Multiciência Online
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Santiago
ISSN 2448-4148

Benefícios versus malefícios do uso da irrigação em áreas agrícolas

Lucas José Trombetta[1], Genesio Mario da Rosa[2], Ricardo Turchetto[3], Gabriel Baraldi Volpi[4], Sinara Barros[5]

[1] Engenheiro agrônomo, mestrando no Programa de Pós Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente pela Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen. E-mail: lucasjosetrombetta1@gmail.com

[2] Engenheiro agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria. Docente dos cursos de Engenharia Florestal, Agronomia e no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen. E-mail: genesiomario@yahoo.com.br

[3] Engenheiro agrônomo, mestrando no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen. E-mail: ricardoturchetto10@gmail.com

[4] Químico industrial, mestrando no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen. E-mail: gabrielbvolpi_189@hotmail.com

[5] Acadêmica do X semestre no curso de agronomia da Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen. E-mail: sinarabarros@yahoo.com.br

RESUMO

O aumento na demanda por alimento, influenciado pelo aumento da população mundial, tornou áreas que antes eram consideradas inapropriadas para agricultura, em função da pouca disponibilidade hídrica, em área com um bom potencial produtivo com o auxílio da irrigação. Este trabalho buscou ressaltar a importância do manejo e da qualidade da água para a irrigação na agricultura, a qual muitas vezes não é levada em consideração pelos produtores irrigantes, deste modo, causando consequências indesejáveis na condução de lavouras comerciais ou até mesmo servir como veículo para contaminação de pessoas ou animais, quando estes consumirem alimentos que foram irrigados com água contaminada. Quando a irrigação não é realizada de maneira correta todos os métodos de irrigação têm o potencial de gerar impactos no meio ambiente, como: risco de degradação do solo, modificações químicas e físicas de corpos da água, contaminação por agroquímicos, etc. Para que se tenha uma boa produção nas áreas agrícolas, a água é um dos fatores primordiais para que as necessidades fisiológicas das plantas sejam atendidas. Nesse sentido, quando a irrigação é utilizada e realizada dentro dos padrões técnicos a mesma é capaz de propiciar o aumento da produtividade das áreas irrigadas em 2,5 a 3,0 vezes e permite maior eficiência dos fertilizantes. Portanto, não se pode admitir que no uso da irrigação esteja intrínseca a poluição das águas ou a degradação das águas, pelo contrário a irrigação vem como uma técnica que busca maximizar a produtividade das áreas já existentes, garantindo a demanda por alimento para as populações de forma sustentável.

Palavras-chave: Irrigação. Lixiviação. Perdas de Nutrientes.

ABSTRACT

BENEFITS AND MALFUNCTIONS OF THE IRRIGATION TECHNIQUE

The increase in the demand for food, influenced by the increase of the world population, made areas that previously were considered inappropriate for agriculture due to the low water availability in an area with a good productive potential with the aid of the irrigation technique. This work seeks to emphasize the importance of water quality for irrigation in agriculture, which is often not taken into account by irrigating producers, thus causing undesirable consequences in the conduct of commercial farming or even serve as a vehicle for contamination of people or animals when they consume food that has been irrigated with contaminated water. When irrigation is not performed correctly all irrigation methods have the potential to generate impacts on the environment, such as: risk of soil degradation, chemical and physical modifications of water bodies, contamination by agrochemicals. In order to have a good production in the agricultural area, water is one of the key factors for the physiological needs of the plants to be met. In addition, when irrigation is performed within the technical standards, it is capable of increasing the productivity of the areas irrigated in 2.5 to 3.0 times and allows greater fertilizer efficiency. Therefore, it can not be seen as a view that pollution is intrinsic to irrigation, on the contrary, irrigation comes as a technique that seeks to maximize the productivity of existing areas, guaranteeing food for the population without having to destroy our forests and closed areas.

Keywords: Irrigation. Contamination. Nutrient Loss.

1- INTRODUÇÃO

O aumento na demanda por alimento, influenciado pelo aumento da população mundial, têm com o auxílio da irrigação a possibilidade de uso de áreas que antes eram consideradas inapropriadas para agricultura em função de uma disponibilidade hídrica, tornaram-se viáveis para a produção agrícola e, outras que já estavam sendo cultivadas, com o uso desta técnica, passaram a produzir em escala intensiva, sendo que segundo a FAO (2008), há necessidade de aumentar a produção de alimentos em 50% até o ano de 2025.

Segundo dados da Agência Nacional de Águas (2013), são 5,5 milhões de hectares irrigados no país. As culturas com mais áreas irrigadas são cana-de-açúcar

(*Saccharum officinarum* L.) 1,7 milhões de hectares, arroz (*Oryza sativa*) 1,1 milhões de hectares, soja (*Glycine Max*) 624 mil hectares, milho em grão (*Zea mays*) 559 mil hectares e o feijão de cor (*Phaseolus vulgaris* L.) 195 mil hectares. O estado que concentra a maior área de lavouras irrigadas é o Rio Grande do Sul, com 984 mil hectares, seguido por São Paulo (770 mil hectares), Minas Gerais (525 mil hectares), Bahia (299 mil hectares) e Goiás (270 mil hectares). O Rio Grande do Sul destaca-se dos demais estados, principalmente, devido à cultura do arroz irrigado que utiliza o método de irrigação por inundação.

