ESTUDO DA PEGADA HÍDRICA DAS FLORESTAS PLANTADAS NO CONTEXTO DA TOMADA DE DECISÃO POR PARTE DOS STAKEHOLDERS

STUDY OF THE WATER FOOTPRINT OF PLANTED FORESTS IN THE CONTEXT OF DECISION MAKING BY STAKEHOLDERS

Saionara da Silva
Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
saiomat00@gmail.com
Denise Barros de Azevedo
Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
denise.azevedo@ufms.br

Grupo de Trabalho (GT): GT04. Questão ambiental, agroecologia e sustentabilidade

Resumo
A pesquisa visa "Analisar as contribuições da literatura recente para o estudo da Pegada Hídrica das Florestas Plantadas no contexto da Tomada de Decisão por parte dos *Stakeholders*". Por meio de uma revisão a qual utilizaou os termos "*Water Footprint of Planted Forests*" para o título e palavras-chave, e "*Water Footprint*", "*Planted Forests*", e "*Stakeholders*" para o texto. Estabelecendo como critério "somente artigos", foram selecionados 11 artigos para análise. Com isso, foi possível identificar nove agrupamentos de contribuições para o tema central da pesquisa, essas contribuições englobam desde a Abordagem dos Stakeholders, Conceitos de Pegada Hídrica, Impactos das Florestas e de cada Espécie de Floresta nos Recursos Hídricas, até mesmo as Lacunas e Oportunidades de Pesquisa, entre outros assuntos. Evidencia-se que é imprescindível realizar um estudo que aborde de forma conjunta os assuntos-chave da presente pesquisa.
Palavras-chave: Pegada Hídrica, Florestas Plantadas, Tomada de Decisão, *Stakeholders*

Abstract
The research saw "Analyze the contributions of recent literature to the study of the Water Footprint of Planted Forests in the context of Decision Making by Stakeholders". Through a review which used the terms "Water Footprint of Planted Forests" for the title and keywords, and "Water Footprint", "Planted Forests", and "Stakeholders" for the text. Establishing "only articles" as the criterion, 11 articles were selected for analysis. With this, it was possible to identify nine groups of contributions to the central theme of the research, these contributions range from the Stakeholder Approach, Water Footprint Concepts, Impacts of Forests and each Species of Forest on Water Resources, even Gaps and Opportunities Research, among other subjects. It is evident that it is essential to carry out a study that jointly addresses the key issues of this research.
***Key words**: Water Footprint, Planted Forests, Decision Making, Stakeholders*

1. Introdução

O termo *Stakeholder* foi criado pelo filósofo Robert Edward Freeman em 1963, e foi ganhando notoriedade e espaço no meio científico. Mais tarde Freeman (1984) o definiu como qualquer grupo ou indivíduo que afeta ou é afetado pelo alcance dos objetivos da empresa. Esses indivíduos precisam a todo momento tomar decisões. Trazendo isso para o contexto ambiental e de sustentabilidade, pode-se mencionar a governança da água, um bem tão importante para a população. Nesse sentido, em uma obra conjunta entre Jacobi e Empinotti (2012), Jacobi reforça que as práticas de Governança da Água são processos complexos que exigem interação, negociação e cooperação entre os diferentes *Stakeholders*. Jacobi (2012) pontua que a utilização da Pegada Hídrica pode ser capaz de fortalecer o diálogo e resultar em aprendizagem para todos os envolvidos no processo de tomada de decisão, estimulando mudanças de práticas em direção a uma sociedade socio ambientalmente sustentável.

Ao analisar as palavras de Jacobi (2012), nota-se um importante indicador, a Pegada Hídrica (PH), conceito foi criado por Arjen Hoekstra em 2002, e passou a ser referenciado e estudado por outros autores. Hoekstra *et al.* (2011) informam que a PH de um indivíduo,

comunidade ou negócio é definida como o volume total de água usada para produzir os bens e serviços consumidos por este indivíduo ou comunidade ou produzido pelas empresas. A PH pode ser medida para diferentes produtos, é o caso das Florestas Plantadas, entendida pelo Decreto Nº 8.375 (2014), como as florestas compostas predominantemente por árvores que resultam de semeadura ou plantio, cultivadas com enfoque econômico e com fins comerciais.

As florestas são de suma importância, pois segundo a FAO (2022) elas podem ajudar a recuperar os impactos enfrentados pelo mundo nos últimos anos, entre eles crise climática e perda de biodiversidade. Em uma análise feita pelo World Resources Institute (2021), foi verificado que, de 230 das principais bacias hidrográficas do mundo, aquelas que perderam mais de 50% da sua cobertura arbórea original (em 2015) foram avaliadas como tendo um risco médio a elevado de erosão (risco de 88%), incêndio florestal (68%) e estresse hídrico (48%).

Avaliando os benefícios que as Florestas geram para o ecossistema, em principal para a sustentabilidade ambiental, e verificando a perda de florestas originais, é importante ter Florestas Plantadas como uma forma de minimizar perdas ambientais. Assim, surge diferentes apontamentos quando se refere à Florestas Plantadas, sendo que a presente pesquisa se baseia, em um contexto mais amplo, na inquietação sobre como a Pegada Hídrica das Florestas Plantadas se insere na Tomada de Decisão por parte dos *Stakeholders*.

Diante disso, busca-se apontar e compreender: "**Quais as principais contribuições existentes na literatura recente no que tange à Pegada Hídrica das Florestas Plantadas no contexto da Tomada de Decisão por parte dos Stakeholders**?". Nesse contexto, a pesquisa objetiva "Analisar as contribuições da literatura recente para o estudo da Pegada Hídrica das Florestas Plantadas no contexto da Tomada de Decisão por parte dos *Stakeholders*". E como objetivos específicos: "Reunir estudos que versem sobre Pegada Hídrica, Florestas Plantadas e *Stakeholders*"; "Verificar se os assuntos-chave da presente pesquisa estão sendo estudados de forma conjunta ou isolada", "Verificar como se dá a interação entre os assuntos"; e "Identificar possíveis lacunas de pesquisa".

2. Procedimentos Metodológicos

A fim de reunir estudos que versem sobre Pegada Hídrica das Florestas Plantadas, assim como a Tomada de Decisão por parte dos Stakeholders, e buscar inspirações para estudos futuros, foram direcionadas as buscas com foco em uma literatura mais recente. Tal revisão, teve como intuito secundário analisar se esses assuntos estão sendo estudados de forma conjunta ou isolada. Isso porque, se a literatura ainda não explorou uma conexão implícita ou explícita entre os mesmos, pode ser uma oportunidade de pesquisa, uma possível lacuna a ser preenchida.

Em um primeiro momento, utilizou-se como fonte de informação a *Publisher of Open Access Journals* (MDPI). Na qual foi utilizado o termo "*Water Footprint of Planted Forests*" para o título e palavras-chave; e "*Water Footprint*", "*Planted Forests*" e "*Stakeholders*" para o texto. Estabelecendo como critério "somente artigos", foram selecionados 02 documentos oriundos da "*Sustainability*" e 01 da "*Water*". Este último periódico gerou o indicativo no corpo do texto e referências, a 02 artigos que trazem contribuições ao tema estudado, sendo eles advindos dos periódicos "*Current Research in Environmental Sustainability*" e "*Ambio: A Journal of Environment and Society*" os quais foram adicionados à pesquisa, totalizando 05 artigos nesta primeira busca.

Em um segundo momento, foi repetido o processo na Science Direct. Foi selecionado 01 artigo publicado pelo "Journal of Arid Environments", no qual, a partir da leitura e análise das citações e referências utilizadas, teve-se acesso a 04 artigos que foram incorporados à revisão. A terceira etapa de busca, levou em consideração periódicos da área de Engenharia Florestal por apresentar proximidade com Florestas Plantadas. Foi escolhido o periódico "European Journal of Forest Engineering", e nele inserido o termo "*Water Footprint of Planted*

Forests". Um artigo foi localizado e adicionado junto aos demais. Sendo assim, onze é o total de artigos contemplados para uma análise aprofundada.

3. Resultados

3.1 Caracterização: aspectos gerais dos estudos

Conforme exposto os procedimentos metodológicos adotados geraram 11 artigos, cujas informações mais gerais estão no Quadro 1 (optou-se por dispor os estudos em ordem de localização, e não pelo aspecto temporal).

Quadro 1 – Autoria, Local de Estudo e Fator de Impacto dos Artigos Selecionados

E	Autoria do Artigo	Periódico	F	Local Estudado
01	Saosee *et al*. (2020)	Water	3,4	Tailândia
02	Motoshita *et al*. (2016)	Water	3,4	Japão
03	Raluy *et al*. (2022)	Sustainability	3,9	Diversos/Revisão
04	Okumu *et al*. (2021)	Current Research in Environmental Sustainability	4,4	Revisão. África Oriental (Ruanda, Uganda, Quênia e Etiópia)
05	Launiainen *et al*. (2013)	Ambio	6,5	Estudo bibliográfico. Fennoscandia
06	Wang *et al*. (2020)	Journal of Arid Environments	2,7	Mongólia Interior – China
07	Cao *et al*. (2011)	Earth-Science Reviews	12,1	Norte da China
08	Cao *et al*. (2016)	Journal of Environmental Management	8,7	China
09	Teng *et al*. (2022)	Ecological Indicators	6,9	Norte da China
10	Lin *et al*. (2022)	Forest Ecology and Management	3,7	Nordeste da China
11	Koralay e Kara (2018)	European Journal of Forest Engineering	3,1	Turquia

Fonte: Dados da Pesquisa
Legenda: E: Estudo. F: Fator de Impacto.

