

11º Workshop em Bioeconomia

“Uso sustentável da água”

Instituto Agrônômico (IAC) – Campinas, 24-25 de Abril de 2018

Termo de referência (ToR)



Facilitator	Instituto Agrônômico – IAC – APTA - SAA Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI - UNICAMP
Coordenadores	Regina Célia de Matos Pires (IAC/APTA/SAA) José Teixeira Filho (FEAGRI/UNICAMP) André Luiz Barros de Oliveira Silva (IAC/APTA/SAA) Augusto Yukitaka Pessinatti Ohashi (IAC/APTA/SAA) Glauca Cristina Pavão (IAC/APTA/SAA)
Associate Coordinator	SANASA - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
Sponsor	 
Support	   

Campinas - SP – Brazil
Abril - 2018

1. Introdução

O principal objetivo do Projeto de Políticas Públicas em Bioeconomia (PPPBio) é desenvolver um Roteiro da Bioeconomia para o Brasil com foco no Estado de São Paulo e mais especificamente na Região de Campinas. A ideia principal é criar a base para um ecossistema de classe mundial em Bioeconomia para o Brasil que possa ser replicado em outras regiões e servir de modelo para impulsionar o desenvolvimento econômico Brasileiro.

Considerando o esforço global necessário e os compromissos do governo brasileiro, o Projeto PPPBio propõe a seguinte visão:

A economia brasileira, nos próximos 10 a 35 anos, experimentará transição para a bioeconomia em substituição à economia baseada em petróleo (fóssil). Essa transição ocorrerá com a promoção de produtos biológicos sustentáveis de alto valor, derivados da agricultura, alimentação, saúde, bioenergia e química verde, que terão que ser eficazes, eficientes e vantajosos do ponto de vista ambiental, social e econômico, a fim de consolidar a expansão da economia brasileira e sua participação mundial.

A partir dessa Visão, tem-se três objetivos: (i) reduzir a emissão de GEE, (ii) aumentar o número de empregos formais e (iii) criar novos produtos (Cortez, 2016):



Um dos importantes temas de pesquisa previamente selecionado neste projeto, e considerado relevante pelo grupo de pesquisadores dos membros do Agropolo Campinas-Brasil, é o uso sustentável da água, mais especificamente a **gestão dos recursos hídricos**, a **irrigação**, o **manejo da água**, **cargas difusas** (agroquímicos e nutrientes) e **uso de água residuária na agricultura** serão foco deste Workshop,

intitulado “**USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA**”. O principal objetivo deste processo de roadmapping é estruturar os temas de pesquisa do projeto e permitir boa interação com o setor privado, o que proporcionará a indicação das atividades necessárias para desenvolver a bioeconomia nos diferentes setores ou áreas.

Este ToR apresenta visão inicial dos **produtos, tecnologias ou processos desejados, os Requisitos Críticos do Sistema, Grandes Áreas Tecnológicas, Drivers de Tecnologia, Capacidades Científicas e Tecnológicas Atuais e Lacunas e Barreiras**, que serão discutidas, acrescidas ou alteradas pelos Palestrantes e pelos Debatedores, e também pelos participantes durante os debates e sessões de análise e breakout.

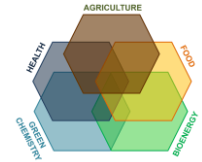
Espera-se que após o workshop as Estratégias para Desenvolvimento Tecnológico e Conclusões do possam ser alcançadas.

Seção I - Produtos, tecnologias ou processos desejados

Esta seção tem como objetivo apresentar demandas para a **gestão de recursos hídricos, irrigação, manejo da água, cargas difusas e uso de águas residuárias na agricultura**.

A degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, vem crescendo e atinge hoje níveis críticos que se refletem na deterioração do meio ambiente, no assoreamento e na poluição dos cursos e corpos d’água, com prejuízos para a saúde humana, para a economia e para a sociedade. Esses fatos comprometem o abastecimento de água para as populações, a geração de energia, a disponibilidade para as atividades industriais e rurais. Assim, para evitar situações de escassez de água os processos de gestão hídrica que considerem os aspectos de sustentabilidade do meio são fundamentais.

A água é um recurso natural que é renovada no meio a partir de processos físicos descritos no ciclo hidrológico. No entanto, sua sustentabilidade pode ser comprometida de acordo com a utilização do recurso e manejo do meio. O fato de um recurso ser renovável não garante que ele não se esgote, da mesma forma que um recurso não renovável não está necessariamente sujeito à exaustão. A questão da disponibilidade de recursos está mais relacionada a custos do que à exaustão propriamente. Os recursos sustentáveis como água e solo poderão estar sujeitos a limitações caso os custos de provisão de suprimentos adicionais se elevem. Assim, é importante observar que a ameaça ao bem-estar humano, associada à exaustão de recursos, é mais importante com relação a água e solo do que a energia e minerais. O conceito de desenvolvimento sustentável baseia-se no atendimento às necessidades humanas fundamentais, sendo que as estratégias adotadas com relação ao meio ambiente e desenvolvimento devem levar em conta os interesses não apenas desta, mas também os das futuras gerações. O



desenvolvimento humano leva em consideração, portanto, que as necessidades sejam satisfeitas, e que isto ocorra de maneira sustentável.

Se o desenvolvimento sustentável se relaciona ao atendimento de necessidades, cabe estabelecer quais são as necessidades humanas fundamentais e se os sistemas econômicos e sociais existentes têm servido a este propósito. As necessidades básicas das pessoas não são exclusivamente materiais, no entanto deve estar garantida, em primeiro lugar, a necessidade de subsistência. Do consumo de água depende diretamente a sobrevivência de todos os seres vivos.

A sustentabilidade pode ser considerada em três aspectos: social, econômica e ambiental. A sustentabilidade social tem como principal objetivo a redução da pobreza. Entretanto, isso não será conseguido estendendo o padrão de consumo de alguns para todos. A redução da pobreza é atingida mais pelo desenvolvimento qualitativo, redistribuição e partilha e pela estabilidade populacional do que pelo crescimento quantitativo. A sustentabilidade econômica pressupõe que o desenvolvimento suplante o crescimento. No desenvolvimento sustentável o crescimento não deve ir além da capacidade de suporte do ambiente, então os padrões de consumo e poluição dos países ricos não podem ser generalizados.

A sustentabilidade ambiental se preocupa com o bem-estar do homem ao se preocupar com a proteção dos materiais necessários ao atendimento das necessidades humanas e com que os resíduos produzidos pelo homem não venham a prejudicá-lo. O homem precisa aprender a viver com as limitações do meio físico.

Os recursos hídricos se relacionam com os três aspectos da sustentabilidade considerados. Baixa disponibilidade de água, seja quantitativa ou qualitativamente, afeta diretamente a sobrevivência dos ecossistemas e das populações humanas, que devem ser contemplados tomando-se como base o balanço hídrico das bacias hidrográficas.

Ao analisar as disponibilidades hídricas em bacias hidrográficas verifica-se uma característica fundamental que é sua distribuição irregular no tempo e no espaço. Da mesma forma, o consumo de água não é equitativo entre os países do mundo e mesmo entre os habitantes de um mesmo país, em função de sua condição econômica. Essa complexidade se intensifica quando se observa os efeitos de conversão das terras em função da atividade humanas. Essas alterações modificam os fatores básicos que determinam o balanço hídrico influenciam a disponibilidade (quantidade e qualidade) dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica.

O uso da terra com remoção da cobertura vegetal e implantação de agricultura sem controle da erosão, por exemplo, degrada os recursos hídricos, pelo aumento do escoamento superficial que promove o assoreamento de rios, lagos e represas. Desta maneira, é fundamental o incentivo dos estudos que relacionem às conversões de terras e as alterações no regime hidrológico das bacias hidrográficas, para que essas

mudanças não comprometam o fornecimento de águas para as atividades demandantes da água. Esses estudos devem ser preferencialmente, executados na escala de bacias hidrográficas, pois essa unidade de paisagem capaz de integrar os principais componentes relacionados com a qualidade e disponibilidade de água, como cobertura vegetal, solos, geologia e paisagem circundante.

O estudo em bacias hidrográficas possibilita a integração dos fatores que condicionam a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos, com os seus reais condicionantes físicos e antrópicos. Essa escala também se mostra compatível para as ações políticas relacionadas à conservação do solo e à gestão dos recursos hídricos. A determinação das disponibilidades dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica apresenta uma grande complexidade, em função das interações existentes entre os diferentes fatores condicionantes do ciclo hidrológico, notadamente os fatores físicos.