Com o aumento das áreas irrigadas surgem outras preocupações como a perda de nutrientes e a degradação dos recursos naturais principalmente ligados ao solo e a água. Tendo como foco a preocupação com a qualidade do meio ambiente, a água de irrigação utilizada na agricultura passa a ser um ponto importante, pois pode influenciar na contaminação tanto do solo como do lençol freático, o qual abastece de água as cidades e as residências no meio rural (Assouline, 2015). Segundo Chowdary et al. (2005), a irrigação agrícola é considerada um dos maiores responsáveis pela poluição dos lençóis freáticos levando em conta que os agroquímicos e fertilizantes são intensamente utilizados e, através da água da irrigação, os mesmos podem ser lixiviados ou por escoamento superficial serem carregados para os aquíferos ou mananciais superficiais.

Neste contexto, um dos íons que se destaca é o nitrato, uma forma inorgânica do nitrogênio (N). Este íon por possuir uma carga negativa, torna-se muito dinâmico no solo já que o mesmo possui a mesma carga elétrica dos coloides do solo, sendo facilmente lixiviado no solo pela má condução da irrigação, deslocando-se para fora do alcance radicular das plantas, podendo assim atingir águas subterrâneas (Zhou et. al, 2016).

A qualidade de água para irrigação é de suma importância, pois a sua não observância e o uso de água sem a qualidade ideal pode desencadear outros problemas como a salinização do solo em áreas mais áridas, devido, principalmente, a evapotranspiração, acumulando no solo os sais contidos na água de irrigação (Aragüés et. al, 2015).

Neste ponto é importante salientar que a qualidade da água geralmente é definida tendo como base três parâmetros que são: toxicidade, sodicidade e salinidade em sentido restrito (De almeida, 2010). O grupo de características a

serem levadas em consideração na análise da qualidade da água para irrigação deve contemplar padrões químicos, biológicos e físicos. Para as características químicas da água normalmente são avaliados: Condutividade Elétrica (CE), Potencial Hidrogeniônico (pH), Total de Sais Dissolvidos (TSD), íons como: Sódio (Na^{+}), Potássio (K^{+}), Cálcio (Ca^{++}), Magnésio (Mg^{++}), Cloretos (Cl^{-}), Sulfatos (SO_4^{++}), Carbonatos (CO_3^{--}) e Bicarbonatos (HCO_3^{--}). Também recomenda-se analisar o íon Boro (B^{+}), em relação a sua toxidade.

Entendendo-se a importância do uso da água na irrigação, tanto para manutenção da produção como para o aumento da produtividade, busca-se dessa forma, analisar e debater sobre as perdas de nutrientes, uso de água sem qualidade para irrigação e os impactos ambientais tanto no solo como nas águas subterrâneas pelo mau uso da técnica de irrigação.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.3- Reutilização de águas para irrigação, benefícios e malefícios

A utilização de águas residuárias domésticas, urbanas e industriais vem sendo utilizada para irrigação (Almeida, 2010) sendo que estas são disponíveis de certa maneira, de forma constante, ou seja, mesmo em tempos de escassez de água, os resíduos de esgotos e indústrias estão em quantidades abundantes em nosso meio. Além da abundância deste tipo de água, outro ponto importante a considerar, é que geralmente são ricas em nutrientes primários tais como N, Fósforo (P) e micronutrientes que são necessários para as plantas, tais como ferro, manganês, cobre, zinco, molibdênio, boro e cobalto (Chen et al, 2013). Além disso, contém substâncias orgânicas biodegradáveis e microrganismos que são benéficos ao solo.

Segundo Cintra Filho et al. (2013), que utilizou para irrigação água de uma represa de efluente sanitário, de uma estação de tratamento de esgoto, para a produção de eucalipto, o autor verificou que não houve contaminação de águas próximas as áreas de irrigação por *Escherichia coli*, microrganismo normalmente presente em águas residuais de efluentes sanitários. Em relação a metais pesados, foram observados valores menores do que os limites de quantificação, pois o efluente possuía origem doméstica. Em relação ao nitrato também não foi verificado

níveis acima do permitido nas soluções lixiviadas, somente em um tratamento onde o autor aplicou 1,5 vezes mais efluente do que a necessidade hídrica da cultura ocorreu uma elevação no teor de nitrato. Com esses resultados o autor afirma que não houve problemas sanitários com as quantidades de nitrato, metais pesados e coliformes fecais que pudessem prejudicar a qualidade das águas subjacentes com a utilização da água residuária para irrigação da cultura.

A utilização de águas residuais tratadas para a irrigação também propiciam uma diminuição nos custos referentes a fertilizantes químicos devido a quantidade importante de nutrientes nesse tipo de água, principalmente tratando-se de P e Potássio (K) (Tran, 2016).

Em estudo realizado por Hespanhol (2002), o autor determinou valores de qualidade à água residuária para utilização na agricultura, sendo eles: possuir um pH oscilando entre 6,0 e 8,5 e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de até 100 $mg.l^{-1}$, sendo que para culturas que serão consumidas cozidas a DBO deve ser de até $30mg.l^{-1}$ e para culturas que serão consumidas cruas até 10 $mg.l^{-1}$ de DBO.