O período de publicação dos artigos varia entre 2013 e 2022, sendo 2022 o ano de maior publicação (3 estudos; 27,28%), seguidos de 2016 e 2020 (02 estudos cada; 18,18%). Os demais anos (2011, 2013, 2018 e 2021) contemplam 1 estudo cada. Os artigos foram publicados em periódicos com fator de impacto entre 2,7 e 12,1. A maioria foi desenvolvido na China. Há a presença de estudos de Revisão de Literatura e estudos bibliográficos.

Os periódicos que publicaram os artigos, versam sobre ciência e tecnologia da água, incluindo gestão de recursos hídricos (E1 e E2), sustentabilidade ambiental (E3; E4), cultural, econômica e social dos seres humanos (E3) e inter-relações entre sociedade e meio ambiente (E5), questões científicas, ambientais, ecológicas e relação pessoas-natureza críticas para as terras áridas do mundo (E6), ciências da terra (E7), gerenciamento de sistemas ambientais e melhoria da qualidade ambiental (E8), indicadores ambientais (E9), ecologia e manejo florestal (E10), e melhores práticas de gestão para proteger o solo e os recursos hídricos (E11).

Por sua vez, os Quadros 2 e 3 estão dispostos na presente pesquisa para situar o leitor quanto aos objetivos e procedimentos utilizados nos artigos selecionados.

Quadro 2 – Objetivos dos Estudos

(continua)

E	Autoria do artigo	Objetivo do Estudo
01	Saosee *et al*. (2020)	Comparar, por meio da Avaliação do Ciclo de Vida (LCA), oito casos diferentes de produção de pellets de madeira variando em termos de matéria-prima, processos de produção, uso de energia e formato de transporte e comparar o LCA da produção de eletricidade a partir de madeira pellets e combustíveis fósseis.
02	Motoshita *et al*. (2016)	Verificar a extensão do efeito do uso da terra no contexto da pegada hídrica.

(conclusão)

E	Autoria do artigo	Objetivo do Estudo
03	Raluy *et al*. (2022)	Apresentar uma revisão, atualizando as informações sobre como o PH está sendo abordada quando aplicada a florestas e pomares, identificando as tendências metodológicas dos estudos de PH e destacando os principais desafios que merecem mais pesquisas para uma avaliação consistente da PH dessas árvores.
04	Okumu *et al*. (2021)	Realizar uma revisão de dados e literatura para fornecer uma análise crítica e síntese da linha de base e tendências do nexo floresta-alimento-água-segurança energética na África Oriental no contexto da mudança e variabilidade climática.
05	Launiainen *et al*. (2013)	Avaliar criticamente se o PH é uma ferramenta adequada para a pegada hídrica da silvicultura e produtos de base florestal usando a silvicultura na Fennoscandia como exemplo de caso.
06	Wang *et al*. (2020)	Compreender as características do consumo de água da florestação.
07	Cao *et al*. (2011)	Discutir as ligações potenciais entre as práticas históricas de florestação em grande escala da China e os efeitos do programa na restauração ambiental em regiões áridas e semiáridas do norte da China. *Intuito de oferecer recomendações para superar as deficiências de política ambiental atual.
08	Cao *et al*. (2016)	Comparar os resultados do balanço hídrico entre a restauração por meio de florestamento e a restauração usando a vegetação natural potencial para orientar o planejamento futuro da restauração ecológica e de políticas ambientais.
09	Teng *et al*. (2022)	Identificar tipos de florestação prioritários em zonas ecologicamente vulneráveis do norte da China, considerando redução do consumo de água e aumento do sequestro de carbono. 1) identificar regiões potenciais de florestação arbórea e arbustiva com base na vulnerabilidade ecológica (intensidade de erosão do solo) e adequação ecológica; 2) reconhecer espacialmente tipos de florestação priorizados em diversos cenários, avaliar esses cenários e identificar sinteticamente o melhor.
10	Lin *et al*. (2022)	Avaliar os efeitos das variáveis ambientais nas relações biodiversidade-produtividade (BPR) na região de floresta temperada do Nordeste da China.
11	Koralay e Kara (2018)	Avaliar o impacto das atividades florestais na qualidade dos recursos hídricos e o impacto indireto no ecossistema aquático com base nos estudos relevantes. Investigar os possíveis efeitos ambientais dos tratamentos silviculturais e das atividades de colheita na qualidade da água e no ecossistema aquático.

Fonte: Dados da Pesquisa
Nota: Na presente pesquisa o termo "Uso da terra" se refere à classificação indicada no estudo de Motoshita *et al*. (2016): floresta natural, campo não cultivado, floresta plantada, arrozal, terra arável, área urbana; ou seja, toma-se por base que as florestas plantadas são uma forma de uso da terra.

Os estudos possuem objetivos bem variados (Quadro 2). Chama a atenção a relação entre termos floresta, florestação ou reflorestamento, com Recursos Hídricos. E estudos que versam sofre os efeitos do uso da terra sobre os Recursos Hídricos, sobre a Pegada Hídrica.

Quadro 3 – Procedimentos Metodológicos Adotados nos Estudos

(continua)

E	Autoria do artigo	Procedimentos Metodológicos
01	Saosee *et al*. (2020)	Descrição dos Estudos de Caso: 08 casos: 2 de madeira de leucema; 2 de madeira de acácia; 1 de madeira para-borracha; 3 de resíduos de para-borracha). Avaliação de Ciclo de Vida (cradle-to-gate / berço ao portão): estudo da unidade e análise do inventário. *Dados de Pegada Hídrica compõem o inventário.
02	Motoshita *et al*. (2016)	1. Modelo de Balanço Hídrico para Avaliação da Disponibilidade de Recursos de Água Doce. 2. Classificação do Tipo de Uso do Solo: Natural (Floresta Natural; Campo não cultivado); artificial (Floresta Plantada; Arrozal; Terra Arável; Área Urbana). 3. Avaliação de Disponibilidade de Recarga de Água Subterrânea e Fluxo de Superfície. 4. Fatores de Intensidade da Disponibilidade Perda de Água Doce Causada pelo Uso da Terra. 5. Cálculo da PH de Bens Produzidos no Japão.

(conclusão)

E	Autoria do artigo	Procedimentos Metodológicos
03	Raluy *et al*. (2022)	Revisão de literatura: trabalhos publicados sobre Pegada Hídrica de florestas e pomares; Base de dados: Scopus, Web of Science e Google Scholar. Período: Não foi definido um ano inicial para permitir identificar a 1ª aparição de estudos de PH aplicados a florestas e pomares. Final: estudo publicados até 15/02/2). Termos: (1) "uso da água" ou "consumo de água" e "nexo da água"; (2) "floresta", "madeira" e "árvore"; (3) "pegada hídrica", "avaliação do ciclo de vida" ou LCA e "impactos ambientais". Análise de 43 estudos. Foco da análise na abordagem da PH.
04	Okumu *et al*. (2021)	Revisão de dados: Fonte: Banco de dados de Indicadores de Desenvolvimento Mundial, FAO, Estatísticas demográficas NIR, Bancos de dados da OCDE, e outros. Uso do Excel para organizar os dados. Separação e análise de dados quanti e qualitativos. Revisão de Literatura: Scopus, Web of Science, Science direct, e Google acadêmico. Combinações: "Nexus Alimentos-Água-Energia-Floresta"; "Nexus Food-Energy-Water-Forest" ou "Nexus Water-Food-Energy-Forest" ou "Nexus Forest–Water-Food-Energy" ou "Nexus Water-Energy-Food-Forest". Seguidas de: 'na África Oriental'; 'Ruanda'; Quênia'; 'Uganda' ou 'Etiópia'. Análise de 155 estudos.
05	Launiainen *et al*. (2013)	Estudo bibliográfico. Três assuntos: Ciclo Hidrológico e Florestas; Impactos da silvicultura no ciclo e qualidade da água em Fennoscandia; e O método Water Footprint Network WF.
06	Wang *et al*. (2020)	Identificação da área de florestação e escolha da Pegada Hídrica (PH) e do Défice Ecológico de Água (EWD) como indicadores para avaliar o seu consumo de água, tomando a Mongólia Interior como o típico estudo árido e semiárido. Identificação da distribuição espacial da florestação.
07	Cao *et al*. (2011)	Revisão de dados de artigos publicados.
08	Cao *et al*. (2016)	Estimativas de consumo de água a partir de sete modelos de evapotranspiração; Discussão sobre as consequências para a segurança hídrica, utilizando dados obtidos desde 1952 no âmbito do programa de florestação em grande escala da China.
09	Teng *et al*. (2022)	Descrição da área de estudo (Norte da China); Coleta de dados meteorológicos, precipitação, evapotranspiração; Identificação das zonas ecologicamente vulneráveis com base na avaliação da erosão hídrica e eólica do solo; Avaliação da adequação da florestação de árvores e arbustos, reconhecendo as regiões potenciais de florestação; Avaliação da erosão hídrica e eólica do solo; Identificação da distribuição espacial dos tipos de arborização priorizados em cada cenário; Proposição da estratégia de seleção do tipo de florestamento adequado no norte da China.
11	Koralay e Kara (2018)	Foram avaliados a hidrologia da bacia, sedimentação, temperatura, oxigênio dissolvido, nutrientes, fertilizantes e alguns produtos químicos utilizados nas florestas para avaliar os efeitos das práticas florestais na qualidade da água e aquática.