A compreensão dos mecanismos hidrológicos envolvidos entre os diferentes fatores pode possibilitar condições suficientes para a avaliação da dinâmica desses recursos, especialmente em áreas agrícolas, em que as alterações provocadas nos fatores físicos podem afetar diretamente os processos hidrológicos. A intensificação do uso do solo para o desenvolvimento agrícola produz um fato muito comum o aumento da erosão superficial dos solos.

Os processos de erosão estão relacionados com os mecanismos de desagregação e de transporte de sedimentos, cuja mensuração apresenta grande complexidade, assim como a avaliação da degradação das terras. Esses processos são o produto da interação dos mecanismos hidrológicos, pedológicos, geológicos, de utilização e ocupação do solo, e das características do relevo, os quais são fortemente acelerados para terras de menor potencial agrícola, apesar de que também em terras de elevado potencial agrícola esses processos podem ser intensos.

A desagregação e o transporte de sedimentos têm como uma de suas fontes de origem o escoamento na superfície do solo. Esse escoamento superficial transporta, até os corpos d'água, partículas soltas ou solúveis, que podem também transformar-se em cargas de poluição significativas. O material transportado pode assorear as baixadas dos vales, os reservatórios de água e os rios, bem como contaminar os recursos hídricos superficiais com fertilizantes e defensivos agrícolas. Essas cargas representam uma fonte não pontual ou dispersa de poluição, caracterizando os principais problemas da atividade agrícola em relação ao meio ambiente, através da aplicação de defensivos e fertilizantes. Disto constata-se a interdependência dos aspectos quantitativos e qualitativos na definição de diretrizes para a gestão de manejo e proteção dos recursos naturais, e, sobretudo, a estimativa dos impactos ambientais nas regiões de produção e adjacentes devido às atividades agrícolas.

O uso sustentável dos recursos naturais, em especial água, cada vez mais será um dos fatores responsáveis por potencializar o desenvolvimento da agricultura. Para isso, deverão ser agregadas tecnologias para promoção de eficiência do uso da água, que contemplem estratégias de manejo, uso das terras, métodos de irrigação, equipamentos para monitoramento, seleção adequada de cultivares, fertilização compatível com elevadas produtividades, uso de água residuária, entre outros. Regionalmente, em especial na RMC, há que dimensionar a qualidade e disponibilidade de recursos hídricos nas bacias hidrográficas, reservatórios, estabelecendo-se visão integrada do seu uso, de forma a garantir eficiência de utilização para os meios rural e urbano, estabelecendo padrões de utilização e de qualidade, assim como, o controle de resíduos presentes na água. Também deve-se alçar estratégias para planejamento e gestão em eventos extremos de seca e enchentes envolvendo cenários climáticos.

Discussões de estratégias efetivas quanto às sustentabilidades dos recursos hídricos devem ser estimuladas, tais como: preservação ecológica integral das nascentes que fornecem a água; o uso racional do recurso hídrico; o acesso igualitário ao fornecimento da água; e a participação direta dos consumidores, para escolher como seriam desenvolvidos e manejados os recursos hídricos na bacia hidrográfica. Essas estratégias devem levar em consideração a multiplicidade de dimensões (econômica, biológica, política e cultural) dos temas relativos aos recursos hídricos. A difusão de métodos participativos e alternativos de avaliação é um processo que deverá estar na aplicação e gestão dos recursos hídricos. Sendo assim, deve-se buscar um processo cooperativo e abrangente quanto as necessidades mútuas, passível de ampliação quanto a repartição/distribuição, a fim de se obter soluções inteligentes e benéficas para todos.

O princípio básico da administração da água deve estar na compreensão da interface sócio-hidrossistema e dos elementos decorrentes nos tempos de crise ou de alta tensão como: escassez, inundações e poluição. A utilização da água deve levar em conta os processos hidrológicos, socioeconômicos e políticos de um território, para que a água seja um fator do desenvolvimento sustentável. A gestão da água deve ser trabalhada em uma perceptiva interdisciplinar observando os efeitos combinados desses processos com a finalidade de identificar oportunidades para a governança e adaptação em ambiente complexo e incerto.

Desta forma, os componentes do *roadmap* que serão foco deste ToR são:

“INPUT FROM SUPPLY CHAIN”	“TECHNOLOGY INTENSIVE PROCESSES”	“PRODUCTS”
<p>Água:</p> <ul style="list-style-type: none"> - superficial - de reservatório - residuária 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Gestão de água 2) Irrigação 3) Manejo da água 4) Reuso de água na agricultura 5) Cargas difusas 	<p>Modelo de Gerenciamento da água em ambiente da Bioeconomia</p> <p>Qualidade e quantidade de água para uso agrícola, urbano e industrial.</p>

Modelo de gerenciamento da água em ambiente da Bioeconomia Brasileira

Uma das formas de investigar a dinâmica do meio ambiente que se tem mostrado eficiente é aquela que toma como unidade de análise as bacias hidrográficas, por serem áreas onde o impacto ambiental causado pela ação antrópica é evidentemente verificado. De fato, uma bacia hidrográfica qualquer constitui uma unidade geográfica natural para esses estudos, e ideal para a conservação e manejo dos recursos naturais, como a água e o solo.

No enfoque sistêmico as bacias hidrográficas podem ser consideradas como um sistema aberto, caracterizado pela atuação dinâmica de processos naturais ou antrópicos no ambiente, os quais podem promover mudanças no meio físico. A entrada de energia deste sistema é constituída pelo clima e pelas forças endogenéticas, ocasionando o transporte de água e sedimentos, tanto no interior do sistema quanto nas vertentes, canais e abaixo da superfície. A saída é caracterizada pela evapotranspiração e vazão de água e sedimentos na foz da bacia.

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica se dá em função de suas características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, etc.) e do tipo da cobertura vegetal existente. Portanto, as características físicas e bióticas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando, entre outros fatores, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração, o escoamento superficial e subsuperficial. Além disso, o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica também é afetado por ações antrópicas, uma vez que, ao intervir no meio natural, o homem acaba interferindo nos processos do ciclo hidrológico.

Os fatores de degradação ambiental de uma bacia hidrográfica refletem as condições ambientais predisponentes e as condições socioeconômicas da área. Estes fatores são subdivididos em dois grupos:

- Fatores naturais: associados à predisposição do meio físico à degradação ambiental (Principais: clima, geologia, geomorfologia, pedologia, rede de drenagem e vegetação natural);

- Fatores de natureza antrópica: resultantes das atividades humanas vinculadas à organização e à ocupação do meio físico (atividades agropecuárias e agroindustriais, ocupação humana, desmatamento, alterações no relevo/topografia).

Todos os fatores devem ser considerados conjuntamente, os componentes dos recursos naturais (solos, relevo, atmosfera, substrato rochoso, fauna e flora) e os componentes socioeconômicos, levando-se em conta sua interação regional e sua articulação como os problemas nacionais. Compreendida dessa forma, a bacia hidrográfica representa uma unidade ideal de planejamento. Todos esses processos são ampliados no momento em que as demandas aumentam de forma explosivas e as disponibilidades de aumento são extremamente limitadas. Esse é o exemplo da região do alto-médio rio Tietê no Estado de São Paulo, onde estão localizadas a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e a Região Metropolitana de Campinas (RMC), que representa um dos maiores desafios de gestão de águas no território brasileiro.

O processo de industrialização da RMSP, que se iniciou no início do século XX, associado ao crescimento econômico e populacional foram os primeiros grandes desafios para o abastecimento hídrico das cidades brasileiras. Os rios das redondezas da cidade já não supriam a demanda de água. Assim, em 1970, foi implementado o sistema Cantareira de abastecimento hídrico, que constitui a utilização da água em cascata, que capta água das nascentes dos rios da bacia do Piracicaba pela ação da gravidade e é considerado um dos maiores projetos de engenharia do Brasil.

O Sistema Cantareira funciona até os dias de hoje, no entanto, no período que o projeto foi idealizado, não foi considerado o crescimento explosivo das cidades integrantes da bacia do rio Piracicaba. Sendo assim, o crescimento da RMC, que de 680 mil habitantes na década de 1970 passou a 2.7 milhões em 2010, criou um impasse nas questões dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. A RMSP tem atualmente, segundo algumas previsões, 19 milhões de pessoas e, somada à RMC, ultrapassam 20 milhões de pessoas. Tal crescimento populacional gera preocupações entre disponibilidade e demanda de água.