No entanto, segundo Ucker (2013), a utilização de águas residuárias de maneira inadequada é uma fonte com alta probabilidade de causar problemas ambientais, mesmo após serem tratadas nas estações de tratamento de esgoto, onde as mesmas geralmente recebem um tratamento mais simplificado dos resíduos gerado pelas indústrias ou até mesmo pela população, ou seja, os contaminantes desses resíduos não são totalmente removidos, destacando que dificilmente é possível remover totalmente o Cloreto de Sódio ($NaCl^{++}$) contido nessa água.

O uso intensivo da irrigação com águas residuais de esgotos domésticos, segundo Alves (2015) propicia uma eluição de argila dispersa na camada de 0-20 centímetros (cm) do solo, deste modo causando uma obstrução nos poros e uma redução na porosidade do mesmo nas camadas de 20-40 cm e 40-60 cm. Em relação à microporosidade, o autor não verificou nenhuma interferência na utilização das águas residuais. Ainda obteve resultados positivos em relação à fertilidade do solo, devido aos componentes orgânicos, principalmente os que possuem baixo peso molecular, além de ter promovido o aumento na atividade microbiana, consequentemente, ocorrendo um estímulo nas taxas de decomposição da matéria orgânica com o aumento da porcentagem de água reutilizada em relação à água limpa, resultados estes, semelhantes aos obtidos por Dos Santos et al. (2018) que

afirmam que as parcelas de solo que foram irrigadas pelo efluente doméstico tratado obtiveram um acréscimo na soma de bases, na CTC desse solo e também gerou um aumento no teor de matéria orgânica do solo.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2005), faz a classificação dos corpos de água e para que as mesmas possam ser destinadas. O CONAMA elaborou tabelas que indicam qual o valor limite de determinados parâmetros que a água utilizada na irrigação deve conter para evitar sanções aplicadas aos produtores irrigantes, quando feitas as fiscalizações.

2.4- Malefícios da irrigação

De modo geral, todos os métodos de irrigação têm o potencial de gerar impactos no meio ambiente, sendo eles intrínsecos (risco de degradação do solo, favorece o ataque de determinadas doenças e pragas que antes não eram significativas neste local, em função da alteração do micro clima no dossel e modificações químicas e físicas de corpos da água) e extrínsecos (contaminação por agroquímicos e mudanças na cobertura vegetal através da expansão da área irrigada) (Matos, 2010).

Quando da utilização de um método de irrigação em uma propriedade uma das preocupações, tanto do produtor irrigante quanto dos técnicos responsáveis pelo projeto, é o levantamento dos prós e os contras que essa técnica trará para a propriedade, principalmente em relação ao solo e seus corpos hídricos. Michelon et al. (2007), tratam de um problema comum em áreas irrigadas com pivô central no Rio Grande do Sul que é a compactação do solo, os autores afirmam que áreas irrigadas demonstram uma redução na macroporosidade nas camadas superficiais em relação às camadas do solo mais profundas (das áreas que os autores avaliaram 66,5% apresentaram compactação na camada superficial), obtendo valores de 0,074 $dm.dm^{-1}$. No entanto, De Godoy et al. (2015) afirma que o valor limite de macroporosidade para o solo é de 0,10 $m^3\ m^{-3}$, abaixo deste valor resulta em uma baixa disponibilidade de oxigênio, e consequentemente, ocorre uma diminuição de energia gerada pela planta.

2.4.1- Salinização do solo

A salinidade contida na água pode interferir tanto no solo quanto no crescimento das plantas que são irrigadas. Levantamentos realizados na região Nordeste do Brasil apontam um aumento na área salinizada, onde cerca de 25% das áreas que utilizam sistemas de irrigação, apresentam problemas de salinização (Rodrigues et. al, 2017).

O Sódio tem a capacidade de afetar diretamente as propriedades do solo com os processos de expansão e dispersão, através da interação da carga positiva do Sódio e as cargas negativas existentes na argila. Com a elevação da concentração de Sódio ocorre um aumento na mobilidade eletroforética das plaquetas de argila gerando uma dispersão e expansão nas argilas, posteriormente impactando na permeabilidade do solo (Toze, 2006). Além do mais, segundo Schossler (2012), o excesso de Sódio no solo proporciona sua desestruturação, aumento na densidade e redução da infiltração da água no solo. Além dos problemas ocasionados no solo, a salinidade também afeta as plantas, tanto no seu desenvolvimento quanto na germinação. Neste sentido, Coelho et al (2014), afirma que há uma queda na porcentagem de germinação das sementes de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) associado ao aumento da quantidade de Sódio acima de 10 dS m^{-1} e inibição total da germinação em índices de salinização superiores a 12,5 dS m^{-1}. Quando o índice de salinização ultrapassou 3,5 dS m^{-1}, ocasionou reduções significativas no comprimento das raízes devido a absorção direta dos sais, deste modo originando um efeito iônico sobre o protoplasma.

Em estudo realizado por Camelo (2011), o autor observou atraso na germinação das sementes e no estabelecimento de plântulas de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale*), associado ao aumento da salinidade no substrato, em decorrência da redução na absorção de água pela semente, devido ao potencial osmótico do meio onde a mesma se encontrava. O autor ainda verificou um retardamento no crescimento das plântulas devido ao grande acúmulo de íons Na^+ e Cl^- nos cotilédones das plântulas, deste modo ocorrendo inibição nos processos bioquímicos na mobilização das reservas deste órgão, ou seja, ocorre uma inibição na depleção das reservas cotiledonares, assim contribuindo para um menor crescimento do eixo embrionário.

