

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Thalis Leandro Bezerra de Lima (1); Silvanete Severino da Silva (2); Viviane Farias Silva (3); José Dantas Neto (4)

1. Graduando em Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: tthallisma@gmail.com
2. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: silvanete.h@hotmail.com
3. Pós-doutoranda do Programa PPGEA, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: flordeformosur@hotmail.com
4. Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: zedantas1955@gmail.com

Resumo: Os sistemas agroflorestais têm sido adotados como auxílio ao homem do campo, principalmente, no aumento da produtividade dos solos agrícolas. Os SAFs podem ser utilizados em conjunto culturas agrícolas, e/ou forrageiras e/ou em junção com animais, em uma mesma unidade de manejo. Dessa forma, o objetivo desse trabalho de revisão é levantar informações pertinentes acerca da avaliação do potencial do uso da água residuária na recuperação de uma área degradada dentro de um sistema agroflorestal. A palma forrageira é considerada um alimento estratégico para os ruminantes no semiárido brasileiro, por demonstrar alto potencial de produção de fitomassa e baixas exigências hídricas. Uma proposta de reuso para motivos agrícolas carece de um bom planejamento, e controle da prática, pois abrange alguns riscos. Acerca desses riscos do reuso não planejado, podem-se ressaltar: o comprometimento da saúde pública; contaminação do solo; contaminação do lençol freático; acúmulo de nitratos, compostos tóxicos, orgânicos e inorgânicos; a presença de microrganismos patogênicos pode resultar em problemas sanitários pela contaminação de culturas, água, solo e ar; acúmulo de contaminantes químicos no solo; e o aumento significativo de salinidade em camadas insaturadas. O incentivar às pesquisas que procuram avaliar a potencialidade de água de reúso na recuperação de áreas degradadas utilizando-se do sistema agroflorestal pertinente para a região em destaque, como o semiárido, considerando também os impactos positivos e negativos da água residuária sob o solo e as culturas que se pretende desenvolver na área de estudo e pesquisa, verificando a contribuição na fertilidade do solo e a capacidade de desenvolvimento vegetal.

Palavras-chaves: Escassez hídrica, restauração ecológica, efluente doméstico.

INTRODUÇÃO

A reutilização de água ou a utilização de águas de esgoto não é uma concepção nova e tem sido efetuado em todo o mundo há muitos anos. Encontram-se informações de sua prática na Grécia Antiga, com a distribuição de esgotos e seu uso na irrigação. Apesar disso, a busca crescente por água tem feito do reuso projetado da água um assunto atual e de elevada relevância (CETESB, 2017).

A água é um bem natural finito e fundamental à vida, seja como elemento bioquímico de seres vivos, como meio de vida de diversas espécies, como recurso expressivo de princípios sociais e culturais, além de relevante elemento de produção no desenvolvimento de variadas atividades econômicas (BERNARDI, 2003).

Por muito tempo esse recurso foi julgado pela humanidade como inesgotável e, provavelmente por isso, tenha sido mal gerenciado. Em consequência disto sobram exemplos de escassez de água doce, notada pela diminuição do nível dos lençóis freáticos, a contração dos lagos, a secagem dos pântanos, diversas regiões do mundo apresentam este panorama intensificado (FLORENCIO et al., 2006).

Além das prováveis limitações futuras quanto a disponibilidade de água no relativo a perspectiva quantitativos, é preciso refletir também as perspectivas qualitativos. As variadas espécies de poluição são os fundamentais responsáveis pela redução e pronta disponibilidade de água quando se fala aos perspectivos qualitativos (MATTOS, 2003).

Dessa maneira, a disponibilidade deste bem natural se reduz cada vez mais, tanto em quantidade como qualidade. Seu uso pela humanidade modificando-a, de potável, em residuária ou esgoto, pela incorporação de elementos indesejáveis de caráter físico, químico e especialmente microbiológico que alteram sua qualidade (FUNASA, 2007).

Diante do exposto, o uso da água residuária de esgoto doméstico na produção de palma forrageira em sistema agroflorestal surge como estratégia no acúmulo de nutrientes, além do poder de recuperação dos solos em área degradada, fazendo-se justificável o objetivo de estudo bibliográfico sobre o assunto.