Para agravar a questão, nos últimos anos, técnicos operadores dos reservatórios constataram que as vazões médias anuais aparentemente diminuíram na entrada dos reservatórios de Atibainha e Cachoeira. Decorridos mais de 40 anos após a construção de grande obra de engenharia para abastecer a população nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas continuam a se deparar com o mesmo problema: como abastecer a crescente população urbana? Tais desafios requerem uma revisão do nosso

modelo de abastecimento: é possível melhorar e ou aprimorar as bacias que estão em funcionamento? É possível otimizar a produção de água em bacias hidrográficas?

Um dos primeiros passos para otimizar a produção de água em bacias hidrográficas seria tratar as questões entre disponibilidade e demanda de forma conectada às necessidades econômicas e sociais da sua população. O conhecimento dos processos motores envolvidos na dinâmica hidrológica das bacias permite a implementação de planos adequados de uso das terras e manejo, de forma a garantir o abastecimento hídrico sustentável.

Agricultura irrigada e manejo visando à sustentabilidade da água e a Bioeconomia

A disponibilidade hídrica superficial tem distribuição irregular nas diferentes regiões do mundo. Neste contexto, o Brasil se destaca com cerca de 12 % da água doce superficial do mundo. No entanto, a disponibilidade dos recursos hídricos verificada no país é irregular e concentra-se na Bacia do Rio Amazonas (78% da vazão total) (ANA, 2016). Destaca-se ainda a existência de regiões críticas sob o aspecto quali-quantitativo de água no Brasil. Corpos hídricos próximos a regiões metropolitanas comumente encontram-se poluídos, de modo que, mesmo que tenham volume suficiente para atender à demanda, o consumo fica inviabilizado por parâmetros físico-químicos, como metais pesados, por exemplo. Desta forma caracteriza-se a importância da gestão de recursos hídricos considerando os usos por diferentes setores da sociedade bem como a sustentabilidade futura.

No contexto do uso da água a agricultura irrigada é caracterizada por uso consuntivo da água. Apesar de atribuído de uso consuntivo da água, grande parte da água consumida no processo produtivo é utilizada para transpiração das plantas, sem a qual não ocorrem as trocas gasosas, a fotossíntese, o desenvolvimento das culturas e a produção agrícola. A água retorna para atmosfera de forma limpa após este processo, mas, não é disponibilizada de imediato para outros usos na região onde foi captada. De acordo com o levantamento da ANA (2017) a agricultura irrigada é responsável pela retirada de 46% da vazão e 67% da vazão de água consumida no país.

A **Figura 1** apresenta a área irrigada total e por região do Brasil desde 1960 até 2015. Ao longo do período avaliado verifica-se o crescimento da área irrigada, bem como a mudança da proporção e participação de cada região. Atualmente a área irrigada no Brasil é estimada em 7 milhões de hectares sendo que a região sudeste representa cerca de 40% do total. Estudo relacionado a potencialidade de expansão da agricultura irrigada no Brasil apontou a possibilidade de irrigar 61 milhões de hectares com aptidão alta e média considerando condições de solo, relevo e água (FEALQ, 2014). Desta forma, verifica-se a potencialidade para aumento das áreas irrigadas.

Diversos estudos apontam a necessidade de aumento na produção de alimentos e energia, em especial considerando a tendência de crescimento populacional e o elevado

número de pessoas sem alimentação adequada (FAO, 2016). Para isto, é fundamental a produção sustentável de alimentos, com aumento de produtividade, eficiência de uso da água, energia e nutrientes. Com isto espera-se a potencializar os sistemas de produção de alimentos e energia, com geração de emprego e renda e melhoria na qualidade de vida, com baixa interferência nos ecossistemas naturais e favorecendo a Bioeconomia.

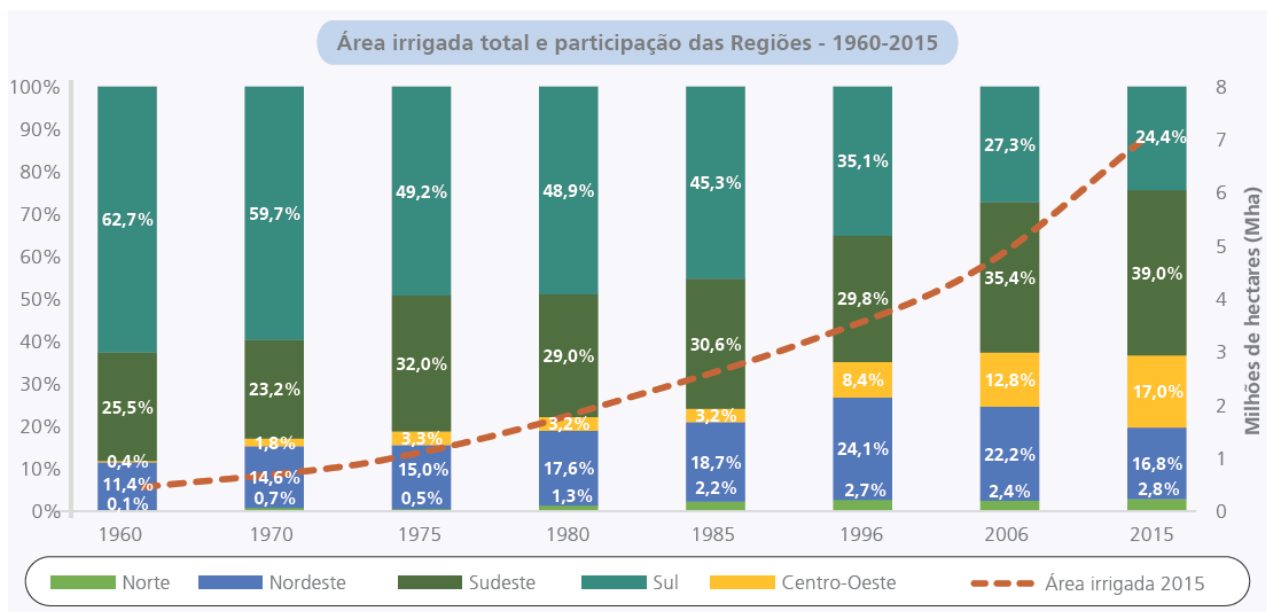


Figura 1 Área irrigada total e participação das regiões geográficas do país no período de 1960 a 2015. Fontes: Censos Agropecuários (IBGE, 1960-2006) e ANA (2015).

A área cultivada no mundo cresceu 12% no período de 1961 a 2009 (cerca de 12%). Em 1961 cerca de 89,8% da área era cultivada sob sequeiro e em 2009 verificou-se redução desta porcentagem para 80,3 % devido ao aumento da área irrigada (FAO, 2011). A agricultura irrigada que é adotada em cerca de 20% da área cultivada no mundo, sendo responsável pela produção de 40% dos alimentos. Considerando os efeitos positivos na produtividade, na segurança alimentar, na melhoria da distribuição na oferta de produtos, redução de riscos de produção associados ao clima, geração de emprego e renda e melhoria de qualidade de vida, dentre outros aspectos verifica-se que a agricultura irrigada é importante no contexto econômico, social, ambiental e de segurança alimentar. Por outro lado, há que se considerar o caráter irregular na disponibilidade hídrica de forma geo-espaço-temporal e seus impactos no uso considerando os vários setores da sociedade. A adoção de tecnologias para promoção da produtividade precisa estar atrelada à sustentabilidade ambiental da região hidrográfica em que se insere e ainda contemplar a formação de recursos humanos e treinamento para promoção do uso racional.

De acordo com estimativas da FAO – *Food and Agriculture Organization by United Nations* (2016) (órgão ligado a Organização das Nações Unidas – ONU), em 2050 a população mundial deverá ultrapassar a marca de 9 bilhões de habitantes e ainda há que considerar o grande número de pessoas com alimentação inadequada no globo terrestre. Tal fato direciona para aumento na demanda por alimentos e energia. O aumento na produção precisa ser atrelado a eficiência nos sistemas produtivos com promoção de eficiência de uso da água, energia e nutrientes. Assim promover os sistemas de produção de alimentos e energia, geração de emprego e de renda, melhoria na qualidade de vida e com baixo impacto nos ecossistemas naturais.

