antigas, desatualizadas e não acompanham a pressão de consumo em cima deste recurso. Estas deveriam acompanhar o panorama para que se possa proteger o recurso e buscar alternativas acerca destes. Seja por falta de legislação, seja por falta de incentivos, o Brasil ainda precisa evoluir muito no quesito reuso de água, há inúmeras possibilidades para este e já vemos vários outros países que promovem esta prática.

PALAVRAS-CHAVE: Água. Irrigação. Reuso.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Uso da água	10
2.2	Demanda hídrica das culturas	11
2.3	Qualidade da água de irrigação	12
2.4	Águas residuais	13
2.5	Métodos de tratamento de água	15
2.6	Uso de águas residuárias	17
2.7	Tipos de água residuária	19
2.8	Legislação para uso de água residuária	20
2.9	Perspectivas de uso da água residuária em irrigação de espécies cultivadas	22
3	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Água constitui elemento de extrema relevância para a sobrevivência de todo e qualquer ser vivo deste planeta. O uso deste recurso vem crescendo de forma estrondosa, seja para quaisquer tipos de consumos (humano, industrial, agrícola) em vista de um crescimento populacional também desordenado que quadruplicou no último (COSTA; BARROS JUNIOR, 2005).

Para Victorino (2007), ao juntar 1,5 litros de água, como ela é encontrada no planeta, e a dividi-la proporcionalmente, a quantidade de água doce disponível seria equivalente a uma única e insignificante gota. E esse pouco que resta, está cada vez mais poluído, especialmente nas grandes cidades.

Considerando todo esse cenário de escassez de água potável e de desperdício deste recurso tão precioso, medidas de reuso devem ser impulsionadas. Dentre medidas poupadoras da água se enquadram: diminuir o tempo do banho, optar por lavagem a seco, programar a máquina de lavar roupas para somente um enxágue, e também fazer a utilização de águas residuais.

A reutilização de água surge como uma alternativa para as questões de esgotamento de água potável no planeta, e descarte de água com rejeitos nos cursos d'água. Fazendo com que se diminua o consumo e a poluição, pois se fará o reuso daquela que seria descartada no meio ambiente. Este cenário contribui tanto para o consumidor, quanto para o planeta, quando o consumidor opta por fazer reutilização de água este acaba por diminuir o consumo de água potável, havendo, portanto, economia se tratando de recursos financeiros. Pensando na questão meio ambiente, a água que seria despejada nos cursos d'água agora será utilizada mais vezes, conclui-se que o volume descartado será menor. Também como alternativa de extrema relevância, essa modalidade pode ser utilizada nas regiões que sofrem com escassez de água, tanto na forma residencial para atividades menos nobres, como na agricultura.

A água residuária é considerada um elemento de qualidade inferior, que necessita de tratamento para que seja reutilizada. A reciclagem de efluentes já é realizada em alguns países como Estados Unidos, sendo que esses possuem legislação específica para esse tipo de prática. No Brasil o reuso de água, a reciclagem de água, ainda não é regulamentada por lei, devido a essa falta de regulamentação essa prática ocorre de várias formas, sendo muitas vezes inadequadas acarretando impactos ao meio ambiente e conseqüentemente aos meios hídricos (CARVALHO, 2014). A água descartada, em grande maioria não possui tratamento

para ser devolvida aos cursos d'água, muitas das redes de esgoto desaguam diretamente em rios e oceanos os contaminando.

A água de reuso possui inúmeras vertentes, dentre as possibilidades podemos citar as indústrias, empresas de lavagem de automóvel, irrigação de praças e parques públicos, e muitas outras. Nas indústrias essa água pode ser utilizada para resfriamento de maquinários e higienização do local, e em lava-jatos diminui-se drasticamente o consumo de água fazendo o reuso da mesma para lavar rodas, carpetes e até mesmo os automóveis. Na irrigação têm-se grandes ganhos, pois a água de reuso muitas vezes é rica em alguns nutrientes. Parques, praças e jardins demandam muita água, principalmente nos períodos de seca, utilizando-se dessa alternativa há uma economia considerável deste recurso.

Uma nova vertente para essa reutilização da água é a sua associação com sistemas de irrigação para paisagismo. Os jardins são comumente utilizados em prédios, áreas comerciais, praças e parques, então uma forma de mantê-los sempre bonitos mesmo em períodos de seca, e de forma consciente, seria fazendo a reutilização de águas residuais para a irrigação destes. Desta forma evitar-se-ia um novo consumo de água potável, reaproveitando a água que é descartada, proporcionando diminuição da prática de descarregar esgotos, tratados ou não, em corpos de águas superficiais, havendo, portanto, ganhos econômicos e ambientais.

No Brasil a questão que envolve a reutilização da água está atrelada a educação e valorização deste recurso, visto que durante muitos anos este recurso fora considerado renovável e infinito. Portanto é necessário constituir políticas públicas severas que visem à preservação de nossos rios, nascentes e cursos d'água e que estimulem o reuso e a reciclagem da água. É necessário promover uma reeducação populacional.

O objetivo deste trabalho é descrever, através de uma revisão bibliográfica, sobre a importância da reutilização da água residual para a irrigação de espécies cultivadas, bem como citar os tipos de reutilização da água e os entraves para a sua utilização no Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uso da água

A utilização de água tem vários enfoques, dentre os primordiais até os secundários. Pode-se citar, inicialmente, o abastecimento de residências e centros comerciais, que garante os afazeres básicos da população, como alimentar-se e manter a higiene. Essa substância é fator chave para produção de alimentos e bens de consumo, ou seja, é a engrenagem da máquina produtiva, é demandada em todos os processos.