EFLUENTE DOMÉSTICO COMO DESAFIO MUNDIAL

A administração dos recursos hídricos possui um grande desafio: balancear a carência dos usuários e a disponibilidade de água. A pressão social a respeito dos recursos hídricos pode ser diminuída com o controle das demandas. Despontando dessa maneira o reuso de águas. Conforme Rodrigues (2005) o reuso de água manifesta-se atuando em dois aspectos: mecanismo para diminuição do consumo de água (controle de demanda); Água de reuso julgada recurso hídrico complementar.

As águas intituladas residuárias são aquelas resultantes do descarte em esgoto, efluentes líquidos das edificações e indústrias. E demonstram grande expectativa de reciclagem e reutilização em diversos processos.

A reutilização de água ou a utilização de águas residuárias não é uma concepção nova e tem sido efetuado em todo o mundo há muitos anos. Encontram-se informações de sua prática na Grécia Antiga, com a distribuição de esgotos e seu uso na irrigação. Apesar disso, a busca crescente por água tem feito do reuso projetado da água um assunto atual e de elevada relevância (CETESB, 2010 apud CUNHA, 2011). Ainda conforme Cunha (2011) realizar reuso de água versa-se da fixação de uma baixa estação de tratamento de água de utilização 'nobre' (banho e pias) para reutilização em fins 'menos nobres', como descargas, lavagens de piso e outros.

EFLUENTE DOMÉSTICO NO BRASIL

No Brasil, evidenciam-se diversas ações. A ABES-SP evidencia um documento resumo (ABES, 1992) onde são demonstradas algumas referências a médio e a longo prazo tendo em vista incentivar a reutilização como um método possibilidade ao planejamento ambiental. Nesse documento, são aconselhadas algumas atividades para simplificar a instauração de um projeto de reutilização, entre eles: pesquisas a respeito do reuso da água, notando o ângulo de utilização múltiplo dos recursos hídricos; programas de reciclagem da água em indústrias; pesquisas e criação de sistemas duplo de distribuição; pesquisas em sistemas mais desenvolvidos de esgoto; estabelecimento de padrões de qualidade atendendo o reuso pretendido.

Todavia, conforme a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do CNRH, o reuso de água baseia-se na técnica de racionalização e de conservação de recursos hídricos, conforme com os fundamentos propostos na Agenda 21. Tal técnica diminui a evacuação de poluentes em corpos receptores, mantendo os recursos hídricos para o abastecimento público e outras utilizações mais rigorosas quanto à qualidade; diminui os custos ligados à poluição e colabora para a defesa do meio ambiente e da saúde pública (CUNHA, 2011).

O artigo 2º dessa mesma resolução apresenta as seguintes descrições:

I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não;

II - reuso de água: utilização de água residuária;

III - água de reuso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;

IV - reuso direto de água: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

V - produtor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;

VI - distribuidor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso; e

VII - usuário de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso.

A água é essencial para o suprimento mundial de alimentos e para a irrigação. Informações da ONU apresentam que aproximadamente 70% da água disponível no mundo é usada para irrigação e no Brasil essa taxa pode alcançar os 72%. Seus relatórios demonstram que a utilização da água tem aumentado a uma taxa duas vezes maior do que o crescimento da população ao decorrer do último século. A propensão é que o consumo seja aumentado em até 50% até 2025 nos países em desenvolvimento; e em 18% nos países desenvolvidos.

Pode-se apresentar variados exemplos mundiais de aplicação de reuso de águas. Na Tabela 1 foram relacionados alguns casos de reuso na agricultura, em áreas urbanas, em áreas industriais e casos onde o reciclo é empregado para complementar às fontes de água.

Tabela 1. Experiências de reuso aplicadas em diferentes setores com diversas finalidades.

	Local	Vazão (Mm³/ano)	Aplicação	Observação
Reuso na agricultura	Monterey, Califórnia - USA	≤ 20	Irrigação 5.000 existe plantação de vegetais	Antes do reuso, o demasiado uso de água subterrânea estava provocando a intrusão de água do mar no aquífero.