Neste contexto, há necessidade de adequação nos métodos de cultivo com redução da diferença entre a produtividade potencial, de acordo com os limites genéticos e ambientais e a alcançada em cultivos comerciais (Sadras et al., 2015). Para melhoria na eficiência de produção há necessidade de adoção de tecnologias para promoção do uso sustentável dos recursos hídricos e redução na emissão dos gases de efeito estufa. Dentre os temas destacam-se: estudos relacionados com a demanda de água para irrigação; relação planta-ambiente para adequação de cultivos e/ou materiais genéticos em regiões ou cenários climáticos; impacto das mudanças climáticas na demanda hídrica das culturas; proposição e divulgação de critérios para elaboração de estratégias que visam ao uso eficiente da água no manejo da irrigação na produção agrícola; adoção de irrigações deficitárias; avaliação de materiais genéticos a condição de seca ou irrigação; adequação de métodos e uso de águas residuárias para fins de irrigação de culturas.

Água residuária – uso de efluente de esgoto tratado na agricultura

A tendência por aumento da demanda de água para abastecimento das cidades demandará processo contínuo de melhoria da eficiência das etapas envolvidas desde a captação, distribuição, tratamento e destinação de resíduos. Neste aspecto, o uso de efluente de esgoto tratado na agricultura é tema relevante, pois a possibilidade de disposição deste poderá promover redução de captação e melhoria da qualidade da água nos mananciais hídricos. No entanto, tal utilização requer suporte técnico científico para adoção e garantia de sustentabilidade ambiental.

A irrigação utiliza, em algumas situações, água com qualidade reduzida, seja com relação às características químicas, físicas e/ou biológicas. No entanto, o monitoramento da qualidade da água disponível nos mananciais ou de efluente de esgoto tratado é fundamental para garantir a qualidade de vida e segurança à população, tanto no consumo da água nas áreas urbanas, quanto no uso para fins de irrigação (EMBRAPA, 2014). Dessa forma, é necessária a garantia da segurança alimentar para a população e para o trabalhador envolvido no sistema de produção. Além disto, conhecer a qualidade da água e dos efluentes é de fundamental importância para compreensão dos impactos relacionados ao uso em diferentes tipos de solo, culturas e métodos de irrigação, assim como estabelecimento da forma e regime de aplicação (contínuo ou intermitente).

Frente às características, vantagens e limitações da aplicação de efluente de esgoto tratado e outros tipos de água residuárias quais tópicos são importantes para estudo e desenvolvimento de pesquisas bem como equipamentos e processos que possam inovar no tratamento do efluente para viabilizar o uso com segurança?

Redução das cargas difusas geradas nas áreas de produção agrícola

A intensificação dessas relações contraditórias entre o campo e a cidade ocorreu devida, em grande parte, a implantação da Revolução Verde que pode ser caracterizada como uma tentativa de despolitização do debate da fome, tentando analisá-lo apenas como uma solução técnica. A Revolução Verde foi um grande avanço tecnológico da história da humanidade e foi implantado com o objetivo de um desenvolvimento capaz de combater a escassez de produção de alimentos, não considerando os limites que a própria natureza impõe e levando em conta apenas superioridade da tecnologia. A justificativa para tal ambiente tecnológico baseia-se no argumento de aumento da produtividade agrícola por meio da modernização do campo, almejando a redução da fome mundial, porém essa modernização foi implementada em escala intensa, mas alguns problemas importantes ainda devem ser investigados, como a mobilização e o transporte das substâncias utilizadas pelas águas de chuva. O escoamento superficial gerado pela chuva constitui-se em fator determinante na produção e no transporte de sedimentos e substâncias utilizadas na produção agrícola (nutrientes e agrotóxicos). O tipo de solo, a intensidade da chuva e sua energia cinética e a declividade promovem o aparecimento do processo erosivo. A maioria dos estudos sobre erodibilidade tem demonstrado que à medida que o teor de matéria orgânica diminui, a instabilidade dos agregados aumenta e quanto maior a energia cinética de uma chuva, maior será a probabilidade em causar a ruptura dos agregados. Também o teor de matéria orgânica entre outras propriedades do solo como: textura, densidade aparente, porosidade, estrutura considerando a cobertura vegetal, erosividade da chuva, uso e manejo do solo e as características das áreas de declive, afeta diretamente a ruptura dos agregados. A ruptura dos agregados pode ser um dos primeiros fatores no processo de erosão. A partir dela, outros fatores são desencadeados. De um modo simplificado, a compreensão da geração do escoamento superficial depende do conhecimento do processo de infiltração da água no solo que é fator dependente de sua umidade, entre outros. Ao cair, a água se infiltra no solo, saturando-o e iniciando a concentração do mesmo em sua superfície, dando início à promoção do escoamento superficial e conseqüente erosão. Com o escoamento superficial, o material particulado nele contido é a maior fonte de poluição, pois substâncias químicas e nutrientes são associadas à erosão de partículas menores de sedimento. Indiscutível é a necessidade de se minimizar a erosão do solo provocada pelo escoamento superficial. No processo de produção agrícola ao utilizar agrotóxicos em uma lavoura, parte da molécula desta substância pode ser volatilizada, escoada superficialmente, lixiviada, sofrer sorção pelo solo ou degradação química e biológica. O escoamento superficial pode surgir quando parte da água infiltrada encharca o solo e

então a água escoar pela superfície. A degradação química ou biológica pode gerar metabólitos que também são potencialmente poluentes. O entendimento da movimentação de agrotóxicos no meio ambiente é importante para o desenvolvimento de estratégias que minimizem seu impacto, além disso, análises de contaminação por herbicidas podem ajudar em estudos eco-toxicológicos. A perda e a degradação de agrotóxicos em escoamentos superficiais dependem de vários fatores, entre eles, a taxa de aplicação, a persistência, a mobilidade e a volatilização do composto; a fotodegradação e a repartição microbiana do produto e de seus metabólitos; a taxa de matéria orgânica no solo, a humidade e a textura do solo, a intensidade e duração de chuva, a topografia e o clima da região.

Todos esses aspectos contribuem para uma melhor gestão do meio ambiente pelos atores envolvidos. Espera-se que os resultados apresentados neste roadmap tecnológico guiem os planejamentos do uso sustentável da água em uma perspectiva estratégica da bioeconomia brasileira, bem como contribua para a aproximação de Instituições do setor público-privado visando o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias nos produtos, processos e inovações. Ademais, espera-se que este esforço seja uma importante ferramenta para identificação das ações necessárias para o desenvolvimento de Políticas Públicas, que propicie o aumento de competitividade e sustentabilidade para o setor agropecuário e para os outros usos da água, onde esta não seja um fator limitante.

Seção II - Requisitos críticos do sistema

Uma vez definido o “produto” - **gestão dos recursos hídricos, a irrigação, o manejo da água, cargas difusas (agroquímicos e nutrientes) e uso de água residuária na agricultura** - o objetivo desta seção é identificar quais são as características (qualidade) críticas, denominadas Requisitos Críticos do Sistema (*Critical Systems Requirements* - CSR). Um conjunto de requisitos funcionais e de desempenho é identificado, caracterizando as dimensões que o “produto” deste componente específico de *Technology Roadmapping* (TRM) deve buscar, assim como suas metas de longo prazo.

Em resumo, o CSR são parâmetros críticos para (i) criar novos produtos que possam contribuir para (ii) a redução da emissão de gases de efeito estufa GHG e (iii) aumentar o número e a qualidade de empregos formais, de acordo com a Visão. Cada CSR deve refletir o objetivo estratégico (e metas correspondentes) definido na Visão, e também sua meta de longo prazo deve ser dividida em período atual, 2025 e 2050.