A água é um recurso vital para a existência de todo ser vivo, e com um aumento populacional desenfreado tivemos também aumento da demanda por este elemento. Conforme há a expansão das cidades, há também a expansão da demanda por água. Os avanços no quesito agricultura e produção de alimentos também começam a pressionar acerca deste, sem considerar que a água vem se tornando um recurso finito e não renovável. Segundo Costa; Barros Junior (2005), devido ao aumento na demanda, às limitações dos recursos hídricos e às baixas precipitações pluviométricas, é bem provável que, em um futuro bem próximo, tenhamos uma crise mundial no setor. Esse tipo de limitação fica ainda mais visível quando visualizamos as regiões áridas e semiáridas, onde a agricultura irrigada é extremamente praticada por se tornar uma forma de suprir as deficiências hídricas nos períodos de estiagem (COSTA; BARROS JUNIOR, 2005).

A água passa a ser considerada um bem econômico em 1997 durante a Agenda 21, devido ao fator escassez que foi ocasionado devido sua intensa e desordenada utilização. Ainda Costa e Barros Junior (2005), acercam que os principais fatores carreadores para aumento da demanda de água no século anterior foram crescimento populacional, avanço da irrigação e desenvolvimento das indústrias.

A poluição e o uso desordenado dos recursos hídricos, aos poucos, estão tornando a água imprópria para o consumo humano. Além disto, tanto o crescimento demográfico quanto o econômico multiplicam os usos das águas e fazem crescer sua demanda, diante de uma oferta inelástica. A junção destes fatores leva a inferir que este recurso não pode mais ser entendido como um bem comum, pois a confrontação de sua disponibilidade com suas demandas tende a acarretar a escassez. Assim, faz-se necessário reconhecer que a água é um

bem econômico e um recurso estratégico essencial ao desenvolvimento econômico e social dos países (BARROS, 2008).

A demanda total de água no mundo é de apenas cerca de 11% da vazão média dos rios, 70% utilizados pelas atividades agrícolas, 20% pelas indústrias e 10% referentes à demanda do consumo doméstico e uso consumptivo municipal (Água Web Site, 2002). É estimado que se gera um desperdício de 60% na irrigação de culturas comerciais (agricultura), sendo que esse desperdício está ligado a mal dimensionamento e uso do sistema. Aplica-se água em excesso, em períodos e horários inadequados, usa-se de técnicas inapropriadas e ainda faltam manutenções nos sistemas. Considerando todo esse contexto é possível estimar que apenas 40% da água aplicada ao solo é efetivamente utilizada pelas culturas irrigadas (COSTA, 2005). Portanto a irrigação é um setor ainda ineficiente, pois é utilizado de forma errada, havendo grande desperdício de água.

Nos sistemas de abastecimento ainda temos perdas, essas são ocasionadas devido a vazamentos nas tubulações, cerca de 15% de água é perdida devido à esse fator (Água Web Site, 2002). Em nossas residências possuímos vazamentos que contribuem para essa porcentagem de desperdício de água, dentre os fatores responsáveis por esses estão os vazamentos de torneiras, lavagens de calçadas e irrigação de jardins (COSTA, 2005).

Conforme afirma Tucci (2001), o consumo humano não apresenta uma demanda significativa se comparada com a da irrigação, mas esse consumo está hoje limitado pela: (a) degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas: as águas próximas às cidades são contaminadas pelas cargas de esgoto sem tratamento cloacal, industrial e de escoamento pluvial urbano, lançadas nos rios; (b) concentração de demanda em grandes áreas urbanas, como as regiões metropolitanas. A variação de consumo da população varia na área urbana e rural e de acordo com o poder aquisitivo da população. Dessa forma, mesmo que a população tenda à estabilização haverá aumento da demanda por água, dada a melhoria do nível econômico e social.

2.2 Demanda hídrica das culturas

Os principais fatores que influenciam no quanto de água uma cultura pode demandar durante seu ciclo são: fator genético e fatores climáticos. O dimensionamento de qualquer sistema de irrigação para qualquer cultura depende significativamente destas informações,

como a rusticidade da planta, se ela tolera veranicos, informações climáticas da região onde será cultivada, umidade relativa, média anual de temperatura, e também a evapotranspiração dessa planta, que é dependente do quanto a planta transpira e o solo evapora. O quanto de água a planta vai demandar durante seu ciclo é medido através da evapotranspiração.

Para se chegar ao valor da evapotranspiração da cultura é necessário se fazer equações, as quais se enquadram informações como temperatura do ar, radiação solar e umidade relativa, alguns desses dados podem ser obtidos em estações meteorológicas.

A necessidade hídrica de cada cultura vai variar de acordo com seu estado fenológico, e essa será determinada através do Kc (coeficiente de cultura), que é dependente de condições climatológicas e características da mesma.

Os valores do coeficiente cultural, de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura, para as diferentes espécies, foram determinados experimentalmente para diversas condições de clima e manejo e podem ser encontrados na literatura, em forma de tabelas ou curvas.