Em outro estudo, De Assis (2012), cita que além de problemas na germinação, o excesso de salinidade no solo também afetou plantas adultas da

cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). O autor demonstrou que o número de capulhos por plantas sofreu redução linear em resposta ao aumento da salinidade gerando efeitos negativos a partir da salinidade 3,5 $dS.m^{-1}$, obtendo resultado muito próximo aos observados por Jácome et al. (2003). Além disso, o mesmo verificou um decréscimo significativo na produção de fibra e sementes quando a salinidade ultrapassa o valor de 3,5 $dS\ m^{-1}$. O autor afirma ainda que o peso de 100 sementes também sofreu influência com aumento da salinidade, sofrendo um decréscimo no peso de 0,54 g (para 100 sementes) para cada aumento unitário da condutividade elétrica.

2.4.2- Erosão do solo

Outro efeito indesejado que a irrigação é capaz de originar quando é realizada de maneira negligente é o processo de erosão, que torna horizontes do subsolo expostos. Segundo Dechen et al. (2015), a erosão causa perdas de produtividades, pois esses subsolos possuem características físicas e químicas menos produtivas, aumenta a compactação e vedação dos poros reduzindo a infiltração de água, dificulta o enraizamento das plantas, além de limitar a fertilidade natural deste solo e, com isso aumentando os custos com fertilizantes, ou seja, reduz os lucros pela menor produtividade e aumenta os custos de produção.

Em trabalho realizado por Raeisi-Vanani et. al. (2017), os autores verificaram a influência da irrigação por sulcos com o uso de água limpa, águas residuais e águas residuais magnetizadas na erosão do solo. Os resultados indicaram que a irrigação com águas residuais e águas residuais magnetizadas causou menor erosão no sulco que a água limpa, pois a magnetização da água proporcionou maior infiltração, reduzindo o escoamento superficial, consequentemente, à erosão. Com a magnetização da água, as moléculas sofrem influência das forças de Van der Waals e das ligações de hidrogênio, deste modo tornando a água mais coesa e facilitando a ligação dessa com as partículas do solo, ocorrendo uma melhor infiltração de água no solo (Mostafazadeh-fard, 2012).

2.4.3- Escoamento superficial, eutrofização da água e contaminação da água

ISSN 2448-4148

Segundo Pruski et. al. (2011), o escoamento superficial faz parte do ciclo hidrológico, sendo que o mesmo corresponde na mobilidade da água na superfície do solo, e este é oriundo de dois fatores, sendo eles: fatores agroclimáticos (quantidade e intensidade da precipitação, cobertura e tipos de uso do solo e a evapotranspiração que também contribui na remoção de água do solo) e fatores fisiográficos (declividade e tamanho da área, quanto maior a declividade da área maior tende a ser o escoamento superficial). Também associado a isso está a textura do solo que a área apresenta, ou seja, um solo arenoso possui uma maior capacidade de infiltração reduzindo o escoamento superficial, no entanto, um solo argiloso possui baixa capacidade de infiltração, com isso favorece o escoamento superficial e o araste de partículas, quando essas partículas atingem os corpos hídricos causa o que podemos chamar de eutrofização que é o termo que se refere ao enriquecimento de nutrientes em corpos de água, principalmente fosfatos e nitratos, que geram grande proliferação de algas e plantas aquáticas. A reversão desses processos ou a eliminação de suas causas, quando se trata de contaminação de corpos de água, por menor que seja a presença dos contaminantes no corpo hídrico, pode abranger grandes áreas e, assim, muitas vezes não é possível distinguir a origem do contaminante.

Neste mesmo sentido o uso intensivo de pesticidas e fertilizantes na agricultura, quando usados sem critérios e de maneira incorreta, contribui, de maneira direta e/ou indireta, para a contaminação dos mananciais de água por substâncias orgânicas e inorgânicas. Os principais nutrientes responsáveis pela contaminação das águas, no setor agrícola, segundo De Resende (2002), são N e P. Sabendo disso, Basso (2005) testou diferentes doses de dejeto líquido de suíno. O autor verificou que com o aumento da dose aplicada do dejeto, consequentemente, ocorre um acréscimo de nitrato na água percolada, sobretudo logo após a aplicação. Segundo o autor, o aumento da dose de dejeto não gerou resultados significativos na concentração de P da água percolada. Sendo assim, as concentrações de P não ultrapassam o limite máximo permitido, deste modo não geram danos a qualidade da água. No entanto, as concentrações de nitrato na água percolada observados, ficaram acima do limite máximo estipulado para qualidade de água que é de 10 mg/L^{-1} (CONAMA, 2005).

Nas atividades industriais os principais contaminantes são os micronutrientes, pode-se citar entre eles: o zinco, o cádmio (Cd) e o manganês, em estudo Hamed et al. (2013) analisou a qualidade da água do Lago Manzala no Egito, o qual é rodeado por áreas agrícolas e industriais. Nas análises feitas na água foram encontrados valores médios de Mn de 0,72mg.l^{-1}, efeito oriundo, segundo o autor, das drenagens das lavouras e o escoamento superficial do excesso de irrigação que leva consigo fertilizantes. Em relação ao elemento Cd foram encontrados valores médios de 0,057 mg.l^{-1} originado pelo escoamento superficial das áreas industriais, mostrando com grande clareza que o Lago Manzala está altamente contaminado por Mn, Cd, entre outros elementos devido a descarga de poluentes nas áreas ao redor do mesmo.