Para este componente TRM, os CSRs são:

Requisitos Críticos do Sistema - CSR	Atuais (2018)	2025	VISÃO (2050)
<p><i>Criação de novos produtos de alto valor agregado</i></p> <p>CSR#1 Gestão, preservação e conservação da água e gestão</p>	Ações difusas para promoção de preservação e conservação da água.	Programas para fomentar e implementar conservação e reservação da água na Bacia Hidrográfica.	Aumento na disponibilidade hídrica nos mananciais e redução do risco colapso hídrico.
<p>CSR#2 Uso racional da água na agricultura</p>	Dotação constante ao longo do tempo L/s/ha ⁽¹⁾	-10% ⁽²⁾	-25 % ⁽²⁾
<p>CSR#3 Redução de cargas difusas</p>	Fósforo total >0,1mg/l Nitrato >10,0mg/l Nitrito >1,0mg/l	Redução das concentrações de fósforo, nitrato e nitrito em 20%	Fósforo total <0,1mg/l Nitrato <10,0mg/l Nitrito <1,0mg/l
<p>CSR#4 Água residuária para agricultura</p>	Uso e estudos dispersos sobre adoção de água de reuso na agricultura.	Adequação da legislação e monitoramento ambiental	Adoção de água de reuso em regiões próximas à matéria prima ⁽⁴⁾
<p><i>Aumentar a quantidade e a qualidade de empregos formais</i></p> <p>CSR#5 Qualificação e aumento no número de empregos formais na área agrícola e de gestão de recursos hídricos.</p>	Reference 1	+20% ⁽⁵⁾	+40% ⁽⁵⁾
<p><i>Contribuir para a redução das emissões de GGE</i></p> <p>CSR#6 Uso racional da água e dos insumos na agricultura</p>	Reference 1	-10% ⁽⁵⁾	-25% ⁽⁵⁾

- (1) *Dotação constante para todas as Unidades de Gerenciamento e ações difusas para conservação e reservação da água nos municípios e bacias hidrográficas.*
- (2) *Demanda de água variável conforme a cultura e época do ano: redução do valor anual total por unidade de área.*
- (3)
- (4) *De acordo com a legislação, a cultura e o método de irrigação bem como com monitoramento ambiental para garantir segurança no alimento, trabalhadores, no solo e na água.*
- (5) *Em relação à referência 1*

Observação: os requisitos crítico do sistema representam indicadores aos quais os produtos e ações deverão perseguir. Os indicadores são apenas direcionadores.

Como apresentado anteriormente, os seguintes elementos deste *roadmap* ainda apresentam lacunas de informações:

A disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos afeta diretamente a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida da sociedade independente do setor de uso: agricultura, consumo urbano, industrial ou outros. O crescimento futuro da sociedade requer modelo de gestão integrada dos recursos hídricos.

Tratando-se do tema recursos hídricos e do dinamismo envolvido no ciclo hidrológico e ainda nas demandas da sociedade há necessidade de implementar e estabelecer critérios e parâmetros técnicos para monitoramento da disponibilidade e qualidade da água para auxiliar na gestão dos recursos hídricos.

O estabelecimento de programas para preservação de nascentes, conservação do solo e da água e reservação da água poderão auxiliar na redução na oscilação dos recursos hídricos dos mananciais e ainda melhorar a qualidade da água.

O aumento na eficiência do uso da água seja para uso urbano ou agrícola necessita de ações estratégicas para implementação e adoção efetiva que envolvem desde o desenvolvimento de novas pesquisas e ferramentas ao uso e compilação de informações esparsas na literatura nacional e internacional já disponíveis. Há que se ressaltar que a divulgação e o treinamento para alcançar o aumento da eficiência desejada são ações fundamentais para que a implementação seja efetiva. Certamente, estas ações e programas contribuirão para a redução na emissão dos gases de efeito estufa, aumento no número de trabalhos qualificados formais e possibilidade de criação de novos produtos e serviços e assim contribuirá para a implementação da Bioeconomia.

Considerando o tema do Workshop “*SUSTAINABLE WATER USE*” foram abordados temas relacionados às áreas econômica, social e ambiental. Estes temas podem ser alterados, complementados o que remete a seguinte questão:

Quais outras ações e temas podem ser implementadas para contribuir para solução dos Requerimentos Críticos do Sistema?

Seção III – Grandes áreas tecnológicas

As duas seções anteriores identificaram (1) os produtos / tecnologias / processos focados e (2) seus requisitos sistêmicos, esta terceira seção tem o objetivo de identificar as áreas tecnológicas que precisam ser exploradas de tal forma que os requisitos dos produtos sejam alcançados. A evolução determinará como estes contribuirão para atender aos requisitos críticos dos produtos.

Para alcançar as projeções apontadas pelo CRS, as contribuições das seguintes áreas terão grande importância:

1. Modelo de gerenciamento da água em ambiente de Bioeconomia Brasileira

- Tecnologias de tomada de decisão

O tema água envolve todos os setores da sociedade bem como os componentes dos recursos naturais (solo, relevo, clima, substrato rochoso, fauna e flora) e os componentes socioeconômicos envolvidos na região, e também, sua inter-relação com o país e o continente. Neste contexto, a bacia hidrográfica representa uma unidade ideal para planejamento e gestão. A gestão dos recursos hídricos tem se consolidado no Brasil em especial desde a década de 80 e a organização dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH). O primeiro Comitê foi criado em 1988 e desde então outros comitês estaduais e interestaduais se estabeleceram e vem se consolidando como espaço de tomada de decisão relacionada a água, usos, disponibilidade e qualidade, demandas, dentre outros aspectos. Desta forma, os CBHs são “Parlamentos das águas” para gestão participativa e descentralizada através de levantamentos da situação da bacia hidrográfica bem como elencar as prioridades de atuação e objetivos com os Planos de Bacias e o acompanhamento por meio de Relatórios de Situação. Ainda há que se ressaltar que neste “Parlamento das águas” há participação do governo seja municipal, estadual e/ou federal, da iniciativa privada e de organizações não governamentais.

- Tecnologias de disponibilidade de água

Modelos de gestão hídrica precisam de informações adequadas, estudos de modelos e sistemas de alerta e previsão de eventos extremos. Desta forma, o monitoramento e a garantia da informação e qualidade tem papel fundamental neste processo. Considerando os impactos que os recursos hídricos têm na vida da sociedade e sendo necessário no desenvolvimento das atividades humanas há necessidade de intensificar ou aumentar o monitoramento dos recursos hídricos? Aspectos relacionados a qualidade

do monitoramento poderão melhorar? O número de pontos de monitoramento de água disponível (volume e qualidade) e de clima podem ser ampliados ou melhores posicionados? Tal fato poderá interferir na disponibilidade hídrica para a sociedade?

2. Agricultura irrigada

- Tecnologias de gestão, manejo e controle

O uso da água na agricultura irrigada apesar de ser caracterizada por uso consuntivo da água, há que ressaltar que cerca de 90% do consumo de água retorna ao ciclo hidrológico por transpiração das plantas. Quando ocorre restrição à transpiração por déficit hídrico não ocorrem ou são limitadas as trocas gasosas, a fotossíntese, o desenvolvimento e a produção. O consumo de água pelas plantas é processo dinâmico que envolve a disponibilidade de água no solo, a cultura, o estágio de desenvolvimento e o clima. Como todo processo dinâmico há necessidade de monitoramento e controle.

A melhoria na eficiência do uso da água na produção agrícola promoverá o uso sustentável dos recursos hídricos e a redução na emissão dos gases de efeito estufa. Dentre os temas destacam-se estudos relacionados demanda de água para irrigação, relação planta-ambiente para adequação de cultivos e/ou materiais genéticos em regiões ou cenários climáticos, impacto das mudanças climáticas na demanda hídrica das culturas, proposição de estratégias para economia e conservação de recursos hídricos no meio agrícola, adoção de irrigações deficitárias, respostas de materiais genéticos a condição de seca ou irrigação, uso de águas residuárias, dentre outros. As diferentes técnicas para monitoramento da água e controle da irrigação para melhoria da eficiência requer conhecimento e estratégias de tomada de decisão, com vantagens e limitações associadas ao uso. Neste contexto há que se considerar que programas de conscientização e adoção de tecnologias para uso sustentável da água precisam de treinamento, divulgação e adoção no meio produtivo e também na sociedade como um todo que é consumidora dos alimentos e bens produzidos no campo. Há estudos e informações dispersas que precisam ser organizadas, divulgadas e aplicadas bem como há ainda lacunas do conhecimento que certamente promoverão eficiência na adoção das tecnologias de controle.

- Tecnologias de aplicação e uniformidade

Os diferentes métodos de irrigação têm vantagens e limitações que necessitam ser conhecidos e estudados os meios para melhorar a eficiência, ou ainda, substituí-los por outros que possibilitem economia do uso da água. Uma das alternativas é a adoção da irrigação localizada, em especial a irrigação por gotejamento para promoção de economia do uso da água em substituição a outros métodos. Neste aspecto há que se

ressaltar que a simples substituição do método de irrigação não resolverá o problema, ou mesmo, reduzirá o uso da água. Há necessidade da adoção das técnicas de manejo e controle e ainda treinamento adequado para que o sistema de produção utilize a técnica quando necessário e de forma tecnicada, evitando frustrações devido ao uso incorreto, ou ainda por falta de cuidados necessários ao método, tais como adequação do sistema de filtragem e frequência de retrolavagem e limpeza dos filtros. Fato a acrescentar para melhorar a eficiência do uso da água no meio agrícola é relativo a redução nas perdas de água desde a captação, adução e reservação.