Os sistemas de irrigação têm por finalidade fornecer água para as culturas no momento e quantidade ideais (Quando e Quanto), para que estas se desenvolvam de forma satisfatória e tragam o retorno econômico presumido. Como mencionado anteriormente estes necessitam de conhecimentos prévios para que sejam dimensionados e utilizados de forma ideal.

2.3 Qualidade da água de irrigação

A qualidade da água para irrigação é avaliada com base em seus efeitos prejudiciais às culturas e ao solo, e é classificada a fim de trazer segurança quanto ao seu uso. Segundo Peña (1972), a classificação e uso de água para fins de irrigação se julgam tendo em conta os seguintes aspectos:

a) Características químicas - a qualidade da água depende dos constituintes químicos e de seu perigo potencial nos efeitos diretos e indiretos sobre os cultivos.

b) Condições agronômicas - uma vez determinadas em laboratório as características químicas da água para irrigação, a sua aplicabilidade deve estar sujeita à susceptibilidade de danos que possa ocasionar aos cultivos a serem irrigados. Esses danos devem ser medidos

relacionando-se os valores de condutividade elétrica do extrato de saturação com os danos que possam ocasionar na redução dos rendimentos das colheitas.

c) Condições edafológicas - o teor de sais da água de irrigação pode alcançar níveis prejudiciais aos cultivos, quando os sais se concentram na camada do solo onde se desenvolve o sistema radicular das plantas. Esta condição pode ser controlada aplicando-se além da lâmina de água requerida pela irrigação, uma outra quantidade de água adicional ou lâmina de sobreirrigação em quantidade suficiente para arrastar dessa camada de solo os sais em excesso.

Em geral as águas que contêm menos de 600mg/l de sais totais, podem ser usadas para irrigação de quase todos os cultivos. Águas com concentração salina entre 500 e 1.500mg/l têm sido usadas na irrigação de plantas sensíveis a sais em solos de boa drenagem interna ou providos de sistema de drenagem. As águas que contêm de 1.500 a 2.000 mg/l podem ser usadas na irrigação de culturas moderadamente tolerantes se uma maior frequência de irrigação combinada com uma lâmina de sobre-riego for adotada. Entretanto, águas que contêm de 3.000 a 3.500 mg/l só poderão produzir rendimentos com culturas altamente tolerantes.

Para reuso de água: A Organização Mundial da Saúde – OMS (WHO, 2006) destaca a importância da qualidade biológica dos efluentes utilizados na irrigação, para que se diminua a probabilidade de propagação de patógenos, ocasionando diversas enfermidades, e recomenda que o efluente tratado contenha menos que 10^3 NMP (Número Mais Provável) por 100mL de coliformes termotolerantes e menos que 1 ovo de nematoide por litro para que esse efluente possa ser utilizado na irrigação irrestrita.

2.4 Águas residuais

A água residuária constitui um elemento de qualidade inferior, que necessita de tratamento para que seja reutilizada, é a água que inicialmente seria rejeitada, ou seja, iria “ralo abaixo”. Essa pode ser água da pia, da máquina de lavar, do ralo do banheiro e vários outros, são efluentes que serão tratados.

As águas residuais urbanas são águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais e pluviais coletadas para a rede de drenagem pública. As águas residuais urbanas resultam, portanto, da utilização de água que foi captada e tratada para

assegurar o abastecimento de água potável às populações e às atividades econômicas ligadas ao comércio e à indústria (MONTE, 2010).

Os grandes pilares que sustentam a reutilização desta modalidade de produto são: economia, pois estará praticando uma espécie de reciclagem da água, onde vai se utilizar desta mais de uma vez e favorecimento à questão ambiental, onde a água é um recurso que tem se tornado cada dia mais escasso, portanto essa se torna uma utilização racional que diminuirá a pressão sobre a demanda de água potável (SANTOS, 1993).

O reuso da água nos traz uma série de benefícios, principalmente por reduzir a demanda de água, gerando preservação ao meio ambiente. Representa também economia financeira (CARVALHO, 2014).

A água pode ser classificada de acordo com quatro fontes: subterrânea, superficial, a de chuva e a de reuso de acordo com a norma brasileira para captação de água de chuva (ABNT NBR 15527:2007). Para Tomaz (2005), essa deve ser uma nova tendência, a mudança de mentalidade, que ganha muita expressividade no continente Europeu e norte da América. As quatro fontes citadas são a nova questão para o século vivido, considerando o cenário atual de escassez esse deve ser o novo caminho para o Brasil.

O método denominado “Reuso de águas cinza”, determinado para se fazer reuso do tipo de água considerada cinza consiste na reutilização, após tratamento adequado, das águas cinzas compostas por efluentes provenientes de tanques, banheiras, chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupas. Água cinza é uma excelente alternativa para fins não potáveis, que deve tomar espaço mercadológico, sendo desenvolvida e incentivada. (ABNT NBR 15527:2007). Mais recentemente, essa prática passou a ser utilizada para fins menos nobres (Figura 1), como o abastecimento das caixas de bacias sanitárias, lavagem de pisos, irrigação de jardins, entre outras (CARVALHO, 2014).



Figura 1. Organograma de uso da água cinza tratada.
Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Para que essa água residuária se torne adequada para o uso, independente da finalidade (lavagem de carro, limpeza doméstica, rega de jardins), ela deve passar por um tratamento prévio, que conste em processos artificiais. Tratamento de águas residuárias são processos artificiais de depuração, remoção de poluentes e adequação dos parâmetros das águas residuárias, sendo que esta deve se tornar própria para lançamento e disposição final, com foco na preservação das condições e padrões de qualidade dos corpos d'água que irão recebê-la (BARROS, 2008).