	Região de Dan - Israel	≈130	Percolada para recarga do aquífero e depois aplicação na agricultura	A procura por água em Israel ultrapassa a oferta em aproximadamente 1.800Mm ³ /ano.
	Virgínia - Austrália	≤ 30	Irrigação de plantações	Uma parcela da água reutilizada advém de procedimento de 43,8Mm ³ /ano por tecnologias de flotação por ar dissolvido e filtração.
Reuso em áreas urbanas	Irvine Ranch, Califórnia - USA	≈15	Usos ornamentais, irrigação de pequenas plantações, lagos ornamentais, lavagem de carro e usos industriais.	A água de reuso é disponibilizada por um sistema de abastecimento coexistente ao sistema de abastecimento de água para fins potáveis
	Homebush Bay, Sidney - Austrália	≈2,5	Descarga de vasos sanitários, irrigação de espaços públicos e jardins residenciais.	A água de reuso, procedente do sistema de tratamento de efluentes sanitários, é homogeneizada à água pluvial. A microfiltração e osmose reversa são usadas para alcançar o nível requerido de qualidade
	São Paulo - Brasil	≈9	Irrigação de áreas públicas e disponibilização da água para uso industrial	Suplementarmente, a água de reuso é usada para limpeza de equipamentos e do pátio da empresa de saneamento (SABESP)

Reuso industrial	Phoenix - USA	≈90	Sistema de resfriamento	A estação cria eletricidade da energia nuclear. A média pluviométrica da região é de apenas 175mm/ano.
	Sidney - Austrália	≈1,2	Geração de vapor	O efluente tratado passa a ter polimento através de um sistema que emprega microfiltração e osmose reversa para posterior desmineralização. A água é utilizada na geração de vapor para movimentação das turbinas de geração de energia elétrica
	Singapura	≈26	No processo de fabricação de semicondutores	Utiliza-se de processos de tratamento que empregam microfiltração, osmose reversa seguida de aplicação de ultravioleta.
Reuso para complementar as fontes de água	Orange Country, Califórnia (EUA)	≈73	Recarga de aquífero para abastecimento com fim potável para prevenir entrada de água salina	Depois de 15 anos de monitoramento não foram observadas alterações substanciais de qualidade da água do aquífero
	Windhoek - Namíbia	≈8	A água de reuso é misturada à água do manancial com a vazão de tratamento	Trata-se da primeira planta de reuso do Mundo.

Fonte: Moruzzi (2008)

Conforme a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) uma diminuição de 10% no desperdício seria capaz de fornecer o dobro da população mundial dos dias atuais. A Agência Nacional de Águas diz que “apesar da agricultura irrigada ser o principal uso no país e por isso requerer maior atenção dos órgãos gestores, visando ao uso racional da água, ela resulta em aumento da oferta de alimentos e preços menores em relação àqueles produzidos em áreas não irrigadas devido ao aumento substancial da produtividade”, pondera o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. (BRASIL, 2012).

BAIXOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NO SEMIÁRIDO

O motivo da escassez de água no Nordeste está, a princípio, na pequena pluviosidade e irregularidade das precipitações pluviométrica na região, também por conta de uma estrutura geológica que não possibilita guardar de forma satisfatória água no subsolo, o que interfere justamente no volume de água dos mananciais hídricos superficiais (BRASIL, 2012)

A fragilidade de recursos hídricos transforma a água um assunto essencial na sobrevivência das populações nordestinas que, constantemente armazenam e fazem uso águas com qualidade duvidosa, tanto para consumo humano como para a irrigação. A falta de chuvas e a ausência de uma política de desenvolvimento que consideram as especificidades regionais prejudicam a qualidade de vida e impossibilita a fixação do homem na região. Nessa conjuntura, é preciso guardar as águas doces de qualidade para abastecimento humano e animal, além de procurar o uso de águas marginais, podendo ser de águas salobras ou esgotos domésticos tratados, para a irrigação (SCHAER-BARBOSA et al., 2014).

ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA AGRICULTURA COM ENFOQUE NO SEMIÁRIDO

Baseado nesses dados investiga-se a relevância da aplicação em políticas públicas para utilização da técnica do uso de águas residuais na agricultura, uma vez que demonstra um considerável controle da reserva dos mananciais. Especialmente em regiões como o Nordeste onde a escassez de água é mais sentida no país.

Para isto, é necessário observar se realmente esse sistema pode propiciar uma qualidade de vida melhor para as famílias e se disponibilizar um suporte de manejo apropriado. Silva (2010) destaca esta região tem sido penalizada pelas secas recorrentes, ou épocas de estiagem, onde milhares de nordestinos amargam os resultados da falta de água.