O excesso de P gera certos desequilíbrios nos corpos de água alterando o ecossistema aquático causando o processo de eutrofização, onde o mesmo pode gerar uma diminuição da penetração de luz na água, e redução na quantidade de oxigênio. Para esse elemento o limite máximo permitido em água é de 0,15 mg/l^{-1} (CONAMA, 2005). Para o Ministério da saúde (2011) o nitrato é o maior contaminante das águas, se tratando de nitrogênio ligado a agricultura, devido ao mesmo ser um ânion e possuir ligações com as cargas positivas dos colóides muito fracas, assim ficando livre na solução do solo propenso a sofrer o processo de lixiviação ocasionado pela chuva e também pela irrigação.

Além da eutrofização dos corpos de água, pode ocorrer a contaminação dos mesmos por pesticidas quando a irrigação é realizada de maneira incorreta. Em estudo realizado por Erkossa et al. (2015), os mesmos avaliaram as perdas de nutrientes essenciais através do escoamento superficial e erosões ocorridas na bacia hidrográfica do Nilo Azul. Após as análises foram obtidos valores médios de predas de sedimentos de solo de 4011,5 kg ha^{-1}, e aliado a isso, perdas de nitrogênio com valores de 14 kg ha^{-1} e de fósforo 6,8 kg ha^{-1}, que são carregados para as águas superficiais contaminando as mesmas e também gerando danos a renda dos agricultores.

Pensando em quantificar o potencial de contaminação de pesticidas ocorrida pela irrigação incorreta, Davis et al. (2013) em trabalho realizado em Burdekin na Austrália (região que se destaca pela produção de cana de açúcar) acompanharam o escoamento superficial das lavouras produtoras de cana de açúcar que utilizam o

sistema de irrigação por sulcos (em sua grande maioria sem o uso do manejo correto de irrigação), principalmente do segundo dia até o sexto dia após a aplicação de herbicidas pré-emergentes, e herbicidas em pós-emergência, sendo detectadas as seguintes perdas dos herbicidas por escoamento superficial: Diuron (0,03 a 1,9% do princípio ativo aplicado (PAA)), Atrazina (0,7 a 2,6% do PAA), Ametryn (1,5 a 6,4% do PAA) e 2,4-D (0,5 a 3,4% do PAA). Sendo assim, os autores constataram existir um risco potencial de contaminação do ecossistema através da aplicação dos herbicidas e a imediatas aplicações de água via irrigação superficial, agravada ainda pela aplicação incorreta das quantidades necessárias, favorecendo assim, o movimento substancial de herbicidas para fora do local de aplicação, pelo escoamento superficial do excesso de água aplicada e por lixiviação, que carrega consigo traços dos pesticidas aplicados para o interior do solo.

2.4.5- Perdas de nutrientes por irrigação

Quando os nutrientes estão na forma orgânica não são absorvidos pelos vegetais, os mesmos devem passar por um processo denominado mineralização, para que dessa forma estejam disponíveis para as plantas. Quando os nutrientes são disponibilizados no solo de maneira mineral, o mesmo se solubiliza na fase líquida do solo, liberando cargas positivas e negativas, podendo ser adsorvido pelas partículas do solo, ou ficar livre na solução do solo, onde o mesmo pode ser absorvido pelas plantas ou lixiviado, quando se tem um excesso de água no solo (Pavinato, 2008, Werle, 2008).

As perdas de nutrientes pelo uso da irrigação, na cultura do arroz têm sido bastante estudadas. Em trabalho realizado pelo De Oliveira Machado (2006), o mesmo avaliou o consumo de água em diferentes sistemas de cultivos e potencial contaminante na drenagem inicial da lavoura no arroz irrigado, através da perda de nutrientes na água de drenagem. Os dados obtidos pelo autor mostraram que o consumo de água na lavoura não foi influenciado pelo sistema de cultivo adotado. No entanto, o trabalho indicou que ocorrem perdas de nutrientes quando da drenagem inicial da água, sendo que as maiores quantidades encontradas são de Cálcio (Ca) (6,19 $mg.L^{-1}$) e K (5,59 $mg.L^{-1}$), posteriormente de Magnésio (Mg) (3,83 $mg.L^{-1}$), $N\text{-}NH_4^+$ (2,97 $mg.L^{-1}$), $N\text{-}NO_3^-$ (1,12 $mg.L^{-1}$) e em quantidades menores o P (0,10 $mg.L^{-1}$). Ainda o autor ressalta que o tipo de preparo de solo influencia na

quantidade de nutrientes perdido pela drenagem inicial (se os nutrientes estiverem incorporados ao solo as perdas serão menores na drenagem) e que a adubação feita após a drenagem poderia ser uma forma de corrigir esse problema.

Em outro estudo na rizicultura, Marchezan (2001) desenvolveu um trabalho de mensuração das perdas de nutrientes que ocorrem com a irrigação e posteriormente drenagem inicial das lavouras. Depois de realizada a drenagem foi avaliada a água de irrigação retirada da lavoura e constatou-se que a incorporação ou não incorporação do adubo não influenciou na perda de nutrientes pela drenagem da água, e sim a época de aplicação do mesmo. A época de aplicação do adubo que mais proporcionou perdas de nutrientes foi a aplicação efetuada cinco dias antes da semeadura, principalmente, de K que resultou em uma perda de 9,55 $mg.L^{-1}$ de água drenada. Para as perdas de $N\text{-}NH_4$ os maiores valores encontrados foram quando foi aplicada a ureia de 10 e 25 dias após a semeadura.