3. Uso de efluente de esgoto tratado na agricultura

- Tecnologias para adoção de água residuária na agricultura

O uso de água residuária na agricultura precisa ser adequado do ponto de vista ambiental, assegurar a saúde humana, ter monitoramento contínuo e legislação específica. Algumas pesquisas têm investigado a possibilidade de uso e com monitoramento ambiental e biológico para assegurar prevenção de contaminação do solo, água, material vegetal, animal e dos trabalhadores envolvidos no processo e da população. O fato é que a destinação da água residuária na agricultura, quando não acarretar em contaminação, poderá promover aumento na disponibilidade hídrica nos mananciais e com melhoria de qualidade. Fato que merece destaque é que o uso de água residuária precisa de monitoramento e controle e ainda de logística para encaminhamento ao meio rural, mesmo que em áreas próximas. Em relação a legislação de uso é necessário elucidar que ainda há carência no tratamento de esgoto e que o mesmo ao retornar aos mananciais de forma inadequada pode ser captado e aplicado em culturas para diferentes destinações (consumo cru ou não) sendo aplicado por aspersão, sulco ou gotejamento.

De acordo com a abordagem acima há necessidade de informações e adequações que favoreçam o uso sustentável da água com melhoria à disponibilidade e qualidade.

Assim, as seguintes perguntas ainda precisam ser respondidas:

Quais os principais gargalos a serem tratados ou melhorados para melhoria da eficiência com efeitos positivos na disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos relacionados aos:

- modelos de gestão dos recursos hídricos?***
- irrigação, manejo, controle e melhoria da eficiência na agricultura irrigada?***
- viabilidade do reuso da água na agricultura e conhecimento e ações relacionadas as cargas difusas nos recursos hídricos?***

Seção IV – Drivers tecnológicos

Nesse estágio, cada CSR é mapeado/transformado em drivers de tecnologia para cada grandes áreas previamente identificadas. Esses drivers de tecnologia são variáveis críticas na identificação de alternativas tecnológicas que serão selecionadas posteriormente.

A equipe de pesquisa apresenta metas para cada driver de tecnologia identificado, que correspondem ao CSR que o “produto” deve alcançar. Os objetivos do driver de tecnologia especificam o resultado positivo que determinada alternativa de tecnologia deve proporcionar em determinado período de tempo. Em outras palavras, as metas são definidas para a entrega final do sistema que se prevê no final do prazo (Visão - 2050).

A atividade humana é dependente de recursos hídricos independentemente do setor considerado, e, por isto, requer gestão considerando a necessidade dos diferentes usos e as demandas atual e futuro com promoção da sustentabilidade. A demanda pelo uso da água é crescente e sua disponibilidade afeta a qualidade de vida da população bem como delimita possibilidades da vida humana e o desenvolvimento econômico de uma região. Considerando o impacto e a importância de forma transversal na sociedade a gestão requer monitoramento, gestão e controle. Para isto o desenvolvimento de estudos, treinamento e divulgação de informações relevantes são fundamentais. Além disto o desenvolvimento de modelos e produtos e legislação quando pertinente também devem ser considerados. Há várias informações esparsas relacionadas ao tema de uso eficiente da água nos diferentes setores, mas há que se intensificar a adoção destas e também se priorizar os gaps que poderão contribuir sobremaneira para tal fim.

Drivers Tecnológicos	Atual (2017)	2025	Visão (2050)
<p>Gestão dos recursos hídricos</p> <ul style="list-style-type: none"> Modelo de gestão de recursos hídricos Monitoramento: qualidade e disponibilidade Atividades de treinamento, capacitação e aprimoramento 	<p>Low Medium</p> <p>Low</p>	<p>Medium High</p> <p>Medium</p>	<p>High High</p> <p>High</p>
<p>Irrigação</p> <ul style="list-style-type: none"> Adoção de tecnologias de manejo da água Gestão e tomada de decisão para liberação de outorgas, seleção do método de irrigação e melhoria da eficiência 	<p>Low Low</p>	<p>Medium Medium</p>	<p>High High</p>
<p>Cargas difusas</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudos: caracterização, ações e demandas. Serviço para promoção do bem-estar social e ações em momentos críticos 	<p>Low</p> <p>Low</p>	<p>Medium</p> <p>Medium</p>	<p>High</p> <p>High</p>
<p>Uso de efluente de esgoto tratado na agricultura</p> <ul style="list-style-type: none"> Seleção de prioridades e demandas para programa sustentável relacionado ao uso de efluentes e melhoria de eficiência 	<p>Low</p>	<p>Medium</p>	<p>High</p>

Como mostrado anteriormente, os seguintes elementos deste roadmap ainda estão faltando devido a lacunas de informações, tais como ferramentas de monitoramento e controle, conscientização de usuários, desenvolvimento, uso e implantação de técnicas para melhoria da sustentabilidade dos recursos hídricos.

Assim, as seguintes perguntas ainda precisam ser respondidas:

<p>Há outros drivers tecnológicos a acrescentar ou que devem ser alterados? Há concordância dos atores da sociedade envolvidos no processo?</p> <p>As ferramentas de monitoramento e controle são adequadas ao que se propõe? Há necessidade de implementação e novos desenvolvimentos?</p> <p>Há informações necessárias para estabelecimento de amplo programa para preservação e uso sustentável dos recursos hídricos?</p>

Seção V – Capacidades científicas e tecnológicas presentes

Há conhecimento científico e tecnológico relacionado a sustentabilidade hídrica na agricultura, ao uso urbano, industrial bem como de gestão no Brasil e no exterior. No entanto, grande parte das informações estão dispersas. No Brasil, em relação à caracterização e gestão de recursos hídricos há que se destacar as ações da Agência Nacional das Águas (ANA), dos Comitês de Bacias Hidrográficas e órgãos estaduais relacionados ao tema. Apesar do Brasil ocupar posição privilegiada em relação a disponibilidade da água doce superficial no mundo (12%) sua distribuição é desuniforme no território nacional e há regiões de conflito e escassez. Considerando a importância da água para o desenvolvimento humano e a tendência de aumento na pressão pelo uso o estabelecimento de programas com ações para promoção de uso racional e sustentável, treinamento, divulgação e busca de informações e de fatores que minimizem os conflitos e sustentabilidade promoverão a redução na emissão de gases do efeito estufa, aumento no número de empregos formais e desenvolvimento tecnológico.

No Brasil diversas Instituições atuam no desenvolvimento de tecnologias e geração de conhecimento e qualificação de recursos humanos em tema relacionado aos recursos hídricos na esfera federal, estadual, municipal, empresas ou organizações não governamentais. Apesar disto, ainda há necessidade de organização, priorização e da obtenção de mais informações relevantes para promoção da sustentabilidade hídrica.

O emprego de tecnologias certamente contribuirá para economia do uso da água, melhoria da disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos para as diferentes demandas da sociedade.

No Brasil há diversas Instituições de referência no tema abordado sejam públicas ou privadas, universidades, faculdades, instituições de pesquisa e ensino. Considerando o caráter amplo que envolve a pesquisa e desenvolvimento no tema de uso sustentável da água há grande número de instituições dificultando a relação de lista simplificada pois envolve profissionais das engenharias, agricultura, biologia, dentre outras.

Seção VI – Gaps e barreiras

As principais lacunas e barreiras **tecnológicas** são:

- Gestão dos recursos hídricos: adequação dos modelos de gestão de recursos hídricos à condição em que se insere na bacia hidrográfica, incluindo a simulação de cenários de curto, médio e longo prazo e os impactos nos recursos hídricos (qualidade e disponibilidade), na emissão de gases do efeito estufa, na geração de empregos, na qualidade de vida da população atual e futura.

- Irrigação: o uso racional da água na agricultura irrigada envolve temas desde a gestão e planejamento ao método de irrigação e manejo de água e sua eficiência para promoção de sustentabilidade ambiental, econômica e qualidade de vida. A dinâmica envolvida neste processo e as várias ferramentas para monitoramento e controle do volume da água requer conhecimento e tomada de decisão. As características e limitações envolvidas no uso das técnicas precisam ser conhecidas e trabalhadas para alcançar resultados positivos. O uso de sensores seja de solo, planta ou clima tem o uso baseado em fundamentação teórica que precisa ser verificada nas condições de interesse, bem como, a intensificação no desenvolvimento tecnológico de sensores e controladores para fins de economia do uso da água na irrigação. Novas possibilidades tecnológicas como o uso de imagens precisam ser investigadas para possibilitar a adoção e promoção do conhecimento de estratégias de manejo e controle.