Sendo assim, o déficit hídrico está ligado também com a carência de alimentos. Em regiões nas quais a falta de água é um elemento restritivo de crescimento, observa-se a dependência externa de produtos agrícolas, pode-se citar como exemplo os grãos, que possuem alta necessidade hídrica. Logo, o problema de falta de água é também um problema de escassez de alimentos (BERNARDI, 2003).

A agricultura está sujeita ao suprimento de água a um grau tal que a sustentabilidade da produção de alimentos não será capaz ser sustentada sem que se determinem critérios inovadores de gestão. Contudo o reuso racional e planejado de águas de baixa qualidade estabelece o mais moderno e eficiente instrumento de gestão para assegurar a sustentabilidade dos recursos hídricos (HESPANHOL, 2002).

A agricultura vem ampliando as suas áreas cultiváveis para regiões que não demonstram precipitação necessária para o desenvolvimento da cultura, por esta razão, a irrigação transformou-se uma opção para a complementação ou aumento total da lâmina de água essencial para a apropriada germinação, crescimento e produtividade da cultura.

Além da consequência direta da disponibilidade de água para as plantas, outras razões colaboram para que a irrigação possibilite elevação na produtividade da cultura. Razões essas: a utilização mais eficaz de fertilizantes, a viabilidade de emprego de uma superior densidade de plantio e a viabilidade de utilização de multiplicidade que respondem melhor à irrigação (EMBRAPA, 2006).

Quando usadas na agricultura, as águas residuárias produzem água e nutrientes para as culturas simultaneamente em que oferece o uso da água doce de boa qualidade para o abastecimento das cidades (AZEVEDO, 2004).

Uma proposta de reuso para motivos agrícolas carece de um bom planejamento, e controle da prática, pois abrange alguns riscos. Acerca desses riscos do reuso não planejado, podem-se ressaltar: o comprometimento da saúde pública; contaminação do solo; contaminação do lençol freático; acúmulo de nitratos, compostos tóxicos, orgânicos e inorgânicos; a presença de microrganismos patogênicos pode resultar em problemas sanitários pela contaminação de culturas, água, solo e ar; acúmulo de contaminantes químicos no solo; e o aumento significativo de salinidade em camadas insaturadas (COSTA, 2010).

NUTRIÇÃO MINERAL

A região Semiárida do Nordeste do Brasil é identificada pela carência hídrica com instabilidade das precipitações pluviométricas e pela existência de solos pobres em matéria orgânica (SILVA, 2010). Nesta circunstância, a tática de unir o reúso de água com a probabilidade de irrigação na produção de alimentos é essencial para a convivência com o Semiárido.

Dezessete substâncias químicas são classificadas fundamentais para as plantas: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn e Ni. Todavia, a fácil existência de substâncias químicas nas cinzas de uma planta não é parâmetro real de sua imprescindibilidade quantitativa ou qualitativa, visto que as plantas demonstram seletividade limitada na absorção (MARSCHNER, 1995).

Taiz e Zeiger (2004) relacionam as substâncias fundamentais em dois grupos: substâncias conseguidas da água e do ar, por meio da fotossíntese (H, C e O) e substâncias minerais, conseguidas do solo ou por meio da adubação. Estes no que lhe concerne podem ser separadas em macronutrientes (N, K, P, S, Ca, Mg) e micronutrientes (Cl, Fe, B, Mn, Zn, Cu, Ni, Mo).

Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) distingue-se pelas transformações morfofisiológicas causadas nos vegetais. Quantitativamente, é o mais relevante para seu desenvolvimento, sendo que está existente em superior quantidade na matéria seca do que qualquer outro elemento que se julgue (ENGELS e MARSCHNER, 1995).

Taiz e Zeiger (2004) esclarecem ainda que, uma vez que o nitrogênio se localiza-se ligado com diversos componentes celulares, como aminoácidos e ácidos nucléicos, o indicio mais representativo da sua carência é a diminuição na taxa de crescimento. Dessa forma, o primeiro indicio a se demonstrar nas plantas é a clorose das folhas mais velhas, por causa da translocação do nitrogênio nelas compreendido para as folhas mais novas para que aconteça a manutenção dos pontos de crescimento.