Pensando nesse problema de perdas de nutrientes pela irrigação, não somente na rizicultura, mas também em outras culturas, Thorburn (2011) em trabalho que objetivou verificar a perda de N por escoamento superficial e lixiviação em lavouras de cana de açúcar, através da aplicação de diferentes lâminas de irrigação. As lâminas de irrigação utilizadas foram de 50 mm, 80 mm, 110 mm e 150 mm. O autor verificou que quando é aplicada uma menor quantidade de água por irrigação e, esta ocorrer com mais frequência, ocorre uma menor perda de nitrogênio, do que quantidades altas de água por irrigação e, esta ocorrer com menos frequência. Após quantificar as perdas do nutriente, obteve os seguintes valores de perdas de nitrogênio: em solo com textura mais fina uma perda de 3% a 16% do fertilizante aplicado e em solos com textura mais grossa houve uma perda de 76% do fertilizante aplicado na lavoura, em decorrência do escoamento superficial. Resultados semelhantes foram obtidos por Bengtson et al. (1998) e Kee Kwong et al. (2002).

Em relação a perdas de nutrientes em profundidade no solo, Rosolem (2006) desenvolveu um trabalho sobre lixiviação de K, em um Latossolo Vermelho distroférrico de textura média, através da aplicação de diferentes lâminas de água utilizando um simulador de chuvas. O autor afirma que uma lâmina de água de 10 mm foi o bastante para lavar o K, em sua maioria contido nos restos vegetais do milheto (*Pennisetum glaucum*), e com uma lâmina de 30 mm ocorreu a lixiviação de

149 Kg.ha^{-1} (restos vegetais mais a adubação recomendada). O teor de K trocável em função da chuva simulada aumentou significativamente nas camadas do solo até quatro centímetros (cm) de profundidade (resultado obtido somente com os restos culturais, sem a adubação) e de oito cm, quando realizada a adubação potássica.

Em outro estudo de lixiviação de nutrientes, Islan et al. (2014) avaliaram as perdas de nutrientes por lixiviação em um solo franco-arenoso com condição de água parada contínua. Os autores verificaram que as perdas de N e P no cultivo do arroz foram bastante significativas, resultando uma perda total de N que variou de 41,6, 38,3, 29,1, 33,5 e 28,7% do N aplicado nos 5 tratamentos respectivamente. Para o nutriente P as perdas foram de 3,52, 3,52, 1,08, 1,36, e 1,88% do P aplicado respectivamente para os cinco tratamentos.

3- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com uma percepção direta dos problemas ambientais pode-se inferir que, a má condução da irrigação ocasiona, alterações nas concentrações de substâncias dissolvidas na água, em lavouras e com isso, a água adquire restrições por contaminação, para voltar aos mananciais e águas subterrâneas. No entanto, se o produtor irrigante utilizar técnicas de conservação do solo como sistema de plantio direto tende a reduzir a erosão, evitando o transporte de sedimentos com partículas de fertilizantes ou defensivos que iriam contaminar os corpos de água. A adoção dessas medidas traria resultados positivos tanto econômicos como sociais, pois quando o manejo do solo e o uso correto da técnica da irrigação são realizados respeitando os métodos e os sistemas que a área e a cultura comportam, aplicando a quantia de água que a planta necessita, aliado a bons manejos do solo, como o plantio direto, evita-se problemas como a eutrofização ou contaminação de corpos hídricos por pesticidas através da erosão. Dessa forma, a escolha correta e criteriosa de um método e sistema de irrigação adaptado para cada tipo de propriedade rural é uma forma possível de reduzir os problemas gerados pela irrigação tanto no solo quanto nos corpos hídricos. Outro aspecto a ser considerado é a escolha de um manancial de água que atenda os quesitos de qualidade da água, conforme indicado pela resolução n° 357 do CONAMA, para que o produtor irrigante não contamine o solo e posteriormente venha a ocasionar a contaminação dos corpos hídricos. Portanto, a prática da agricultura irrigada deve ser analisada de uma

ISSN 2448-4148

forma ordenada considerando todas suas dimensões (antes, durante e depois) em todo o seu arranjo (água, solo, ar e seres vivos).

Bernardo (1997) mostra os principais benefícios da irrigação para evitar entendimentos errôneos que só visam os efeitos negativos da irrigação, sendo que estes pontos negativos só ocorrem quando a irrigação é feita de maneira incorreta, sendo chamada de “molhamento”, não de irrigação. Quando a irrigação é realizada dentro dos padrões, seguindo corretamente a técnica, a mesma é capaz de aumentar a produtividade das áreas irrigadas em 2,5 a 3,0 vezes mais do que em áreas não irrigadas, Valoriza a propriedade, Permite uma maior eficiência dos fertilizantes, Permite escalonar plantios, tratos culturais e colheitas.