- Controle na geração de cargas difusas nas áreas agrícolas

O uso de agrotóxicos, mesmo em baixa concentração, afeta a estrutura e função de ecossistemas, comprometendo as funções vitais de seres vivos e, assim, reduzindo a biodiversidade. Além disso, os agrotóxicos podem sofrer uma potencialização, ou seja, serem acumulados nos tecidos dos corpos de organismos e atingirem concentrações maiores do que em torno do meio ambiente. Neste contexto o conhecimento dos processos hidrológicos associados com os fluxos de sedimentos e de soluto é fundamental para geração de políticas de manejo agrícolas mais sustentáveis. Esse conhecimento visa: i) compreender o impacto das atividades agrícolas sobre os fluxos de massa nas bacias hidrográficas (regimes hidrológicos e saldos, alocação de recursos hídricos, dinâmica da erosão, mudanças na qualidade da água); ii) avaliar as intensidades e as taxas de mudança na quantidade e qualidade da água e dos recursos do solo em função das mudanças no uso da terra; iii) apoiar o desenvolvimento de abordagens de modelagem de fluxo de culturas ao associar observações e modelagem; iv) fornecer bases científicas, referências e ferramentas de diagnóstico para engenharia agroambiental de paisagens cultivadas. Infelizmente, pouco se sabe sobre a dispersão dessas substâncias no meio em especial, nos solos e nos corpos d'água, nem aqueles que resultam em contaminação de plantas. A busca dos determinantes da liberação da molécula dentro do perfil do solo e sua transferência para os corpos d'água superficiais e subterrâneos são dependentes das características das características dos produtos. Modelos para prevenção e mitigação do meio devem ser desenvolvidos com base nas propriedades hidrodinâmicas dos solos e nos eventos climáticos, na identificação das fontes e dinâmicas da contaminação na escala da bacia hidrográfica. Assim, a identificação das principais áreas que contribuem para a poluição e o potencial da presença de substâncias poluentes ao longo do tempo em diferentes escalas, contribuem

para o diagnóstico da importância e da evolução a curto e longo prazo de contaminação das águas subterrâneas e da água superficial e a compreensão dos estresses químicos aos organismos aquáticos.

- Uso de efluente de esgoto tratado na agricultura: A disponibilidade e a qualidade da água para a população bem como o tratamento, uso e aplicação de seus resíduos tem fundamental importância para a sociedade. Inovações com melhoria de eficiência nas diversas etapas bem como sua aplicação são necessárias de forma continuada.

Principais gargalos e barreiras **não tecnológicas** são:

- Conscientização e ações para sustentabilidade dos recursos hídricos: a conscientização da população é necessária para incorporação de ações, identificação de produtos e serviços comprometidos com a causa, divulgação de cenários futuros com e sem preservação dos recursos hídricos, valorização de produtos e tecnologias para economia e preservação da qualidade da água;

- Transferência de tecnologia: o manejo da água na agricultura irrigada, a substituição do método ou melhoria da eficiência do método, uso de água residuária na agricultura são processos que necessitam de conhecimento e treinamento e tomada de decisão.

- Obtenção de financiamentos: a obtenção de financiamentos associados a processos de melhoria e adequação a partir de projetos comprovando as ações;

- Selos de qualidade hídrica: produtos e processos que reduzam o uso da água e os impactos do uso nas épocas de menor disponibilidade poderão ser reconhecidos com certificação ou selos. Para tanto a implantação de programas precisa ser estudada e planejada.

As lacunas e barreiras tecnológicas e não tecnológicas apresentadas podem ser alteradas, excluídas ou complementadas. Assim, pergunta-se:

- **Há outras lacunas e barreiras a serem acrescentadas ou retiradas?**
- **Há convergência dos diferentes setores da sociedade envolvidos (governo, academia) em relação às lacunas existentes?**
- **Quais exemplos de uso podem ser apresentados para melhoria deste panorama?**

Seção VII – Análise

Com os direcionadores de tecnologia e as metas especificadas anteriormente, o objetivo desta seção é identificar possíveis alternativas tecnológicas para atender tais metas, identificando o tempo de maturação (curva de aprendizado) para cada alternativa de tecnologia.

Ele também identifica os pontos de tomada de decisão preliminares - se mais de uma alternativa tecnológica foi identificada - em que as futuras equipes responsáveis pela implementação das recomendações do TRM terão que tomar decisões.

Como mostrado acima, os seguintes elementos deste *roadmap* ainda estão faltando devido a lacunas de informações:

Em relação a gestão de recursos hídricos vários aspectos foram abordados, mas há que se ressaltar que enfoque no monitoramento da qualidade e da disponibilidade, bem como, no treinamento e capacitação dos envolvidos e ações de conscientização global poderão contribuir para melhoria do processo.

A adoção da irrigação como prática cultural para melhoria de produtividade e qualidade precisa estar associada ao uso racional da água, seja pela escolha do método de controle adotado, seja pela averiguação da eficiência e necessidade de substituição do método ou mesmo manutenção e reparo. Assim há que validar e divulgar alternativas técnicas para uso além de avaliar alternativas para usuários com perfis econômicos diferenciados.

Para o uso de efluente de esgoto tratado na agricultura há necessidade de compilar as legislações vigentes e pesquisas realizadas para promoção de uso sustentável deste efluente com garantia de sustentabilidade ambiental. Esta possibilidade de uso promove a redução de recursos hídricos do manancial para fins de irrigação e ainda, aplica parte do efluente no solo para suprimento hídrico e nutricional às plantas. No entanto, o tema demanda debate dos vários agentes envolvidos no processo para evitar contaminação do homem, do ambiente e do meio ambiente. Considerando a relevância do tema há que se aplicar muito esforço para o entendimento dos processos e de como melhorar para que tal aplicação seja adequada.

Conclusão

Há necessidade de levantamento de informações para fornecer subsídios ao planejamento de políticas públicas para que gargalos relacionados a sustentabilidade dos recursos hídricos possam ser respondidos. Desta forma o workshop “*Sustainable Water Use*” deverá contribuir para responder:

- Como melhorar ou otimizar a gestão de recursos hídricos em regiões com demanda hídrica crescente para os diferentes usos?

- O uso racional da água na agricultura irrigada precisa ser melhorado e adotado pelos usuários. Assim quais as técnicas de controle disponíveis e tendências futuras? A adequação do Sistema de irrigação deverá passar por substituição do método ou apenas manutenção e substituição gradativa quando necessário?

- O uso de águas residuárias na produção de alimentos poderá ser viabilizada do ponto de vista ambiental, social e econômico? Há necessidade de desmistificação sobre alimentos produzidos desta forma? O uso deverá ser apenas para algumas plantas e métodos de irrigação com necessidade de acompanhamento por indicadores como processo de garantia a população atual e futura?

Objetivos do Workshop

No Workshop serão discutidas estratégias efetivas para a sustentabilidade dos recursos hídricos que envolvem a preservação de recursos hídricos, modelos de gestão, irrigação, manejo da água, reuso de água na agricultura e cargas difusas.

Questões

(Os palestrantes e debatedores de cada painel deverão procurar abordar as questões a seguir como diretriz. Entretanto, outras questões consideradas relevantes poderão ser abordadas e priorizadas).

Sessão 1 – Gestão da água

Desafios da gestão de águas em regiões Metropolitanas com escassez severas de água.

O crescimento da RMC, que de 680 mil habitantes na década de 1970 passou a 2.7 milhões em 2010, criou um impasse nas questões dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. A RMSP tem atualmente, segundo algumas previsões, 19 milhões de pessoas e, somada à RMC, ultrapassam 20 milhões de pessoas. Tal crescimento populacional gera preocupações entre disponibilidade e demanda de água. Para agravar a questão, nos últimos anos, técnicos operadores dos reservatórios constataram que as vazões médias anuais aparentemente diminuíram na entrada dos reservatórios de Atibainha e Cachoeira. Decorridos mais de 40 anos após a construção de grande obra de engenharia para abastecer a população nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas continuam a se deparar com o mesmo problema de disponibilidade de água para a crescente população urbana. Um dos primeiros passos para otimizar a produção de água em bacias hidrográficas seria tratar as questões entre disponibilidade e demanda de forma conectada às necessidades econômicas e sociais da sua população. O conhecimento dos processos motores envolvidos na dinâmica hidrológica das bacias permite a implementação de planos adequados de uso das terras e manejo, de forma a garantir o abastecimento hídrico sustentável.