2.5 Métodos de tratamento de água

O método de tratamento ao qual a água residuária passará é definido de acordo com sua finalidade. Em alguns casos será necessário um processo de depuração mais rigoroso, se tratando de água para irrigação de jardim após esta passar pelo processo de tratamento não deve apresentar mau cheiro e não deve conter componentes que agredam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas.

Como afirma Nunes (2010), os processos de tratamento de águas residuárias são classificados em dois tipos: físico-químicos e biológicos.

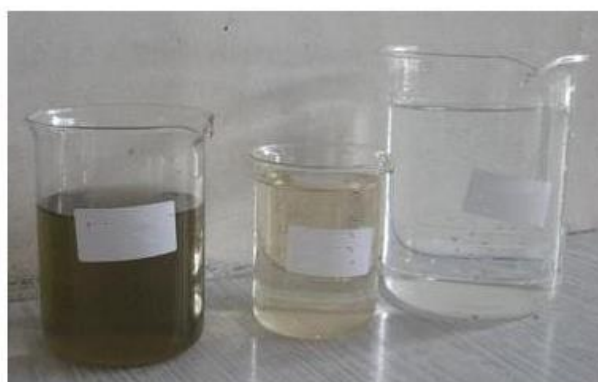
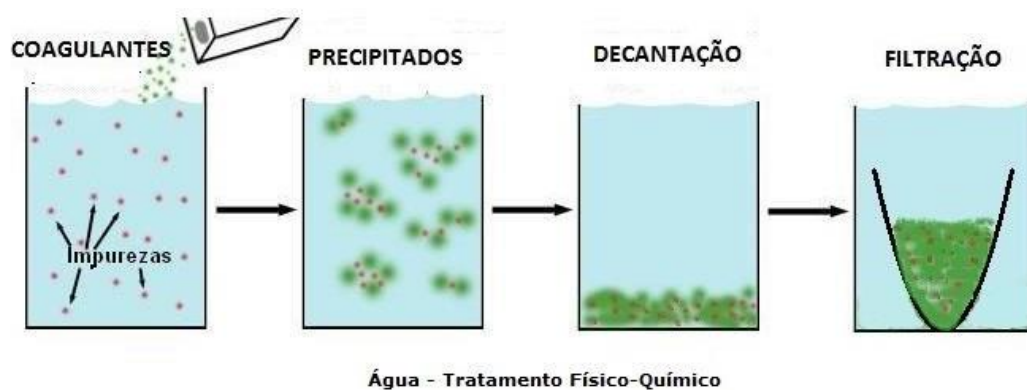
(a) Processos físico-químicos: podem estar relacionados.

(b) Processos físicos: processos em que são aplicados processos de natureza física, como peneiramento, floculação, decantação, etc.

(c) Processos químicos: processos em que são utilizados produtos químicos, como oxidação, redução, adsorção, correção de pH, etc.

(d) Processos Biológicos: processos realizados através de atividades biológicas/bioquímicas, como lagos de estabilização, lodo ativado, filtro biológico, etc. (CARVALHO, 2014).

A figura 2 apresenta o processo de tratamento físico-químico (coagulação e floculação) de água. O sistema de filtragem de águas cinza é apresentado na figura 3.



Etapas de Tratamento no Processo Físico-Químico



Comparação da Água Bruta e da Água Tratada

Figura 2. Tratamento Físico-Químico de água.
Fonte: NaturalTec, 2019.