Assim como a falta de nitrogênio o excesso também pode ser prejudicial à planta. O demasiado suprimento de nitrogênio acarreta crescimento demasiado da porção aérea em ligação ao sistema radicular, deixando a planta mais vulnerável ao déficit hídrico e a deficiência de nutrientes, especialmente fósforo e potássio. Com o demasiado desenvolvimento foliar a consequência positiva do nitrogênio na fotossíntese reduz pelo sombreamento. O crescimento do sombreamento pode causar modificações nas condições microclimáticas, estimulando a incidência de infecções por

fungos. O nitrogênio também amplia a concentração de aminoácidos e de amidas no apoplasto e na superfície foliar, que ao que tudo indica têm maior influência que os açúcares no desenvolvimento das doenças fúngicas (RAIJ, 1991; ENGELS e MARSCHNER, 1995; SALES, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a dinâmica do ciclo hidrológico do planeta que torna a água escassa em muitas regiões e considerando as inúmeras formas de contaminação e desperdício dos corpos hídricos, conclui-se que a importância de um sistema sustentável como o agroflorestal em consórcio com a reutilização de água de reúso tida como “suja” ou imprópria ao consumo humano é importante para recuperar desde áreas degradadas pelo desmatamento e também para tratar um efluente doméstico resultado das atividades humanas.

Portanto, é importante incentivar as pesquisas que procuram avaliar a potencialidade de água de reúso na recuperação de áreas degradadas utilizando-se do sistema agroflorestal pertinente para a região em destaque, como o semiárido, considerando também os impactos positivos e negativos da água residuária sob o solo e as culturas que se pretende desenvolver na área de estudo e pesquisa, verificando a contribuição na fertilidade do solo e a capacidade de desenvolvimento vegetal.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). Reúso da Água. **Revista DAE**, SABESP, São Paulo, n.167, set/out 1992, p. 24-32.

AZEVEDO, L. P. **Avaliação da qualidade microbiológica e da produção de alface americana sob diferentes sistemas de irrigação utilizando águas residuárias**. 2004, 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

BERNARDI, C. C. **Reúso de água para irrigação**, 2003. Monografia (Pós-graduação), Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, Fundação Getúlio Vargas, Brasília-DF.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil 2012**. Brasília: ANA, 2012a. 264 p.

BRASIL. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **A questão da água no Nordeste**. Brasília: CGEE, 2012. 436p.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental- (CETESB). **Reúso da água**. São Paulo. SP. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_reuso.asp. Acesso em 20 de outubro de 2017.

COSTA, R. H. P. G; Água: matéria-prima primordial à vida *In*; **Reúso da Água - 2ª edição revista, atualizada e ampliada**, TELLES, D.D.; COSTA, R. H. P. G, 2010.

CUNHA, A. H. N. **O reúso de água no brasil: a importância da reutilização de água no país**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.13, p. 1225 -1248, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 412p.

ENGELS, C.; MARSCHNER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. *In*: BACON, E. P. **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, p.41-71.1995.

FLORENCIO, L. et al. Utilização de esgotos sanitários: marcos conceituais e regulatórios. *In*: FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-15.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Aplicação controlada de água residuária e lodo de esgoto no solo, para melhorar e incrementar a agricultura do semi-árido nordestino**. Brasília, DF, 2007. 120 p.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, Volume 7, nº4, out/dez 2002, p.75-95.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants** (2nd ed.) London: Academic Press, 1995. 889p.

MATTOS, K. M. da C. **Viabilidade da irrigação com água contaminada por esgoto doméstico na produção hortícola**. 2003. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

MORUZZI, R. B. **Reúso de Água no Contexto da Gestão de Recursos Hídricos: Impacto, Tecnologias e Desafios**. OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro / SP, Brasil – Ano VIII, Vol. 8, N.3, P. 271 à 294. 2008.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronomica Ceres/Potafos. 1991. 343p.

RODRIGUES, R. dos S. **As Dimensões Legais e Institucionais de Reúso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil**, 2005. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SALES, H. B. **Efeito do equilíbrio nutricional na severidade de doenças de plantas**. Divulgação técnica Manah, Ano 23, n. 168, 2005.

SCHAER-BARBO, S.; SANTO, M. E. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da bahia. **Ambiente & Sociedade**, v. XVII, n. 2 n p. 17-32, 2014.

SILVA, R. B. L. e. **Diversidade, uso e manejo de quintais agroflorestais no Distrito do Carvão, Mazagão-AP**, Brasil. Tese (Doutorado) –Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém, 2010.

TAIZ, L.; ZAIGER, E. **Fisiologia vegetal** (3ª ed.) Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.