Fonte: Dados da Pesquisa

Entre os procedimentos metodológicos (Quadro 3), encontram-se a revisão de literatura, e a descrição da área de floresta. Há menção aos meios de medir o impacto da Floresta sobre os Recursos Hídricos, o que é imprescindível para replicar as pesquisas em outros locais.

3.2 Contribuições dos Estudos para o Tema Central

É importante destacar quais são as contribuições desses 11 estudos para com a presente pesquisa, isso está explanado no Quadro 4. Dentre elas, destaca-se que os estudos trazem informações relevantes sobre a teoria de base da presente pesquisa, sobre a Relação entre Florestas/Florestação e Recursos Hídricos, e sobre os impactos da Espécie de Floresta sobre a Água, o que, justamente, vai ao encontro do objetivo da presente pesquisa. Sendo assim, o texto segue evidenciando os principais achados (Quadros 5 ao 12), iniciando com a Abordagem dos *Stakeholders* nos artigos (Quadro 5).

Quadro 4 – Contribuição dos Estudos

E	Autoria do Artigo	Contribuições								
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
01	Saosee *et al*. (2020)	X	X	-	-	-	-	X	X	-
02	Motoshita *et al*. (2016)	X	-	X	X	X	-	X	X	X
03	Raluy *et al*. (2022)	X	-	X	X	X	X	X	X	X
04	Okumu *et al*. (2021)	X	X	X	-	X	-	X	X	X
05	Launiainen *et al*. (2013)	X	X	X	X	X	-	X	X	X
06	Wang *et al*. (2020)	X	X	X	X	X	-	X	X	X
07	Cao *et al*. (2011)	X	X	-	-	-	X	X	-	X
08	Cao *et al*. (2016)	-	X	-	-	X	-	X	X	X
09	Teng *et al*. (2022)	-	X	-	-	X	X	X	X	X
10	Lin *et al*. (2022)	-	-	-	-	-	X	X	X	-
11	Koralay e Kara (2018)	-	-	-	-	X	X	X	X	X

Fonte: Dados da Pesquisa

Legenda: C1: Abordagem dos Stakeholders; C2: Florestação e Florestas Plantadas em Números; C3: Conceitos e Informações Gerais sobre Pegada Hídrica; C4: Pegada Hídrica de Florestas Plantadas; C5: Impacto das Florestas nos Recursos Hídricos; C6: Impacto das diferentes Espécies de Florestas nos Recursos Hídricos; C7: Resultados dos Estudos; C8: Conclusões dos Estudos; e C9: Possíveis Lacunas, Sugestões e Oportunidades de Pesquisa

Quadro 5 – Abordagem dos Stakeholders

(continua)

E	Autoria do artigo	*Stakeholder* citados	Forma de Abordagem / Considerações
01	Saosee *et al*. (2020)	Agricultores, empresários e usuários, governo	Levantamento dos **incentivos necessários aos *Stakeholders*** para ocorrer a sustentabilidade da produção de pellets de madeira: Conscientização dos Stakeholders sobre impactos ambientais da produção de pellets; Redução de impostos para as fábricas; Fundo de apoio aos agricultores (que tenham certificados de manejo florestal); Uso de novas tecnologias (para ter baixo custo e utilizar menos recursos).
02	Motoshita *et al*. (2016)	Não especificado	Os *Stakeholders* são abordados quando se refere às questões relevantes que devem ser consideradas na Pegada Hídrica. Os ***Stakeholders*** juntamente com especialistas estão desenvolvendo um método consensual para agregar o conhecimento atual e fornecer um **modelo de avaliação único** que pode ser amplamente utilizado na prática (esse modelo é composto pela Avaliação do Ciclo de Vida).
03	Raluy *et al*. (2022)	Não especificado	Uma abordagem de nexo pode apoiar uma transição para sistemas agrícolas e florestais sustentáveis e ser usada para alcançar uma gestão integrada mais forte dos nós de nexo envolvidos (recursos de água-alimentos/energia florestal) por diálogo intersetorial e coordenação dos ***Stakeholders***. Agregar os nexos para beneficiar os *Stakeholders*.
04	Okumu *et al*. (2021)	Não especificado	Papel dos *Stakeholders* quanto à abordagem do nexo; Necessidade de influenciar outros *Stakeholders*; *Stakeholders* precisam obter conhecimento e pô-los em prática.
		Governo, Instituições locais	Os **governos** e as **instituições locais** precisam sensibilizar as comunidades sobre o significado e a interdependência do nexo com as comunidades para aumentar sua resiliência e participação na governança dos recursos naturais, ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento equitativo e sustentável (Gulati *et al*., 2013; Hang *et al*., 2016).
		Outros/não especificado	Uma compreensão da interação entre recursos hídricos, alimentares, energéticos e florestais ao longo do tempo e do espaço no contexto da mudança e variabilidade climática facilitará a **tomada de decisões** holística e intersetorial, envolvendo os ***Stakeholders*** para fornecer aos governos as informações e ferramentas necessárias para monitorar e avaliar políticas e programas resilientes ao clima nos setores de agricultura, florestas e energia, que são os principais emissores de GEE.

(conclusão)

E	Autoria do artigo	*Stakeholder* citados	Forma de Abordagem / Considerações
05	Launiainen *et al*. (2013)	Clientes	Para medir a sustentabilidade, o desempenho comparativo e avaliar os riscos comerciais associados à água e se comunicar com clientes e outros ***Stakeholders***, o setor florestal tem se envolvido ativamente no desenvolvimento de métricas de uso da água (NCASI 2009, 2010; UPM 2011).
		Outros/não especifi-cados	Se a metodologia PH (Pegada Hídrica) fosse revisada e seus resultados apresentados de forma diferente, ela poderia fazer parte desse perfil de água. Assim: Do ponto de vista da comunicação, é essencial fornecer diretrizes e harmonizar as formas pelas quais as questões relacionadas à água são comunicadas aos ***Stakeholders***, clientes e ao público.
06	Wang *et al*. (2020)	Governo	A florestação deve ter plenamente em conta as condições hídricas locais e o governo deve procurar outras formas, como a conservação da vegetação natural, para tornar a restauração mais sustentável.
			Nas últimas décadas, projetos de florestação em grande escala, como o Programa de Desenvolvimento do Cinturão de Abrigos "Três Norte", o Projeto Grão para Verde e o Projeto de Proteção da Floresta Natural foram implementados pelo governo central e local (Cao e Zhang, 2015; Wang *et al*. 2017).
07	Cao *et al*. (2011)	Governo	O governo da China investiu enormes quantias de dinheiro para aliviar os graves problemas de degradação da terra (Li, 2004, Wang *et al*., 2007). Isto inclui os seus Seis Programas Florestais Chave. Durante a década mais recente (2000 a 2009), a China investiu 725 mil milhões de RMB (100 mil milhões de dólares) nestes programas, cobrindo mais de 97% dos condados da China e visando 76 milhões de hectares de terra para florestação (Wang *et al*., 2007).

Fonte: Dados da Pesquisa
Nota: Os estudos 08, 09, e 10, de autoria de Cao *et al*. (2016), Teng *et al*. (2022) e Lin *et al*. (2022), respectivamente, não apresentaram contribuições à Abordagem dos *Stakeholders*, conforme indicado no quadro 4.

Os artigos que apresentaram contribuições a respeito dos *Stakeholders* abordam a necessidade de incentivos a esses atores e sua relevância no que diz respeito à Pegada Hídrica, e aspectos mais gerais que evidenciam a necessidade de mais atuação por parte dos *Stakeholders* nas questões de sustentabilidade. Além disso, mencionam as ações e investimentos do governo em prol de diminuir os problemas de degradação da terra via projetos de florestação.

Nesse contexto, é perceptível os investimentos em expansão das áreas de florestas (com florestas artificias), partindo de projetos que contemplam a florestação em grande escala (Quadro 5 e 6), e que possuem um prazo determinado para o alcance desse objetivo. Essas expansões visam trazer benefícios ao ecossistema.

Quadro 6 – Florestação e Florestas Plantadas em Números

(continua)

E	Autoria do artigo	Autor Citado	Considerações
01	Saosee *et al*. (2020)	Próprio autor	A Tailândia tem cerca de 8 milhões de toneladas por ano (peso seco) de resíduos de madeira de para-seringueiras. [Os resíduos podem ser usados para a produção de pellets].
			A produção sustentável de pellets de madeira é um desafio nacional, independentemente de serem usados localmente ou internacionalmente.
04	Okumu *et al*. (2021)	FAO e Food (2018)	A cobertura florestal global é estimada em cerca de 30,6%.
		Próprio autor	Na África Oriental mais de 80% da população vive em áreas rurais e depende da floresta para a sua subsistência.