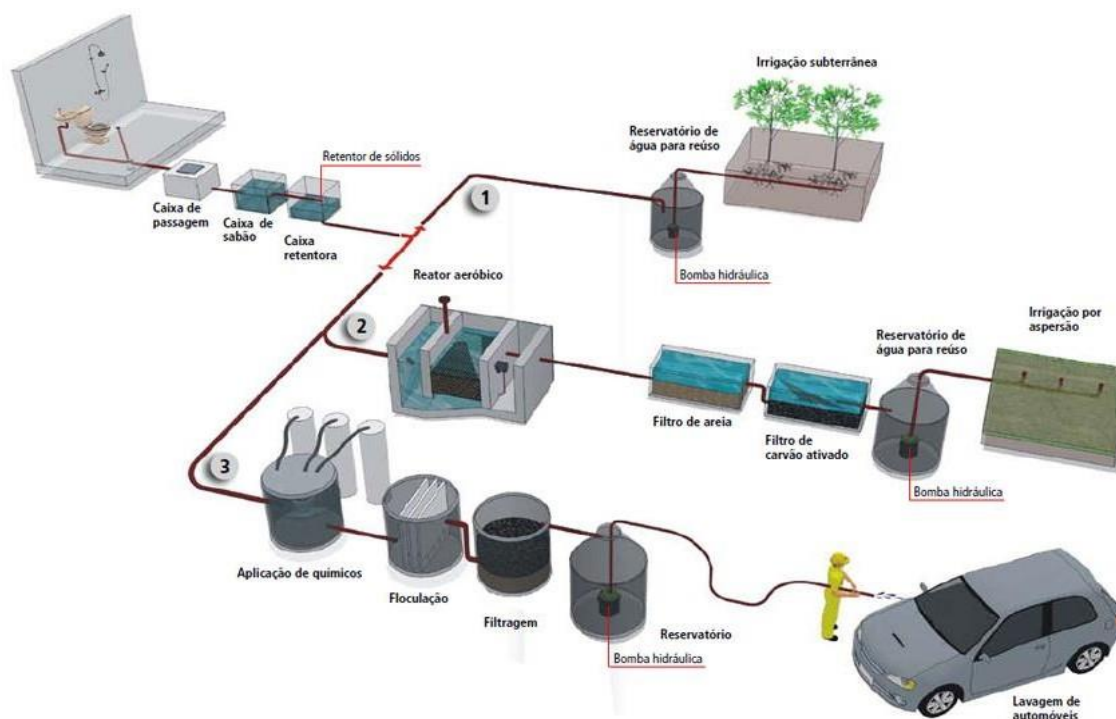


Figura 3. Sistema de filtragem de águas cinzas.
Fonte: ICF Construtora, 2019.

2.6 Uso de águas residuárias

Atualmente as necessidades hídricas para sistemas de paisagismo são determinadas a campo, de acordo com experiências prévias dos profissionais responsáveis por tal. São poucos os estudos, pois se torna difícil determinação para cada espécie, visto que o número de espécies cultivadas é imenso, tomando por base também as espécies frutíferas e hortaliças.

A grama é tomada como base para se determinar a necessidade hídrica de um sistema de jardim, pois esta constitui maior parte do sistema. Sendo que para se determinar tal coeficiente devemos tomar por base o clima da localidade, para que se mantenha um bom desenvolvimento da planta. A determinação da água requerida pela planta leva em consideração a taxa de evapotranspiração, que é a água perdida por evaporação dentro da atmosfera do solo e por sua superfície e pela transpiração. Alguns fatores afetam a lâmina média que deverá ser utilizada como base, sendo esses as categorias do clima, frio, quente e temperado, e a umidade relativa do ar. Em localidades com climas mais quentes é esperado que haja maior perda de água. Conforme tabela 1 é descrito a lâmina d'água indicada para cada clima.

Tabela 1. Lâmina de água indicada para gramados conforme clima da região.

CLIMA	Lâmina d'água em mm/dia
Frio e úmido	2.5- 3.8
Frio e quente	3.8-5.1
Temperado úmido	3.8- 5.1
Temperado seco	5.1- 6.4
Quente e úmido	5.1- 7.6
Quente e seco	7.6- 11.4

Fonte: RAINBIRD, 2019.

Frio equivale situações abaixo de 20 ° C. Temperado equivale um intervalo de temperatura entre 20 e 32 ° C. Quente equivale a temperaturas acima de 32 °C. Úmido equivale à temperatura umidade relativa acima de 50%, e consequentemente seco equivale a UR abaixo de 50%.

De acordo com a OMS (Organização Mundial de Saúde) (1973), tem-se:

- Reuso indireto: a água utilizada para uso doméstico ou industrial é descarregada nas águas subterrâneas ou superficiais e utilizada novamente à jusante de forma diluída;
- Reuso direto: uso planejado de esgotos tratados para certas finalidades;
- Reciclagem interna: reuso da água internamente visando economia e controle da poluição.

A água residuária pode ser utilizada para diversas finalidades, no contexto atual podemos exemplificar a agricultura, que tem sido um meio bastante difundido, bem mais considerável que para sistemas urbanos como para sistemas de irrigação de paisagismo. Em cultivos como milho, cana de açúcar, hortaliças em geral, já fazem uso desse tipo de água, pois esta apresenta características agronômicas desejáveis, como a riqueza em nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio), reduzindo o emprego de fertilizantes industriais, e também adicionando ao solo o composto matéria orgânica.

Devido ao elevado consumo de água no meio agrícola e a escassez deste recurso, a reutilização de água se torna um fator de extrema relevância e que vem tomando espaço considerável. Essa modalidade contribui para diversos fatores, dentre estes a preservação do meio ambiente, pois diminui o consumo de água potável e a descarga de água poluída nos cursos d'água, e reaproveitamento de nutrientes.

Devemos considerar também os efeitos da aplicação dessa água nas propriedades do solo. Os efeitos da aplicação de água residuária nas propriedades químicas do solo, só são pronunciados após longo período de aplicação, pelos parâmetros que definem sua composição física e química, pelas condições de clima e pelo tipo de solo. Ayers & Westcot (1999) relatam que a limitação principal do uso de águas residuárias na agricultura é a sua composição química (totais de sais dissolvidos, presença de íons tóxicos e concentração relativa de sódio) e a tolerância das culturas a este tipo de efluente. Segundo Pizarro (1990), os sais solúveis contidos nas águas de irrigação podem, em certas condições climáticas, salinizar o solo e modificar a composição iônica no complexo sortivo, alterando as características físicas e químicas do solo, como o regime de umidade, aeração, nutrientes, desenvolvimento vegetativo e produtividade.

A captação de água pluvial também se enquadra como alternativa para reutilização deste recurso. Este se torna um método um pouco mais complexo devido à dificuldade de captação e armazenamento desta água, pois para se captar grande volume de água de chuva é necessário um grande reservatório, o que demanda espaço e recursos financeiros. Tal método tem boa viabilidade para pequenas hortas e jardins, que demandam menor quantidade de água no período de seca.