Desta forma, entende-se que os possíveis malefícios que podem existir somente são decorrentes quando do mau uso ou da não observância na escolha correta dos métodos e sistemas de irrigação, o que em última análise está relacionado ao manejo da irrigação. Dessa forma, os riscos de poluição que foram apresentados não podem ser considerados como intrínsecos da técnica de irrigação, muito pelo contrário, a irrigação maximiza a produção o que em última análise reduz, por exemplo, as áreas de desmatamento, uma vez que a mesma maximiza a produtividade por área, assim sem a necessidade do uso de novas áreas, ou seja, a irrigação vem como um método que propicia o aumento da produtividade nas áreas já existentes. Além do mais, o manejo correto das áreas irrigadas não reduz o potencial produtivo do solo e por outro lado, evita a degradação dos mananciais e do meio ambiente. Portanto, deve-se ter claro que o uso da irrigação necessariamente induz ao aumento de tecnologias utilizadas na propriedade e que estas devem estar aliadas ao aumento da produtividade e a preservação do meio ambiente.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. 2013. Agricultura irrigada tem tudo para crescer no Brasil, mas carece de incentivos,< http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?List=ccb75a86-bd5a-4853-8c76-cc46b7dc89a1&ID=12204>.

ALVES, P. F. S., SANTOS, S. R., KONDO, M. K., PEGORARO, R. F. & ARAÚJO, E. D. 2015. Soil physical attributes in chemigated banana plantation with wastewater. Engenharia Agrícola, v. 35, n. 6, p. 998-1008.

ARAGÜÉS, R., MEDINA, E. T., ZRIBI, W., CLAVERÍA, I., ÁLVARO-FUENTES, J. & FACI, J. 2015. Soil salinization as a threat to the sustainability of deficit irrigation under present and expected climate change scenarios. Irrigation science, v. 33, n. 1, p. 67-79.

ASSOULINE, S., RUSSO, D., SILBER, A. & OR, D. 2015. Balancing water scarcity and quality for sustainable irrigated agriculture. Water Resources Research, v. 51, n. 5, p. 3419-3436.

BASSO, C. J., CERETTA, C. A., DURIGON, R., POLETTO, N. & GIROTTO, E. 2005. Dejeto líquido de suínos: II-perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. Ciência Rural, v. 35, n. 6.

BENGTSON, R. L., SELIM, H. M. & RICAUD, R. 1998. Water quality from sugarcane production on alluvial soils. Transactions of the ASAE, v. 41, n. 5, p. 1331.

BERNARDO, S. 1997. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Viçosa: MMA, SRH, ABEAS, UFV, v. 34.

BRASIL MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2011. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União.

MARQUES, C. E., FREITAS, V. S., BEZERRA, M. A., PRISCO, J. T. & GOMES-FILHO, E. 2011. Efeitos do estresse salino na germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 4.

CHEN, W., LU, S., JIAO, W., WANG, M. & CHANG, A. C. 2013. Reclaimed water: A safe irrigation water source?. Environmental Development, v. 8, p. 74-83.

CHOWDARY, V. M., RAO, N. H. & SARMA, P. B. S. 2005. Decision support framework for assessment of non-point-source pollution of groundwater in large irrigation projects. Agricultural Water Management, v. 75, n. 3, p. 194-225.

CINTRA-FILHO, O. A. 2013. Impacto na qualidade da água do lençol freático pela irrigação com efluente da lagoa facultativa em área cultivada com eucalípto.

COELHO, D. S., SIMÕES, W. L., MENDES, A. M. S., DANTAS, B. F., RODRIGUES, J. A. S. & SOUZA, M. A. 2014. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 1, p. 25-30.

CONAMA. 2005. Nº. 357/2005-" Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências." Data da legislação, v. 17, n. 03.

DAVIS, A. M., THORBURN, P. J., LEWIS, S. E., BAINBRIDGE, Z. T., ATTARD, S. J., MILLA, R. & BRODIE, J. E. 2013. Environmental impacts of irrigated sugarcane production: herbicide run-off dynamics from farms and associated drainage systems. Agriculture, ecosystems & environment, v. 180, p. 123-135.

DE ALMEIDA, O. A. 2010. Qualidade da água de irrigação. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Livros científicos (ALICE).

DECHEN, S. C. F., TELLES, T. S., GUIMARÃES, M. de F. & DE MARIA, I. C. 2015. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. Bragantia, v. 74, n. 2, p. 224-233.

DE GODOY, S. G., STONE, L. F., FERREIRA, E. P. de B., COBUCCI, T. & LACERDA, M. C. 2015. Correlação entre produtividade do arroz no sistema semeadura direta e atributos do solo. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v. 19, n. 2, p. 119-125.

DE OLIVEIRA, F. A., DE MEDEIROS, J. F., DE OLIVEIRA, F. R. A., FREIRE, A. G. & SOARES, L. C. S. 2012. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 2.

DE OLIVEIRA, S. L. M., MARCHEZAN, E., RIGHES, A. A., CARLESSO, R., VILLA, S. C. C. & CAMARGO, E. R. 2006. Consumo de água e perdas de nutrientes e de sedimentos na água de drenagem inicial do arroz irrigado. Ciência Rural, v. 36, n. 1, p. 65-71.

DOMAGALSKI, J. L. & DUBROVSKY, N. M. 1992. Pesticide residues in ground water of the San Joaquin Valley, California. Journal of hydrology, v. 130, n. 1-4, p. 299-338.

DOS SANTOS, C. K., SANTANA, F. S., RAMOS, F. S. M., FACCIOLI, G. G. & GOMES-FILHO, R. R. 2018. Impacto do uso de efluentes nas características do solo cultivado com quiabo (Abelmoschus esculentus) L. Revista brasileira de agricultura irrigada-RBAI, v. 12, n. 4, p. 2776–2783.