(conclusão)

E	Autoria do artigo	Autor Citado	Considerações
04	Okumu *et al*. (2021)	Próprio autor	Da área terrestre, a percentagem de cobertura florestal é de 8%, 10%, 13% e 20% para o Quénia, Uganda, Etiópia e Ruanda, respectivamente.
			Há perda de cobertura florestal na região.
		Kirui et al. (2013)	A cobertura florestal de mangais ao longo da costa do Quénia diminuiu 10% durante um período de 25 anos (1985–2010).
		Kogo et al. (2019)	No oeste do Quênia as mudanças na cobertura florestal variaram ao longo do tempo e no espaço e que o desmatamento na região se deveu principalmente à pressão populacional, à política e a falhas políticas.
05	Launiainen *et al*. (2013)	Próprio autor	A paisagem fenoscandica é dominada por florestas.
			As áreas derrubadas de florestas são geralmente replantadas 1–3 anos após a preparação do local e o desbaste não comercial (limpeza) é feito uma ou duas vezes a uma altura do povoamento de 1–4 m para favorecer as espécies de árvores mais produtivas.
		FAO (2010)	Na Noruega, Suécia e Finlândia: florestas cobrem entre 34 e 73% da área terrestre e têm grande importância para economias nacionais e regionais.
06	Wang *et al*. (2020)	Keenan *et al*. (2015)	As florestas plantadas constituem cerca de 7% da área florestal total em todo o mundo, com um aumento de 168–278 milhões de hectares durante o período 1990–2015.
		Cao *et al*. (2016)	A maior parte da arborização foi implementada nas regiões áridas e semiáridas, o que pode causar consumo excessivo de água nestas regiões.
07	Cao *et al*. (2011)	Próprio autor	A China implementou agressivamente as suas novas políticas florestais.
		Próprio autor	O foco das novas políticas é como cultivar mais florestas e como mudar da vegetação natural para **florestas artificiais.**
		Adm. Florestal do Estado (2009)	O Programa de Conservação da Floresta Natural planeja reflorestar 4,4 milhões de hectares entre 2000 e 2010 através de plantação e sementeira aérea.
		Próprio autor	Como resultado destes programas, de 1952 a 2008, mais de 27,2% da área da China foi plantada artificialmente (230 milhões de hectares) ou semeada por via aérea (30,7 milhões de hectares).
07	Cao *et al*. (2011)	Chazdon (2008)	Sobre a florestação na China: 28 milhões de hectares de plantações estabelecidas entre 2000 e 2005.
		Próprio autor	A cobertura florestal total desde 2000 aumentou de 16,6% para 18,2% da área terrestre da China.
		Wang *et al*. (2007)	O objetivo da China é aumentar a cobertura florestal para 26% até 2050 através do maior programa de plantação de árvores do mundo.
		Próprio autor	O Presidente da China, Hu, comprometeu-se a expandir a área florestal do país em 40 milhões de hectares, entre 2006 e 2020.
08	Cao *et al*. (2016)	Próprio autor	Para aliviar a grave erosão do solo e a desertificação devido à deflorestação e ao pastoreio, a China implementou uma florestação em grande escala sem precedentes históricos.
			A florestação em grande escala tem consequências complexas e pouco compreendidas para a estrutura e composição dos ecossistemas futuros.
09	Teng *et al*. (2022)	CNDR e MRN (2020)	A China estabeleceu uma meta ambiciosa de florestação de 26% de cobertura florestal até 2035.
		Próprio autor	Para atingir o objetivo de expansão da área florestal, será necessário construir um grande número de plantações no futuro.

Fonte: Dados da Pesquisa
Legenda: Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (CNDR) e Ministério dos Recursos Naturais (MRN).

Nota-se que a cobertura florestal em diversos países do mundo apresenta perdas, tendo as Florestas Plantadas (que, segundo Keenan *et al*. (2015), constituem cerca de 7% da área florestal total em todo o mundo) como uma alternativa para melhorar esse cenário (Quadro 6).

Quando o assunto é Florestas tem-se a menção à Pegada Hídrica. Por isso, primeiramente é importante apresentar os conceitos de Pegada Hídrica (Quadro 7), seguido da

Pegada Hídrica de Florestas Plantadas (Quadro 8), ambos elencados ao longo dos artigos. Entre os conceitos utilizados pelos autores para embasar seus estudos, tem-se os que provém dos estudos de Hoekstra *et al.* (2011), que, como já mencionado na presente pesquisa, é fundamental no estudo da Pegada Hídrica. O Quadro 7 também conta com considerações de outros autores, e dos próprios autores dos artigos, que citam a Pegada Hídrica como uma ferramenta, uma técnica, para compreender e medir os impactos na água.

Quadro 7 – Conceitos e Informações Gerais sobre Pegada Hídrica

(continua)

E	Autoria do artigo	Autor Citado	Considerações
02	Motoshita *et al.* (2016)	Próprio autor	Todos os efeitos relevantes sobre a água devem ser avaliados na pegada hídrica para identificar pontos críticos e gerenciar os impactos de produtos, processos e serviços ao longo do ciclo de vida.
			A Pegada Hídrica é uma técnica para avaliar e compreender os impactos de produtos, processos e organizações relacionados à água ao longo de seu ciclo de vida com base na Avaliação do Ciclo de Vida.
			A Pegada Hídrica pode ser uma ferramenta para rastrear os impactos ambientais do uso da água ao longo do ciclo de vida de produtos, processos e organizações e deverá contribuir para uma melhor gestão da água em termos de impactos ambientais.
03	Raluy *et al.* (2022)	Próprio autor	A pegada hídrica é uma ferramenta para abordar os efeitos ambientais relacionados ao uso da água, identificando maneiras de reduzir o consumo geral de água.
04	Okumu *et al.* (2021)	Chapagain e Hoekstra (2004)	A pegada hídrica é definida como o uso de recursos hídricos para produzir bens e serviços consumidos pelos habitantes de um país ou região.
05	Launiainen *et al.* (2013)	Próprio autor	A pegada é uma ferramenta ambiciosa para medir a apropriação humana e promover o uso sustentável da água doce.
		Hoekstra *et al.* (2011)	O método mais reconhecido, doravante denominado WF (PH), é o desenvolvido pela Water Footprint Network.
		Próprio autor	A PH baseia-se no conteúdo de água virtual (Allan 1998), que agrega o consumo de água doce ao longo de uma cadeia produtiva e pretende representar a quantidade total de água consumida para produzir um produto ou serviço. Fornece um quadro para medir a apropriação humana de água doce e aborda questões de escassez de água, eficiência do uso da água e sustentabilidade do uso da água.
		Hoekstra *et al.* (2011)	A PH pode, em princípio, ser aplicada desde a captação até à escala global e ser utilizado para identificar o consumo de água a nível de negócios, processos ou produtos.
			PH divide o uso de água doce em verde, azul e cinza.
05	Launiainen *et al.* (2013)	Falkenmark e Rockström (2006)	A água azul inclui águas superficiais e subterrâneas, enquanto a água verde representa a água da chuva e a água na zona radicular que eventualmente contribui para o crescimento das plantas através da evapotranspiração (ET).
		Hoekstra *et al.* (2011)	A pegada hídrica azul representa o consumo de recursos hídricos superficiais e subterrâneos e a pegada hídrica verde é normalmente considerada igual à água evaporada durante a produção de uma unidade de produto ou serviço.
			A PH cinza representa o volume de água doce cuja qualidade da água é degradada durante a produção de uma unidade de produto ou serviço.
06	Wang *et al.* (2020)	Chapagain e Hoekstra (2011); D'Ambrosio *et al.* (2018)	Como indicador de sustentabilidade, a Pegada Hídrica (PH) é definida como o volume total de água doce consumido durante o processo de crescimento da vegetação, que classifica o consumo de água em três tipos, incluindo volume de água proveniente da chuva (água verde), volume de água de irrigação (água azul) e a água necessária para assimilar a poluição (água cinzenta)

(conclusão)

E	Autoria do artigo	Autor Citado	Considerações
06	Wang *et al*. (2020)	Shen *et al*. (2013); Hoekstra, (2016)	A PH sempre foi utilizada como a principal referência para avaliar o impacto das culturas, produtos, serviços, processos nos recursos hídricos e na eficiência da utilização dos recursos hídricos em diferentes escalas

Fonte: Dados da Pesquisa

Especificamente sobre Pegada Hídrica de Florestas [plantadas], a Evapotranspiração é recorrente nas pesquisas (Quadro 8). Também é dada atenção à importância de medir a PH com o intuito de mitigar o esgotamento dos recursos hídricos, ter mais eficiência na utilização desses recursos, e otimizar a distribuição da florestação (Quadro 8).

Quadro 8 – Pegada Hídrica de Florestas Plantadas

E	Autoria do artigo	Autor Citado	Considerações
02	Motoshita *et al*. (2016)	Próprio autor	A floresta natural e a floresta plantada têm taxas de evapotranspiração mais elevadas do que as terras não cultivadas e as terras aráveis.
03	Raluy *et al*. (2022)	Próprio autor	A medição do consumo de água pelas árvores é fundamental para detectar potenciais oportunidades de mitigar o esgotamento dos recursos hídricos.
05	Launiainen *et al*. (2013)	Próprio autor	A PH assume que toda a evapotranspiração (ET) das florestas é uma apropriação humana da água, embora a ET das florestas geridas na Fennoscandia seja indistinguível daquela das florestas não geridas.
		Diversos*	De acordo com estudos de caso da PH, a ET florestal é de longe o maior componente da pegada hídrica dos produtos florestais
06	Wang *et al*. (2020)	Albaugh *et al*. (2013)	A avaliação do consumo de água da florestação e da sua heterogeneidade espacial é a base importante e a pré-condição para otimizar a distribuição da florestação.
		Hou *et al*. (2010); Ling *et al*. (2014)	Estudos anteriores prestaram mais atenção às necessidades de água da florestação à escala individual das plantas e da comunidade, tendo sido dada menos atenção à florestação e ao seu impacto nos recursos hídricos à escala regional.
		Shen *et al*. (2013); Hoekstra (2016)	A PH sempre foi utilizada como a principal referência para avaliar o impacto das culturas, produtos, serviços, processos nos recursos hídricos e na eficiência da utilização desses recursos hídricos em diferentes escalas.
		Próprio autor	Mais atenção foi dada ao PH da produção agrícola, e menos pesquisas se concentraram no PH do florestamento em escala regional devido à limitação de identificar com precisão a área de florestamento.