Algumas escolas empregam essa técnica como meio educativo, onde inserem tanto a ecologia quanto a consciência ambiental. Promovem a construção de hortas, coletam a água da chuva e utilizam desta para atender a demanda das plantas que serão utilizadas na alimentação das crianças dentro da própria instituição. Como exemplo deste método podemos

citar as escolas municipais e estaduais de Lagoa Seca- PB, que além de utilizar a água pluvial para irrigação das hortas, utilizam também para fins não potáveis, como descarga de vasos e lavagem de pisos. A figura 4 apresenta as possibilidades de reuso de águas cinza provenientes de chuveiro e de lavatórios.

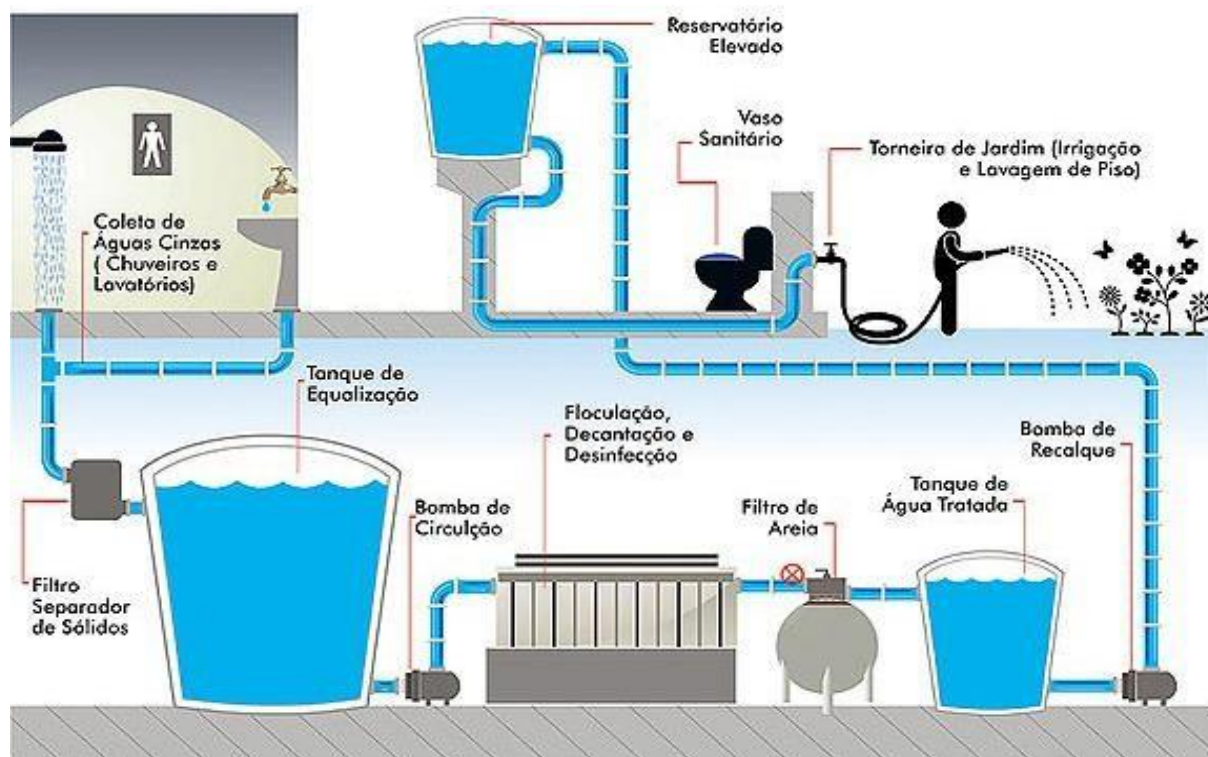


Figura 4. Possibilidades de reuso de águas cinza provenientes de chuveiro e de lavatórios.
Fonte: Universidade Trisul, 2019.

2.7 Tipos de água residuária

Esgotos tratados: para que seja possível a utilização de esgotos na irrigação é necessário fazer seu tratamento em vista de sua qualidade higiênica e correção de caracteres indesejáveis como alta concentração de sólidos e matéria orgânica putrescível.

Como no Brasil as normas para essa modalidade ainda são escassas então se seguem as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS, 1989) que, quando se trata de irrigação para culturas que serão consumidas cruas, campos esportivos e parques, é recomendado menos de 1 ovo de helminto por litro e menor ou igual a 1000 coliformes fecais por litro. Essas recomendações não possuem rigor quanto aos protozoários e vírus.

Efluentes de agroindústrias (Indústria suco-alcooleira, Curtumes): para fins de irrigação podemos utilizar dois resíduos da indústria suco-alcooleira, a vinhaça e a água da

lavagem da cana. Há uma preocupação quanto ao uso destas duas modalidades devido à alta DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) associada a elas.

Se tratando de efluentes de curtumes há uma preocupação maior devido às misturas de componentes tóxicos (Cloreto de sódio, cal, sulfeto, metais pesados) empregadas durante o processo de beneficiamento do couro, sendo necessários tratamentos físicos, químicos e biológicos para que seja tratado esse resíduo.

Efluentes da produção animal (Avicultura, suinocultura, bovinocultura): quando falamos de resíduos da produção animal é importante lembrar que este é composto por resíduo sólido e líquido, sendo necessária, como primeira etapa do tratamento, a separação destes dois.