ERKOSSA, T., WUDNEH, A., DESALEGN, B. & TAYE, G. 2015. Linking soil erosion to on-site financial cost: lessons from watersheds in the Blue Nile basin. Solid Earth, v. 6, n. 2, p. 765-774.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2008. The State of Food Insecurity in the World 2008: High Food Prices and Food Security-Threats and Opportunities. FAO.

HAMED, Y. A., ABDELMONEIM, T. S., ELKIKI, M. H., HASSAN, M. A. & BERNDTSSON, R. 2013. Assessment of heavy metals pollution and microbial contamination in water, sediments and fish of Lake Manzala, Egypt. Life science journal, v. 10, n. 1, p. 86-94.

HESPANHOL, I. 2002. Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. Rev. Bras. Rec. Hid., Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 75-95.

ISLAM, M. N., RAHMAN, M. M., MIAN, M. J. A., KHAN, M. H. & BARUA, R. 2014. Leaching losses of nitrogen, phosphorus and potassium from the sandy loam soil of Old Brahmaputra Floodplain (AEZ-9) under continuous standing water condition. Bangladesh Journal of Agricultural Research, v. 39, n. 3, p. 437-446.

JÁCOME, A. G., DE OLIVEIRA, R. H., FERNANDES, P. D. & GONÇALVES, A. C. A. 2003. Comportamento produtivo de genótipos de algodão sob condições salinas. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 25, n. 1, p. 187-194.

KWONG, K. F. N. K., BHOLAH, A., VOLCY, L. & PYNEE, K. 2002. Nitrogen and phosphorus transport by surface runoff from a silty clay loam soil under sugarcane in the humid tropical environment of Mauritius. Agriculture, ecosystems & environment, v. 91, n. 1-3, p. 147-157.

MARCHEZAN, E., MARZARI, T. S. V., VILLA, S. C. C. & AVILA, L. A. 2001. Manejo da adubação do arroz irrigado em sistema pré-germinado na produtividade e perda de nutrientes através da água de drenagem inicial. Ciência Rural, v. 31, n. 5, p. 877-879.

MATOS, A.T. 2010. Poluição ambiental: impactos no meio físico. Viçosa: UFV.

MICHELON, C. J., CARLESSO, R., PETRY, M. T., DE DAVID, G. & SANTA, C. D. 2007. Qualidade física de solos irrigados do Estado do Rio Grande do Sul. Ciência Rural, v. 37, n. 5.

MOSTAFAZADEH-FARD, B., KHOSHRAVESH, M., MOUSAVI, S. F. & KIANI, A. R. 2012. Effects of magnetized water on soil chemical components underneath trickle irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v. 138, n. 12, p. 1075-1081.

PAVINATO, P. S. & ROSOLEM, C. A. 2008. Disponibilidade de nutrientes no solo-decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. 3.

PRUSKI, F. F., BRANDÃO, V. S. & DA SILVA, D. D. 2011. Escoamento superficial. Universidade Federal de Viçosa.

RAEISI-VANANI, H., SOLTANI-TOUDESHKI, A. R., SHAYANNEJAD, M., OSTAD-ALI-ASKARI, K., RAMESH, A., SINGH, V. P. & ESLAMIAN, S. 2017. Wastewater and Magnetized Wastewater Effects on Soil Erosion in Furrow Irrigation. International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS), v. 3, n. 8, p. 1-14.

RHOADES, J., KANDIAH, A. & MASHALI, A. M. 2000. Uso de águas salinas para produção agrícola. Universidade Federal da Paraíba.

RODRIGUES, L. N. & DOMINGUES, A. F. 2017. Agricultura irrigada desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Embrapa Cerrados.

ROSOLEM, C. A., SANTOS, F. P., FOLONI, J. S. S. & CALONEGO, J. C. 2006. Potássio no solo em conseqüência da adubação sobre a palha de milheto e chuva simulada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 6, p. 1033-1040.

ROSOLEM, C. A., CALONEGO, J. C. & FOLONI, J. S. S. 2003. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, p. 355-362.

SCHOSSLER, T. R., MACHADO, D. M., ZUFFO, A. M., ANDRADE, F. R. & PIAULINO, A. C. 2012. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. Enciclopédia Biosfera, v. 8, n. 15, p. 1563-1578.

THORBURN, P. J., BIGGS, J. S., ATTARD, S. J. & KEMEI, J. 2011. Environmental impacts of irrigated sugarcane production: nitrogen lost through runoff and leaching. Agriculture, ecosystems & environment, v. 144, n. 1, p. 1-12.

TOZE, S. 2006. Reuse of effluent water—benefits and risks. Agricultural water management, v. 80, n. 1-3, p. 147-159.

UCKER, F. E., LIMA, P. B. S. O., CAMARGO, M. F., PENA, D. S., CARDOSO, C. F. & EVANGELISTA, A. W. P. 2013. Elementos interferentes na qualidade da água para irrigação. Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET), v. 10, n. 10, p. 2102-2111.

WERLE, R., ARROYO, G. R. & ROSOLEM, C. A. 2008. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. 6.

ZHOU, J., GU, B., SCHLESINGER, W. H. & JU, X. 2016. Significant accumulation of nitrate in Chinese semi-humid croplands. Scientific reports, v. 6, p. 25088.