Fonte: Dados da Pesquisa
Legenda: Diversos: Van Oel e Hoekstra (2010, 2012); Stora Enso (2011); UPM (2011)

As Florestas impactam nos Recursos Hídricos principalmente por apresentarem consumo excessivo de água conforme exposto no Quadro 9. Os impactos causados sobre a disponibilidade da água não é um consenso entre os autores (ver artigos 02 e 03 no Quadro 9).

Embora os impactos negativos da floresta sobre os recursos hídricos estejam bem presentes na literatura, não são os únicos possíveis de serem observados. Conforme Launiainen *et al.* (2013), as florestas da região de Fennoscandia utilizam somente água da chuva, não impactando nos reservatórios de água subterrânea; os autores reforçam a importância do manejo e da gestão florestal para não ter impacto na água. Por sua vez, Okumu *et al.* (2021) observaram que as florestas fornecem água na prestação de serviços ecossistêmicos (Quadro 9).

Quadro 9 – Impacto das Florestas nos Recursos Hídricos

(continua)

E	Autoria do artigo	Autor Citado	Considerações
02	Motoshita *et al.* (2016)	Próprio autor	O uso da terra impacta indiretamente a disponibilidade de recursos hídricos (águas superficiais e subterrâneas), alterando o ciclo da água.
03	Raluy *et al.* (2022)	Quinteiro *et al.* (2018); Nisbet *et al.* (2022)	As árvores usam mais água do que tipos de vegetação mais curtas.
		Diversos*	Não há evidências de que as árvores tenham impacto na disponibilidade de água.
		Próprio autor	No geral, as árvores consomem mais água do que a vegetação curta, principalmente devido à interceptação da água da chuva pelas suas copas aerodinamicamente mais ásperas e pelo enraizamento mais profundo que aumenta as taxas de transpiração.
04	Okumu *et al.* (2021)	Próprio autor	As florestas fornecem todos os três componentes: água, energia e alimentos através da prestação de serviços ecossistêmicos.
			A floresta é colocada no centro, pois é central para todos os outros três setores de energia, água e alimentos. Os benefícios são principalmente; segurança alimentar, gestão sustentável dos recursos, segurança hídrica e energética que conduzam à melhoria do bem-estar humano, à resiliência e à segurança das comunidades.
			Em Ruanda a elevada disponibilidade de água (98,42%) pode estar ligada à elevada cobertura florestal (19,73%).
			Em nível regional (considerando os quatro países da África Oriental) a dependência excessiva da agricultura leva à destruição da floresta, comprometendo a disponibilidade de água, o que mais tarde terá impacto na agricultura e na eletricidade, uma vez que a maioria dos países da região depende da energia hidroelétrica para a produção de eletricidade.
05	Launiainen *et al.* (2013)	Próprio autor	Florestas de sequeiro utilizam apenas reservas de água verde renovável na zona radicular.
		Rusanen *et al.* (2004)	As florestas fennoscandicas são alimentadas pela chuva, o que significa que toda a água que contribui para a ET provém da precipitação e as florestas da região não têm impactos negativos a longo prazo nos reservatórios de água subterrânea.
05	Launiainen *et al.* (2013)	Próprio autor	O manejo florestal modifica a estrutura do povoamento e a composição de espécies que afetam o equilíbrio hídrico do povoamento. A remoção de árvores reduz a transpiração e a interceptação da copa, levando ao aumento da infiltração e percolação. Como resultado, a ET da água verde diminui, os fundos de água verde do solo e o escoamento local de água azul aumentam, e os níveis das águas subterrâneas podem subir temporariamente.
06	Wang *et al.* (2020)	Próprio autor	A florestação maciça pode consumir recursos hídricos excessivos e causar grave escassez de água nas regiões áridas e semiáridas.
			A florestação deve ter plenamente em conta as condições hídricas locais.
		Cao *et al.* (2016)	A maior parte da arborização foi implementada nas regiões áridas e semiáridas, o que pode causar um consumo excessivo de água nestas regiões.
		Feng *et al.*, (2016); Ge *et al.* (2020)	A florestação causa efeitos adversos nos recursos hídricos subterrâneos.
		Folch e Ferrer (2015)	A plantação de choupos na bacia do Mediterrâneo consumiu quase 20% da precipitação média anual, o que trouxe consequências negativas para os residentes e para o ambiente.
		Wang e D'Odorico (2019)	A florestação é muitas vezes restringida pelos recursos ecológicos, especialmente pela quantidade de precipitação.

(conclusão)

E	Autoria do artigo	Autor Citado	Considerações
06	Wang *et al*. (2020)	Próprio autor	Só quando a construção ecológica atinge uma determinada escala e mantém um equilíbrio com os recursos da região, pode desempenham um papel positivo na formação das funções ecológicas.
08	Cao *et al*. (2016)	Próprio autor	A água consumida pelas florestas aumentou muito desde 1952 devido ao aumento da florestação durante este período.
			A florestação aumentou o consumo líquido de água em 559–2354 m^3/ha anualmente, em comparação com a quantidade que seria consumida pela vegetação natural potencial.
			A florestação aumentou enormemente o desequilíbrio entre o abastecimento de água de uma região e o seu consumo em comparação com a vegetação natural potencial, mesmo em áreas como o sul e o sudoeste da China que têm elevada precipitação anual.
			Com base na suposição de que todas as árvores plantadas sobreviveram, então as árvores plantadas em áreas de florestamento teriam consumido um total de 2.439,6 × 10 9 m^3 de água.
			Há consumo excessivo de água pela florestação em oito regiões da China, o que gera implicações para a gestão dos recursos hídricos da China.
		Zhou *et al*., (2019); Tang *et al*. (2019)	A florestação desempenha um papel importante no controlo da desertificação e da erosão hídrica nas zonas áridas, semiáridas e sub-húmidas do norte da China
09	Teng *et al*. (2022)	Próprio autor	A florestação em grande escala no Norte da China pode melhorar uma variedade de serviços ecossistêmicos, mas pode levar ao consumo excessivo de água (WC) e restringir futuras atividades de florestação nesta região.
11	Koralay e Kara (2018)	Próprio autor	A água produzida nas áreas florestais é de alta qualidade e na quantidade desejada.
		Gülcü *et al*. (2008)	Os efeitos das florestas na qualidade e quantidade da água são bastante elevados.
		Wear e Greis (2002)	As práticas florestais podem mudar o regime hidrológico alterando a terra estrutura.
11	Koralay e Kara (2018)	Wear e Greis (2002)	A quantidade de fluxo superficial a precipitação depende de fatores climáticos passados (seca, precipitação forte, etc.), a quantidade de madeira removida do meio ambiente, umidade do solo, compactação do solo e capacidade de infiltração do solo.
			Quantidade de água e correntes de base aumentam nas áreas florestais após o corte das árvores.
		Próprio autor	O fluxo do riacho nas áreas onde as árvores são cortadas é reduzido quando comparado com os trechos de controle não perturbados.
		Gülcü *et al*. (2008)	As estradas nas quais as atividades florestais são realizadas também influenciam a quantidade de água e sedimentos que chegam ao rio. A chuva que chega diretamente à superfície da estrada passa diretamente para o escoamento. Como resultado, os picos de fluxo aumentam e a quantidade de sedimentos que chega ao riacho aumenta
		Jackson (2006)	A diminuição ou aumento do pico de vazão deteriorará a qualidade da água e causará não apenas danos aos seres vivos, mas também diminuirá a biodiversidade

Fonte: Dados da Pesquisa
Nota: o termo "Florestação" é entendido como a formação de florestas (Michaelis (2023)).
Legenda: Diversos*: Launiainen *et al*. (2014); Roberts e Rosier (2005) Credo e Noordvijk (2018).

É importante analisar a espécie de floresta, pois é recorrente nos artigos, que os impactos nos Recursos Hídricos variam conforme a espécie (Quadro 10). Há variações no consumo de

água proveniente de cada espécie. Sendo necessário, também, avaliar a adequação da espécie à região estudada, para que os benefícios ótimos ao meio ambiente sejam alcançados.