Como exemplo podemos tomar a suinocultura, os seus dejetos representam uma fonte rica em Nitrogênio e Fósforo, podendo ser tratado como fertilizante, porém também constitui uma fonte com alta DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), que está diretamente ligada ao grau de poluição.

2.8 Legislação para uso de água residuária

A legislação brasileira estabelece padrões de qualidade para água potável na Portaria 1.469/2000 do Ministério da Saúde. Em relação ao reuso de água, a legislação em vigor (Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei 9.433/1997) ao instituir os fundamentos de gestão de recursos hídricos, cria condições jurídicas e econômicas para a hipótese do reuso de água como forma de utilização racional de preservação ambiental.

Entretanto a Norma Brasileira NBR 13969 (ABNT, 1997) estabelece a necessidade de tratamento de efluentes e o seu devido reuso, desde que os efluentes gerados sejam de origem doméstica ou tenham características similares. A seguir são apresentados os graus de tratamento relativo ao reuso estabelecidos pela norma:

Classe 1 – Lavagem de carros e outros usos que requeiem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes. Turbidez inferior a cinco NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez); coliforme fecal inferior a 200NMP (Número Mais Provável) /100 ml; sólidos dissolvidos totais inferiores a 200mg/l; pH entre 6,0 e 8,0; cloro residual entre 0,5mg/l e 1,5mg/l.

Classe 2 – Lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, exceto chafarizes. Turbidez inferior a cinco NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez); coliforme fecal inferior a 500NMP (Número Mais Provável) /100 ml; cloro residual superior a 0,5mg/l.

Classe 3– Reuso nas descargas de vasos sanitários. Turbidez inferior a 10 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez); coliforme fecal inferior a 500NMP (Número Mais Provável) /100 ml.

Classe 4– Reuso em pomares, cereais, forragens para gados e outros cultivos através do escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. Coliforme fecal inferior a 500NMP (Número Mais Provável) /100 ml; e oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/l. (as aplicações devem ser interrompidas pelo menos dez dias antes da colheita).

A Resolução 430/2011 do CONAMA de 13 de maio de 2011 estabelece questões acerca da contaminação das águas superficiais, subterrâneas e dos cursos d'água, estabelecendo qualidade para esta descarga. Não há regulamentação quanto às demais questões, sendo, portanto, superficial e incompleto.

Segundo a Resolução 54 CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos) de 28 de novembro de 2005, (BRASIL, 2006), foi estabelecido:

- Que o reuso de água se constitui em prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos;
- A escassez de recursos hídricos observada em certas regiões do território nacional, a qual está relacionada aos aspectos de quantidade e de qualidade;
- A elevação dos custos de tratamento de água em função da degradação de mananciais;
- Que a prática de reuso de água reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade, e que a prática de reuso de água reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

Também nesta resolução foram instauradas algumas modalidades de reuso:

- Reuso para fins urbanos: irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;
- Reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;
- Reuso para fins ambientais: utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

- Reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais; e,
- Reuso na aquicultura: utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

Em termos legislativos e regulamentadores o Brasil ainda se encontra em atraso. As políticas que permeiam tanto a questão água como a questão água de reuso, não acompanham a forte tendência e necessidade de se atualizar nesse âmbito. A falta de leis para estas questões acarreta em escassez do recurso, contaminação das reservas subterrâneas e superficiais e quando se trata de reuso há grande possibilidade de que se pratique de forma inadequada, podendo contaminar a água potável com a água a ser tratada e reutilizada, contaminação do meio ambiente, risco à saúde e dificuldade quanto à regulamentação ambiental.

2.9 Perspectivas de uso da água residuária em irrigação de espécies cultivadas

As principais perspectivas para o crescimento da utilização de água residuária no Brasil, seja para espécies cultivadas, seja para uso paisagístico, são a escassez do recurso, a conscientização ambiental e o potencial econômico considerando a riqueza nutricional da água de reuso e a economia gerada a partir da reciclagem deste.

Para culturas de maior expressão já há grande avanço no quesito reaproveitamento de água. Vários agricultores passaram a reconhecer o grande potencial da água de reuso, como advinda da suinocultura, bovinocultura e já estão integrando sistemas de tratamento para estas em suas propriedades para que seja possível fazer o seu reuso. Está água é rica em nutrientes, como fósforo e nitrogênio, portanto diminui o emprego de fertilizantes químicos nas lavouras. Ao utilizar deste recurso há economia considerável no consumo de água potável. Esse efluente que seria descartado nos cursos d'água agora será tratado e reutilizado.

Configuram alternativas para efluentes que podem ser reutilizados na agricultura: efluentes de curtume, avicultura, bovinocultura, suinocultura, indústrias em geral, indústrias suco-alcooleira, esgotos domésticos, e muitos outros. O crescimento dessa modalidade depende muito de conscientização ambiental para com o recurso água, assistência técnica para divulgação e auxílio junto aos agricultores e regulamentação, leis quanto a esse modelo.

Na configuração urbana também são inúmeras as vertentes para crescimento da utilização deste recurso. O quesito economia ainda é o que mais impacta a população, neste sentido temos economia do recurso água potável e também economia financeira, visto que ao fazer o reuso diminui-se o consumo de água potável. A reutilização no meio urbano tem uma abrangência infinita, industrial, comercial, residencial. Dentro de cada um destes podemos destrinchar outras inúmeras.