Entraves tecnológicos no planejamento sustentável das regiões metropolitanas.

1. Quais as principais políticas de gestão das regiões Metropolitanas devem implementadas para redução da degradação ambiental da região, em especial, a água?
2. Quais as principais ações de planejamento das águas para minimizar os efeitos da escassez severa?
3. Como reduzir os desperdícios de águas nas regiões Metropolitanas?
4. Quais são os entraves no diálogo entre os gestores públicos e a população das regiões metropolitanas para reduzir os efeitos negativos da escassez severas de águas?

Gargalos tecnológicos no desenvolvimento de modelos de gestão das águas das regiões Metropolitanas.

1. Como superar os gargalos tecnológicos dos modelos de gestão das águas nas regiões Metropolitanas?
2. Quais as melhores experiências nacionais e internacionais na implementação de modelos de gestão das águas?

3. Quais conhecimentos mais relevantes que devem alcançados no futuro para melhorar os modelos de gestão das águas?

Seção II – Agricultura irrigada

Considerando a concentração da população nos centros urbanos e a necessidade de produção de alimentos e energia e a demanda no uso da água para as diversas atividades da sociedade o crescimento precisa ser atrelado a eficiência nos sistemas produtivos. Esta eficiência envolve o uso racional da água para produção de alimentos e energia, geração de emprego e de renda, melhoria na qualidade de vida e com baixo impacto nos ecossistemas naturais. Ainda neste contexto, o Brasil é um dos países com grande potencial para aumento da área irrigada. No entanto, há que pensar que no país há regiões com grande disponibilidade hídrica e também regiões de escassez e com criticidade para uso dos recursos hídricos. Soma-se a isto a demanda por energia elétrica, mão-de-obra qualificada, equipamentos e logística para escoar a produção. Considerando os efeitos positivos na produtividade, na segurança alimentar, na melhoria da distribuição na oferta de produtos, redução de riscos de produção associados ao clima, geração de emprego e renda e melhoria de qualidade de vida, dentre outros aspectos verifica-se que o desenvolvimento da agricultura irrigada é fundamental. Para o crescimento sustentável há que se considerar o caráter irregular na disponibilidade hídrica de forma geo-espaço-temporal e seus impactos no uso considerando os vários setores da sociedade. Para tanto, as ações de planejamento e políticas públicas assumem caráter fundamental.

A adoção de tecnologias para promoção da produtividade precisa estar atrelada à sustentabilidade ambiental da região hidrográfica em que se insere. Neste contexto, há necessidade de redução das diferenças entre as produtividades alcançadas e os valores potenciais limitados pela genética. Para melhoria da eficiência do uso da água há necessidade de adoção de tecnologias para promoção do uso sustentável dos recursos hídricos e redução na emissão dos gases de efeito estufa.

Principais questões

1. Quais os principais entraves para o desenvolvimento da agricultura irrigada?
2. Como promover o desenvolvimento da agricultura irrigada com sustentabilidade hídrica e energética, condição de logística, uso da técnica com nível tecnológico adequado, sintonia dos usuários de água para agricultura, para consumo urbano e industrial evitando situações de conflito?
3. Quais as possíveis ações de planejamento poderão auxiliar o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada?

4. Quais programas e pesquisas poderão fornecer informações para o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada?
5. Quais as principais dificuldades de implementar manejo da água utilizando o solo como indicador, a planta, o clima ou ainda uma associação destes indicadores?
6. Há necessidade de mais pesquisas para fornecer parâmetros básicos para o manejo da água na agricultura irrigada?
7. O uso de imagens no monitoramento do estado hídrico das plantas e auxílio no uso racional água na agricultura pode ter papel relevante na tomada de decisão?
8. O desenvolvimento de novos equipamentos para o manejo da água na agricultura irrigada precisa ser estimulado?

Sessão III – Cargas difusas

Pouco se sabe sobre a dispersão dessas substâncias no meio em especial, nos solos e nos corpos d'água, nem aqueles que resultam em contaminação de plantas. A busca dos determinantes da liberação da molécula dentro do perfil do solo e sua transferência para os corpos d'água superficiais e subterrâneos são dependentes das características das características dos produtos. Modelos para prevenção e mitigação do meio devem ser desenvolvidos com base nas propriedades hidrodinâmicas dos solos e nos eventos climáticos, na identificação das fontes e dinâmicas da contaminação na escala da bacia hidrográfica. Assim, a identificação das principais áreas que contribuem para a poluição e o potencial da presença de substâncias poluentes ao longo do tempo em diferentes escalas, contribuem para o diagnóstico da importância e da evolução a curto e longo prazo de contaminação das águas subterrâneas e da água superficial e a compreensão dos estresses químicos aos organismos aquáticos. Todos esses aspectos contribuem para uma melhor gestão do meio ambiente pelos atores envolvidos.

Principais questões

1. Quais as principais políticas de gestão das águas que devem implementadas para redução dos potenciais de formação de cargas difusas de origem de agrotóxicos?
2. Quais as principais ações de manejo agrícola redução dos potenciais de formação de cargas difusas de origem de agrotóxicos nas águas?
3. Quais são as soluções de alta tecnologia para reduzir o impacto negativo os potenciais de formação de cargas difusas de origem de agrotóxicos nas águas?
4. Quais as principais políticas de gestão das águas que devem implementadas para redução de nutrientes de origem agrícola nas águas das bacias hidrográficas?
5. Quais as principais ações de manejo agrícola redução de nutrientes de origem agrícola nas águas das bacias hidrográficas?
6. Quais são as soluções de alta tecnologia para reduzir de nutrientes de origem agrícola nas águas das bacias hidrográficas?

Sessão IV – Uso de efluente tratado na agricultura

O uso de efluente na agricultura é tema relevante, pois possibilita disposição no solo, resultando em redução de captação e melhoria da qualidade da água nos mananciais hídricos. No entanto, tal utilização requer adequação técnica científica para adoção e garantia de sustentabilidade ambiental e segurança da mão-de-obra envolvida no processo e ao consumidor do produto atual e sociedade futura. Para tanto, legislação, monitoramento e controle do uso são fundamentais para imprimir ao processo segurança alimentar e ambiental.

Principais questões:

1. A legislação relacionada ao tema no Brasil está adequada para promover sustentabilidade ambiental e segurança da população?
2. Há necessidade intensificação de pesquisas relacionadas aos impactos no uso de águas residuárias no ambiente (solo, água e planta, homem)?
3. Quais as características que poderiam ser aprimoradas para reuso de água na agricultura com menor risco de impacto ambiental?
4. Quais os principais gargalos na adoção de águas residuárias na agricultura?
5. Frente as características, vantagens e limitações da aplicação de água residuárias quais tópicos são importantes para estudo e desenvolvimento de pesquisas bem como equipamentos e processos que possam inovar no tratamento do efluente para viabilizar o uso com segurança?

Literatura

Agência Nacional de Águas (Brasil). Atlas Irrigação: Uso da água na agricultura irrigada.

Brasília, ANA, 2017. 86p.

Blain, G.C. & Bardim-Camparotto, L. (2014). Detecting trends in 10-day rainfall amounts at five sites in the state of São Paulo, Brazil. *Acta Scientiarum*, v.36, n.4, p. 685-692. 2014. <http://dx.doi.org/10.4025/actascitechnol.v36i4.20513>

EMBRAPA. Reúso de água na agricultura. Marcos Brandão Braga, Carlos Eduardo Pacheco Lima, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2014. 200 p

FAO. 2011. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.

FAO 2016. The State of Food and Agriculture (SOFA) – Climate change, Agriculture and Food Security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.

FEALQ 2014 - Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada – Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, Piracicaba, SP, Brasil.

Pereira, V. R., Blain, G. C., Avila, A. M. H., Pires, R.C.M. & Pinto, H. S. (2017). Impacts of climate change on drought: changes to drier conditions at the beginning of the crop growing season in southern Brazil. *Bragantia*, Epub December 18, 2017. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.2017007>

Victor O. Sadras, Vincent Vadez, R. Purushothaman, Lachlan Lake, Helen Marrou. Unscrambling confounded effects of sowing date trials to screen for crop adaptation to high temperature. **Field Crops Research**. Volume 177, 2015, Pages 1-8, doi.org/10.1016/j.fcr.2015.02.024.