Quadro 10 – Impacto das diferentes Espécies de Florestas nos Recursos Hídricos

E	Autoria do artigo	Autor Citado	Considerações
03	Raluy *et al.* (2022)	Quinteiro *et al.* (2015; 2018); Pfister e Bayer (2014)	O consumo de água das árvores é uma questão complexa que depende do **tipo de árvore**, características do solo, condições climáticas, disponibilidade de água, sistema de irrigação e práticas de manejo da terra, entre outras condições edafoclimáticas.
07	Cao *et al.* (2011)	Próprio autor	Embora a florestação seja potencialmente uma abordagem importante para a restauração ambiental, a atual política chinesa não foi adaptada às condições ambientais locais, levando à utilização de **espécies** inadequadas e a uma ênfase excessiva na plantação de árvores e arbustos, comprometendo assim a capacidade de atingir os objetivos da política ambiental.
		Normile (2007)	As soluções de restauração da vegetação devem ser adaptadas à disponibilidade de água e outras condições ecológicas de uma região.
		Lamb *et al.* (2005)	Quando a florestação é realizada, pode inicialmente aumentar a cobertura florestal, mas o seu impacto na biodiversidade e a sua capacidade de alcançar a restauração ecológica dependerá do **tipo de reflorestamento** realizado e de sua adequação ao ambiente local.
09	Teng *et al.* (2022)	Próprio autor	Considerando que a florestação no Norte da China precisa de aumentar o sequestro de carbono (CS) e reduzir o consumo de água (WC), é essencial selecionar **tipos de florestação** prioritários em regiões adequadas.
			É necessário selecionar áreas e tipos de florestação adequados no Norte da China para reduzir a erosão eólica e hídrica, melhorar a capacidade de CS e reduzir a WC.
		Zhang *et al.* (2021)	O **uso da terra**, tipo de solo, aridez, declive e elevação poderiam prever bem os habitats potenciais de árvores e arbustos.
		Próprio autor	O cenário 1 (visa a conservação da água e é dominado pela florestação arbustiva, incluindo florestação em terras nuas e pastagens) reduzirá o consumo de água (WC) entre 3,1% e 6,4% em comparação com outros cenários. O Cenário 2 (florestação de árvores em pastagens) consumirá 3,0%-6,4% mais água.
10	Lin *et al.* (2022)	Próprio autor	As variações na força das relações entre a diversidade de espécies de árvores e a produtividade florestal dependem criticamente de vários fatores de stress ambientais. Os resultados destacam o importante papel da perturbação humana na mediação da resposta da relação biodiversidade-produtividade (BPR) ao déficit hídrico do solo, e o papel crucial da estratégia de gestão para se preparar para os futuros desafios climáticos na região de floresta temperada.
11	Koralay e Kara (2018)	Próprio autor	Existem relações significativas entre os tipos de uso do solo e as diversas instalações construídas nos cursos de água no que diz respeito ao seu impacto na qualidade e quantidade da água. Um desses efeitos adversos é a alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas da água, que também indicam parâmetros de qualidade da água.

Fonte: Dados da Pesquisa

Os Resultados dos artigos reforçam alguns dos aspectos recentemente mencionados. Cita-se como exemplo, os encontrados no estudo de Teng *et al.* (2022) que se referem ao impacto da espécie de floresta no consumo da água (Quadro 11). Isso é essencial à presente pesquisa, visto que, conforme Hoekstra *et al.* (2011), a Pegada Hídrica é um indicador multidimensional, que mostra os volumes de consumo de água por fonte e os volumes de poluição pelo tipo de poluição.

Quadro 11 – Resultados dos Estudos

(continua)

E	Autoria do artigo	Autor Citado	Considerações
Pegada Hídrica			
03	Raluy *et al.* (2022)	Próprio autor	Resultados da PH podem variar dentro do mesmo tipo de árvore por: diferentes condições edafoclimáticas locais; modelos de manejo das árvores.
		Fisher *et al.* (2011)	Cálculo do PH para a produção de madeira deve incluir o consumo de água verde, embora sua quantificação precisa seja desafiadora, pois é difícil medir diretamente a evapotranspiração (ET) pelas florestas em grandes áreas.
		Quinteiro *et al.* (2018)	Soluções comuns para superar essa dificuldade incluem o uso de modelos e dados de sensoriamento remoto.
05	Launiainen *et al.* (2013)	Próprio autor	Ao medir a PH: a eficiência do uso da água de cada etapa da produção deve ser considerada e comunicada separadamente. Se as pegadas hídricas forem interpretadas como medidas de sustentabilidade, é essencial que o uso da água seja considerado no contexto das condições locais.
Uso da Terra e sua Influência na Pegada Hídrica			
02	Motoshita *et al.* (2016)	Próprio autor	O efeito do uso da terra é relevante para a avaliação do impacto da pegada hídrica ao diferenciar o estresse nos recursos hídricos.
			A exclusão do efeito do uso da terra subestima a pegada hídrica dos bens produzidos no Japão em uma média de cerca de 37%.
Impacto da Floresta e Florestação sobre a Água			
02	Motoshita *et al.* (2016)	Próprio autor	**Florestas plantadas** não apresentam perdas de água disponível no escoamento **superficial**, devido à alta capacidade de infiltração.
			Sobre a perda de disponibilidade de água doce na recarga das águas **subterrâneas:** Para a floresta plantada, a quantidade de evapotranspiração é maior do que a da terra natural; Resultando em: pequena quantidade de perda de disponibilidade de água subterrânea com floresta plantada.
03	Raluy *et al.* (2022)	Próprio autor	Para as árvores florestais: há grande variação no consumo de água (120 a 617 m^3 de água/m^3 de madeira), que é principalmente satisfeito pelas chuvas.
04	Okumu *et al.* (2021)	Próprio autor	A região da África Oriental apresenta insegurança hídrica, isto se deve principalmente à dependência excessiva da agricultura, que leva à destruição da floresta, comprometendo ainda mais a disponibilidade de água, o que mais tarde terá impacto na agricultura e eletricidade, pois a maioria dos países da região depende da energia hidroelétrica para a produção de eletricidade.
06	Wang *et al.* (2020)	Próprio autor	Florestação aumentou (2000-2015) e sofreu défice hídrico na Mongólia Interior. Na área com maior défice hídrico, o EWD foi superior à precipitação anual e a florestação consumiu mais água subterrânea.
			A Mongólia Interior carece de recursos hídricos, onde a florestação aumentou o desequilíbrio no abastecimento de água.
07	Cao *et al.* (2011)	Próprio autor	O enorme investimento da China para aumentar a cobertura florestal parece exacerbar a degradação ambiental em áreas ambientalmente frágeis por ignorar fatores climáticos, pedológicos, hidrológicos e paisagísticos que tornariam um local inadequado para florestação. Isto levou, à deterioração dos ecossistemas do solo e à diminuição da cobertura vegetal, além de exacerbar a escassez de água.
08	Cao *et al.* (2016)	Próprio autor	A florestação aumentou o consumo líquido de água em 559–2354 m^3/ha anualmente, em comparação com a quantidade que seria consumida pela vegetação natural potencial
			A florestação aumentou enormemente o desequilíbrio entre o abastecimento de água de uma região e o seu consumo em comparação com a vegetação natural potencial, mesmo em áreas como o sul e o sudoeste da China que têm elevada precipitação anual.
11	Koralay e Kara (2018)	Próprio autor	A maior quantidade e qualidade de água é produzida nas áreas florestais localizadas a montante da bacia hidrográfica.

(continuação)

E	Autoria do artigo	Autor Citado	Considerações
Impacto da Floresta e Florestação sobre a Água			
11	Koralay e Kara (2018)	Próprio autor	Aplicação inadequada de atividades florestais em florestas com funções hidrológicas afeta negativamente: qualidade da água e ecossistemas aquáticos.
			Práticas florestais precisam ser planeadas de uma forma que não prejudique os valores e funções dos recursos hídricos dentro e ao redor da floresta.
			O corte ou destruição de matas ciliares afeta negativamente a qualidade da água de diversas maneiras.
		Gyawali *et al*., (2013) Mello *et al*. (2017)	As matas ciliares aumentam a qualidade da água reduzindo a temperatura da água com efeito de sombra, diminuindo a entrada de sedimentos e filtrando fertilizantes e substâncias químicas.
		Molina e Cambo (2011)	A quantidade de sedimentos e matéria orgânica transportada para o riacho principal aumenta devido à diminuição da cobertura vegetal.
		Próprio autor	Zonas ribeirinhas devem: ser mantidas não só em termos de erosão do solo, mas também da qualidade da água e as aplicações florestais que podem causar a erosão do solo na bacia hidrográfica devem ser minimizadas através de um planeamento cuidadoso da gestão da bacia hidrográfica; ser protegidas no que diz respeito à preservação da qualidade da água e não devem estar sujeitas a atividades de produção de madeira.
Impactos da Espécie de Floresta no Consumo de Água			
01	Saosee *et al*. (2020)	Próprio autor	A Leucena é melhor do que a acácia devido ao ciclo curto de colheita e ao uso de menos recursos [incluindo água] em uma cultura.
			Consumo de água da acácia é superior ao da leucena devido ao cultivo de duas culturas de acácia em 10 anos (em comparação com a leucena).
09	Teng *et al*. (2022)	Próprio autor	Cenário 1 (visa a conservação da água; dominado pela florestação arbustiva, incluindo florestação em terras nuas e pastagens) reduzirá o consumo de água entre 3,1% e 6,4% em comparação com outros cenários. Cenário 2 (florestação de árvores em pastagens) consumirá 3,0%-6,4% mais água.
			Consumo da água (WC) por florestas tem uma diferenciação espacial óbvia.
		Zeng *et al*. (2018)	A florestação em áreas húmidas pode aumentar ou não reduzir a produção regional de água, enquanto o oposto é verdadeiro em regiões áridas, semiáridas e parcialmente sub-húmidas.
		Próprio autor	WC das florestas, arbustos e pastagens foi semelhante em regiões úmidas e sub-úmidas, e os arbustos e pastagens foram ligeiramente superiores aos das florestas em regiões úmidas.
			O WC dos arbustos e pastagens era quase o mesmo nas regiões áridas.
09	Teng *et al*. (2022)	Próprio autor	Na perspectiva da redução de WC, a florestação arbórea e arbustiva em grande escala pode ser implementada em regiões húmidas e semi-húmidas, a florestação moderada de árvores e arbustos pode ser realizada em áreas semiáridas, e a arbustiva pode ser selecionada em regiões áridas. regiões.
		Diversos autores	Estudos no planalto de Loess (Feng *et al*., 2016, Feng *et al*., 2020, Zhao *et al*., 2022a), montanhas Yanshan e montanhas Taihang (Li *et al*., 2021) e terras arenosas de Mu Us (Zhao *et al*., 2021) descobriram que o florestamento reduziu significativamente o conteúdo regional de água no solo, o escoamento superficial ou os recursos hídricos terrestres totais.
Efeitos da Escassez ou Stress Hídrico sobre as Florestas			
10	Lin *et al*. (2022)	Próprio autor	Efeitos positivos da diversidade na produção florestal foram reduzidos sob condições estressantes de água no solo devido ao aumento da competição pelos recursos hídricos do solo. Efeitos da biodiversidade na produtividade foram influenciados pelo efeito interativo negativo da pegada humana e da disponibilidade de água no solo