3 CONCLUSÃO

Com o presente trabalho é possível concluir que o Brasil ainda caminha a passos lentos com relação ao reuso de água residuária, principalmente no âmbito irrigação para paisagismo, que engloba a questão urbana, legislação, conscientização e mecanismos para tratamento desse efluente. Em se tratando da questão agrícola podemos considerar um avanço um pouco maior, pois já temos consideráveis estudos que demonstram a usabilidade deste. Na literatura é possível encontrar vários exemplos de agroindústrias que já promovem o tratamento de seus efluentes para possibilitar a sua reutilização. Efluentes da agroindústria de produção animal são uma tendência devido sua alta qualidade nutricional (ricos em matéria orgânica, nitrogênio e fósforo), e também a seus efeitos maléficos quando descartados no meio ambiente sem tratamento prévio, em grande parte das vezes necessitando até mesmo de incineração.

As pesquisas, publicidade e incentivo quanto ao reuso da água urbana devem sofrer um aceleração, pois estas precisam crescer num nível maior do que o consumo de água potável. Considerando a água potável um recurso finito e não renovável, essas medidas precisam sofrer um “boom”, e serem adotadas por maioria da população. Se torna fator básico reutilizar a água da lavagem da roupa, economizar água durante o banho e lavagem da louça, então passemos para o próximo passo, vamos reutilizar a água descartada. Assim como já é realidade em alguns empreendimentos em Goiânia (Ex: Terra Mundi Jardim América), façamos com que se torne regra para a maioria. O tratamento da água para possível reutilização para fins menos nobres (lavagem de pisos e garagens, irrigação, etc) acarreta benefícios em cadeia, começando pela economia do recurso “água” e do recurso “dinheiro”.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527** dispõe: Água de chuva, aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Brasília, 2007.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969** dispõe: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. 1997.

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de edições técnicas, 1997.

ÁGUA. **Consumo de Água no Brasil e no Mundo**. 2002. Disponível em: <<http://www.aguaweb.com.br>>. Acesso em: 02 de nov. de 2018.

BARROS, F. G. N. Água: um bem econômico de valor para o mundo. In: **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v. 4, n. 1, p. 75-108, jan-abr/2008, Taubaté, SP, Brasil.

BRASIL. **LEI Nº 9.433/1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 25 de outubro de 2018.

CARVALHO, N.L. Tecnologias para reutilização de águas residuais. In: **Revista Gestão e Desenvolvimento em Contexto**. Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta -RS, 2014

COSTA, D. M. A; BARROS JUNIOR, A.C. **Avaliação da necessidade do reuso de águas residuais**. CEFET-RN. Natal-RN, 2005.

DANTAS, A.L.I; FACCIOLI, G.G; MENDONÇA, C.L; NUNES, P.T; VIEGAS, A.R.P; SANTANA, G.O.L. **Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.)**. *Revista Ambiente e água*, v,9, 2014, pp. 109-117.

MEDEIROS, S.S; SOARES, A.A; FERREIRA, A.P; NEVES, L.C.J; MATOS, T.A; SOUZA, A.A.J. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo das alterações químicas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v,9, n.4, p. 603- 612, 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria 1.469/2000**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 janeiro 2000.

MONTE, H.M. **Reutilização de águas residuais**. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, 2010.

MORELLI, E. B. **Reuso de água na lavagem de veículos**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-29072005-140604/>>. Acesso em 07 de outubro de 2018.

OTENIO, M.H. **Reaproveitamento de águas residuárias em sistemas de produção de leite**. Cap 7, 21p. 2015.

SANTOS, H. F. Critérios de Qualidade da Água para reuso. In: **Revista DAE**.Ed. 174. Dezembro, 1993.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. Navegar Editora, São Paulo, 2ª ed., 180p. 2005.

TUCCI, C.E.M. Água no meio urbano. In: **Água Doce**. Editora da Universidade ABRH. Curitiba-PR, 1997.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

ÁGUA RESIDUAL PARA SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

RIBEIRO, Isabela Costa¹; MARQUES, Miriam Almeida²

¹Aluna do curso de Agronomia do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANAHANGUERA.

²Professora orientadora Dra. do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

O reuso de água é um processo que já vem sendo praticado a bastante tempo, seja de forma simples, como utilizar a água da lavagem das roupas para outros afazeres domésticos, seja de forma especializada, após tratamento do efluente como faremos em sistemas de irrigação com água de reuso. Este processo nos permite inúmeros benefícios, dentre eles econômicos e ecológicos, e se torna tendência para praticamente todo descarte de efluente, considerando a questão atual “água”, sua escassez e a pressão de consumo em cima da mesma. Algumas questões ainda são entraves para a aplicação desta modalidade, podemos citar a legislação, na verdade a falta dela. No Brasil somos extremamente deficitários em legislação para a questão água, as leis que a regem são por vezes antigas, desatualizadas e não acompanham a pressão de consumo em cima deste recurso. Estas deveriam acompanhar o panorama para que se possa proteger o recurso e buscar alternativas acerca destes. Seja por falta de legislação, seja por falta de incentivos, o Brasil ainda precisa evoluir muito no quesito reuso de água, há inúmeras possibilidades para este e já vemos vários outros países que promovem esta prática.

PALAVRAS-CHAVE: Água. Irrigação. Reuso.