Fonte: Dados da Pesquisa

Percebe-se no estudo de Teng *et al.* (2022), que o consumo de água é um dos elementos considerados na seleção da espécie de floresta a ser utilizada. Os demais elementos considerados pelos autores são o sequestro de carbono (CS), conservação do solo (SC) e fixação de areia (SF). Em Teng *et al.* (2022) há o apontamento para o impacto da florestação (ao tipo utilizado) no consumo da água, para tanto foram comparados diferentes cenários.

Dois pontos são levantados ao longo do estudo de Lin *et al.* (2022). O primeiro deles é que a compreensão dos impactos do stress ambiental sobre os efeitos da diversidade tem potencial para adaptar e mitigar os efeitos climáticos nas paisagens florestais à escala global e melhorar as ações de gestão para proteger e restaurar o funcionamento do ecossistema florestal terrestre (Ipbes, 2017, Luo *et al.*, 2019). Enquanto que o segundo versa sobre o aumento na competição por recursos quando os recursos são cada vez mais limitados (Callaway, 2007). Esses pontos são importantes no contexto de uma pesquisa sobre Pegada Hídrica de Florestas Plantadas, por evidenciar que a falta ou escassez de recurso hídrico tem impacto sobre a floresta, assim como esse impacto é importante de ser estudado. Isto é, há um impacto mútuo na relação entre água e floresta, em que a floresta pode afetar os recursos hídricos, ao mesmo tempo em que a escassez desses recursos pode vir a afetar o desenvolvimento das referidas florestas.

Pode-se, portanto, observar, nos resultados de Lin *et al.* (2022), que a escassez de água afeta negativamente a produção florestal, de modo que os efeitos positivos da diversidade de florestas diminuem quando não há recursos hídricos suficientes. Diante dos resultados obtidos, os autores concluem que a estratégia de gestão atualmente utilizada pode ser ineficiente em regiões de florestas temperadas (Quadro 12).

Quadro 12 – Conclusões dos Estudos

(continua)

E	Autoria do artigo	Considerações
		Stakeholders
01	Saosee *et al.* (2020)	Recomenda-se ao governo incentivar os *Stakeholders* (agricultores, empresários e utilizadores) para a sustentabilidade da produção de pellets de madeira.
		O governo tailandês deve comunicar com os *Stakeholders* sobre o conhecimento e a sensibilização para a mitigação dos impactos ambientais e fornecer incentivos, tendo em conta o custo da externalidade e apoiando a investigação relacionada.
04	Okumu *et al.* (2021)	Necessidade de melhorias quanto aos *Stakeholders* (devem ser postas em prática pelo governo): A região da África Oriental precisa apresentar uma estratégia de conservação florestal com metas e prazos claros para cada país, a fim de aumentar a cobertura, pois isso levará a um maior acesso a combustíveis de energia limpa, maior disponibilidade de água, maior acesso a alimentos e sustentabilidade.
		É necessário ter um sistema regional e nacional para monitorizar a segurança energética, hídrica e alimentar, bem como a cobertura florestal, ao mesmo tempo que se estabelece um ambiente político adequado e um arranjo institucional para gerir e monitorizar a exploração dos recursos hídricos, energéticos e florestais.
		Pegada Hídrica
02	Motoshita *et al.* (2016)	Do ponto de vista do inventário da pegada hídrica, o consumo de água é responsável por grande parte do inventário total da pegada hídrica relacionado ao consumo de água, à degradação da água e ao uso da terra. No entanto, o efeito da pegada hídrica dos bens, considerando a escassez de diversas fontes de água doce, enfatiza a importância do uso da terra no contexto da avaliação de todos os efeitos relevantes para a água.
03	Raluy *et al.* (2022)	Nos últimos anos, observou-se um crescente interesse pela PH aplicada a florestas e pomares, principalmente em estudos de caso realizados na Europa (com a Itália na liderança, seguida pela Espanha e Finlândia) e na Ásia. A maioria dos estudos europeus se concentram no Mediterrâneo onde a escassez de água é hoje um grande desafio.
		A maior parte dos estudos concentra-se em árvores de pomar e apenas 23% abordam espécies florestais.

(continua)

E	Autoria do artigo	Considerações
Pegada Hídrica		
05	Launiainen *et al*. (2013)	Em vez de considerar a ET florestal como parte do ciclo natural da água, a PH atualmente contabiliza toda a ET de florestas manejadas como uma apropriação humana da água verde. Isso pode levar a sérias interpretações errôneas do uso da água e dos impactos nos recursos hídricos da silvicultura e dos produtos florestais.
Impacto da Floresta e Florestação sobre os Recursos Hídricos		
01	Saosee *et al*. (2020)	O formato de plantio e colheita das plantas afeta de forma diferenciada os impactos ambientais e o uso de recursos [incluindo água] no caso da leucena e da acácia.
02	Motoshita *et al*. (2016)	A mudança na cobertura da terra atribuída ao uso artificial da terra pode causar perda de disponibilidade de água doce na superfície e nas águas subterrâneas, afetando o fluxo superficial e a recarga das águas subterrâneas.
06	Wang *et al*. (2020)	Identificar com precisão a área de arborização é uma base importante para avaliar o seu impacto nos recursos hídricos.
08	Cao *et al*. (2016)	Embora a florestação seja uma abordagem potencialmente importante para a restauração ambiental, a política atual da China não foi adaptada às condições locais de precipitação e, portanto, terá exacerbado a escassez de água e diminuído a capacidade de atingir os objetivos da política ambiental.
		A análise mostra como, tanto na China como em todo o mundo, o planejamento futuro da restauração ecológica deve ter em conta o equilíbrio hídrico para garantir uma política de restauração ambiental eficaz e sustentável.
11	Koralay e Kara (2018)	Atividades florestais implementadas inadequadamente podem afetar negativamente a qualidade das águas superficiais e o ecossistema aquático em uma bacia hidrográfica.
		Estes efeitos podem ser causados por colheita não planeada, atividades de desbaste e fertilização, degradação de zonas ribeirinhas e utilização de produtos químicos. Esses impactos causarão aumento da erosão, alterações de habitat e mudanças na composição, tipo e quantidade de organismos aquáticos, como peixes e invertebrados, que podem alterar a morfologia do rio.
Impactos da Espécie de Floresta na Água		
10	Lin *et al*. (2022)	Os efeitos positivos da mistura de **espécies** na produção florestal foram maiores sob condições adversas não relacionadas com os recursos [hídricos], mas foram severamente reduzidos sob condições estressantes relacionadas com os recursos [hídricos]. A força dos efeitos positivos da mistura na produtividade depende principalmente do tipo de estressor ambiental.
Aspectos Gerais		
09	Teng *et al*. (2022)	No futuro, é melhor implementar a florestação de árvores principalmente em áreas sub-húmidas e realizar a florestação de arbustos principalmente em regiões áridas e semiáridas.
		O estudo pode fornecer referência para a florestação em grande escala no norte da China e outras áreas com escassez de água e forte erosão eólica e hídrica.
10	Lin *et al*. (2022)	As atuais estratégias de gestão para a conservação da diversidade podem ser contrabalançadas por robustos efeitos interativos negativos e, portanto, podem ser ineficientes em regiões de florestas temperadas.

Fonte: Dados da Pesquisa

O Quadro 12 trouxe um compilado das principais conclusões dos estudos e que estão, de algum modo, relacionadas com os assuntos da presente pesquisa. Assim, as conclusões a que os autores chegaram incluem a necessidade de melhorias que os Stakeholders (em principal o governo) devem realizar e que impactariam positivamente no meio ambiente de modo geral, e nos recursos hídricos em particular; os componentes essenciais ao medir a Pegada Hídrica (consumo de água, degradação da água e uso da terra); e o fato de os estudos sobre Pegada Hídrica de Florestas apresentarem crescimento nos últimos anos. Há, também, conclusões a respeito do impacto de florestas, das diferentes espécies de florestas, e da florestação sobre os recursos hídricos, aspectos bem acentuados ao longo dos textos. Assim como a importância da gestão no contexto das florestas.

Por fim, também são evidenciados nos artigos algumas lacunas e oportunidades de pesquisa futuras (Quadro 13).

Quadro 13 – Possíveis Lacunas, Sugestões e Oportunidades de Pesquisa

(continua)

E	Autoria do Artigo	Considerações
02	Motoshita *et al.* (2016)	Embora vários estudos tenham focado na escassez física de água e na degradação da qualidade da água, a relevância do uso da terra na pegada hídrica não tem sido amplamente abordada.
		O nexo entre a disponibilidade de água e o uso da terra não foi analisado e discutido detalhadamente em estudos anteriores sobre pegada hídrica.
03	Raluy *et al*. (2022)	Há a necessidade de mais investigação sobre o desenvolvimento de um método consensual e harmonizado para a avaliação da pegada verde da escassez de água aos níveis de avaliação de sustentabilidade/impacto.
03	Raluy *et al*. (2022)	Os esforços dos requerentes do PH para alcançar uma avaliação mais robusta do PH das árvores florestais e de pomar devem concentrar-se na seleção do método mais adequado para estimar a ET, considerando as especificidades das árvores e dos parâmetros climáticos em estudo, e na adoção de altas resoluções espaciais e temporais. Estes são aspectos fundamentais para apoiar um consumo eficiente de água para alcançar o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6.
04	Okumu et al. (2021)	As tendências revelaram que há uma atenção urgente à segurança alimentar, hídrica, florestal e energética e às alterações climáticas, para a realização dos objetivos de desenvolvimento sustentável na região (África Oriental), especialmente porque os países são altamente dependentes da agricultura para a subsistência.
		Há necessidade de um estudo empírico de painel transnacional para avaliar a causalidade biofísica entre o nexo água, energia, florestas e alimentos no contexto das alterações climáticas, a fim de avaliar o impacto de um setor sobre o outro para informar a elaboração de políticas.
		Tais estudos deverão também explorar o comportamento local da população no que diz respeito à gestão dos recursos naturais.
05	Launiainen *et al*. (2013)	O objetivo geral da pegada hídrica e a forma como seus resultados são apresentados precisam ser esclarecidos e métodos desenvolvidos adequadamente para tornar a pegada hídrica uma ferramenta que também possa ser usada na comunicação ambiental da silvicultura e dos produtos de base florestal.
		Se o objetivo da pegada hídrica é fornecer uma ferramenta para a gestão sustentável dos recursos hídricos, o uso da água e os impactos relacionados com a água devem sempre ser contextualizados com a disponibilidade local de água e a sensibilidade ambiental.
		Lacuna que incentivou a pesquisa dos autores: É necessário explorar se a ET está corretamente incluída na PH tendo em conta o seu papel natural no ciclo hidrológico. Se este não for o caso, é possível que as conclusões sobre o uso da água na silvicultura e nos produtos florestais estejam incorretas. Não temos conhecimento de quaisquer estudos que abordem adequadamente estas questões para produtos de base florestal. Não existem estudos que tenham considerado de forma crítica e objetiva a aplicabilidade do PH à silvicultura.
06	Wang *et al*. (2020)	Na China a investigação sobre a distribuição da florestação e os seus impactos nos recursos hídricos locais é muito limitada.
		Mais atenção foi dada ao PH da produção agrícola, e menos pesquisas se concentraram no PH do florestamento em escala regional devido à limitação de identificar com precisão a área de florestamento.
07	Cao *et al*. (2011)	É urgentemente necessária investigação em grande escala e a longo prazo para fornecer informações que apoiem uma política de restauração ambiental mais eficaz e flexível.
08	Cao *et al*. (2016)	Poucos estudos levaram em conta o desequilíbrio resultante entre o abastecimento de água (principalmente precipitação) e o consumo de água (evapotranspiração), o que afetará a saúde dos ecossistemas e o desenvolvimento socioeconómico.
09	Teng *et al*. (2022)	Este estudo pode fornecer referência para a florestação em grande escala no norte da China e outras áreas com escassez de água e forte erosão eólica e hídrica.

(conclusão)

E	Autoria do Artigo	Considerações
09	Teng *et al*. (2022)	Poucos estudos realizaram pesquisas sobre a otimização do padrão de arborização considerando conservação do solo (SC), fixação de areia (SF), o consumo de água (WC) e sequestro de carbono (CS) simultaneamente.
11	Koralay e Kara (2018)	Extensas pesquisas podem ser realizadas para determinar como o ecossistema aquático, especialmente peixes e invertebrados e a zona ribeirinha, a qualidade da água e a erosão do solo são afetados nas áreas florestais.
		Estes estudos podem servir de guia para novos estudos e fornecer uma visão para estudos de gestão ambientalmente corretos de bacias hidrográficas, considerando o ecossistema aquático, as zonas ribeirinhas, os riscos de erosão do solo, a qualidade da água e o planeamento ecológico da bacia hidrográfica.

Fonte: Dados da Pesquisa

Nota-se, que os estudos se concentraram em apontar assuntos que podem compor pesquisas futuras.

4. Conclusão

Com o intuito de analisar as contribuições da literatura recente para o estudo da Pegada Hídrica das Florestas Plantadas no contexto da Tomada de Decisão por parte dos *Stakeholders*, a presente revisão selecionou onze artigos e, com base nesses, explanou algumas contribuições para os assuntos-chaves, que mostram uma relação parcial entre os mesmos.

Sendo assim, é perceptível na literatura recente, especialmente nos onze artigos analisados na pesquisa, relações entre a Pegada Hídrica, Florestas Plantadas e *Stakeholders*, contudo, não há uma menção, pelo menos de forma explícita à Tomada de Decisão, em principal por parte dos Stakeholders. Portanto, mesmo que os estudo analisados, de algum modo geram contribuições para o tema central da pesquisa, ainda assim é imprescindível realizar um estudo que aborde de forma conjunta todos os assuntos-chave da presente pesquisa.

Referências

CAO, S.; CHEN, L.; SHANKMAN, D.; ANG, C.; WANG, X.; ZHANG, H. **Excessive reliance on afforestation in China's arid and semi-arid regions: Lessons in ecological restoration**. Earth-Science Reviews: Volume 104, Issue 4, February 2011. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2010.11.002.

CAO, S.; ZHANG, J.; CHEN, L.; ZHAO, T. **Ecosystem water imbalances created during ecological restoration by afforestation in China, and lessons for other developing countries**. Journal of Environmental Management: Volume 183, Part 3, 1 December 2016. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.096.

DECRETO Nº 8.375, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2014. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8375.htm.

FAO, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **O Estado das Florestas no Mundo 2022 mostra como florestas e árvores podem ajudar na recuperação de crises.** Publicado em maio de 2022. Disponível em https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1507196/.

FREEMAN, R. E. Strategic Management: **A Stakeholder Approach**. Boston: Pitman, 1984.

JACOBI, P. R.; EMPINOTTI, V. **Pegada hídrica**: inovação, co-responsabilização e os desafios de sua aplicação. Editora Annablume, São Paulo. 176 p. 2012.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica**: Estabelecendo o Padrão Global. Earthscan: 2011.

KORALAY, N.; KARA, O. **Forestry Activities and Surface Water Quality in a Rainfall Watershed**. European Journal of Forest Engineering 2018, 4(2): 70-82. https://doi.org/10.33904/ejfe.438621

LAUNIAINEN, S.; FUTTER, M. N.; ELLISON, D.; CLARKE, N.; FINÉR, L.; HÖGBOM, L.; LAURÉN, A.; RING, E. **Is the Water Footprint an Appropriate Tool for Forestry and Forest Products**: The Fennoscandian Case. Ambio: A Journal of Environment and Society, 2013. https://doi.org/10.1007/s13280-013-0380-z.

LIN, A.; FAN, C.; ZHANG, C.; ZHAO, X.; GADOW, K. V. **Anthropogenic disturbance mediates soil water effect on diversity-productivity relationships in a temperate forest region**. Forest Ecology and Management: Volume 525, 1 December 2022. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120544.

MOTOSHITA, M.; ONO, Y.; FINKBEINER, M.; INABA, A. **The Effect of Land Use on Availability of Japanese Freshwater Resources and Its Significance for Water Footprinting**. Sustainability. 2016, 8 (1), 86; https://doi.org/10.3390/su8010086.

OKUMU, B.; KEHBILA, A. G.; OSANO, P. **A review of water-forest-energy-food security nexus data and assessment of studies in East Africa**. Current Research in Environmental Sustainability, Vol 3, 2021. https://doi.org/10.1016/j.crsust.2021.100045.

RALUY, R. G.; QUINTEIRO P.; DIAS, A. C. **Water Footprint of Forest and Orchard Trees: A Review**. Water: 2022. https://doi.org/10.3390/w14172709

SAOSEE, P. S.; SAJJAKULNUKIT, B.; GHEEWALA, S.H. **Life Cycle Assessment of Wood Pellet Production in Thailand.** Sustainability 2020. https://doi.org/10.3390/su12176996.

TENG, Y.; ZHAN, J.; SU, M.; WU, Y.; ZHANG, Y.; CHUNXUE YU, C.; XU, C. **Identifying prioritized afforestation types in ecologically vulnerable zones of Northern China considering reducing water consumption and increasing carbon sequestration**. Ecological Indicators: Vol. 145, December 2022. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109734.

WANG, Z.; PENG, D.; XU, D.; ZHANG, X.; ZHANG, Y. **Assessing the water footprint of afforestation in Inner Mongolia**, China. Journal of Arid Environments, Volume 182, **2020**. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104257.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Global Forest Watch** [online]. [Cited 14 November 2021]. https://www.wri.org/initiatives/global-forest-watch.