

VALUTARE GLI SCARTI DELLA GESTIONE DEL VERDE URBANO PER IL DESIGN

Idee dal caso di San Paolo

WASTE VALUING FROM URBAN WOOD MANAGEMENT THROUGH DESIGN

Ideas from the case of São Paulo

Cyntia Malaguti de Sousa

ABSTRACT

Man mano che le città crescono, acquista sempre maggiore importanza il rimboschimento per ragioni paesaggistiche e ambientali. Tuttavia, la potatura e la rimozione degli alberi caduti richiedono un sistema di gestione dei rifiuti non facile da amministrare, soprattutto nelle grandi città tropicali come San Paolo, in Brasile. Una parte di questi rifiuti potrebbe essere impiegata nella produzione di manufatti in legno, riducendo la pressione sulle foreste, in una logica di economia circolare e di progettazione sistemica, che rappresenta la principale ipotesi di ricerca in corso presso l'Università di San Paolo. Questo documento presenta lo stato dell'arte, le basi teoriche su cui è stato costruito lo studio e i risultati di una revisione della letteratura scientifica internazionale su esperienze di successo e su come il design sia stato coinvolto; infine, suggerisce ulteriori ambiti di ricerca.

As cities grow, urban afforestation becomes more important both for aesthetics and environmental reasons. Nevertheless, pruning and removal of fallen trees, demand a waste management system, not easy to deal with, especially in big tropical cities, such as São Paulo, in Brazil. On the other hand, part of this waste could be employed in wooden artefacts production, reducing the pressure on the forests, in a circular economy and systemic design approach – the main hypothesis of ongoing research at the University of São Paulo. This paper presents the existing problem, the theoretical foundations upon which the study was built, the findings of an international scientific literature review that looked for successful experiences and how the design was involved; and suggests further researches.

KEYWORDS

recupero dei rifiuti, design, rimboschimento urbano, potatura degli alberi, alberi caduti

waste recovery, design, urban afforestation, tree pruning, fallen trees

Cyntia Malaguti de Sousa, Designer and PhD, is Full Professor at the Department of Technology, College of Architecture and Urbanism, University of São Paulo (Brazil). Member of the Teaching Board of the Bachelor of Design degree and Postgraduate Program on Design, she carries out researches on sustainability, future studies and material culture. E-mail: cyntiamalaguti@usp.br

Il rimboschimento urbano, che interessa piazze, parchi, marciapiedi e terreni privati, è un aspetto chiave della gestione pubblica, in quanto fornisce molti benefici per le condizioni climatiche e ambientali delle città, purificando l'aria, riducendo il rumore, rendendo il suolo urbano più permeabile, mitigando la formazione di 'isole di calore' e proteggendo la fauna, ma anche promuovendo effetti significativi sul paesaggio, come una maggiore valenza estetica, aree ombreggiate per il riposo e per la contemplazione. Tuttavia, «[...] wooded spaces artificially created and under adverse conditions in cities demand continuous attention and necessary actions» (Prefeitura de São Paulo, 2015, pp. 12, 13). Considerando la sua rilevanza per la qualità della vita nell'ambiente urbano, e quindi, per la resilienza delle città, il rimboschimento urbano deve essere gestito correttamente, con un approccio sistemico, includendo strategie sia adattive sia mitigative, mirando a una maggiore efficienza, alla prevenzione dei rischi e alla riduzione degli impatti.

In megalopoli come San Paolo, la più grande città del Sud America con oltre 12 milioni di abitanti, aumenta l'importanza del rimboschimento urbano così come la complessità della sua gestione. Come la maggior parte delle città brasiliane, la sua rapida crescita, soprattutto all'inizio del XX secolo, non è stata accompagnata da un piano di aree verdi, sebbene alcuni quartieri siano stati urbanizzati seguendo il concetto della 'città giardino'¹ (Fig. 1). I successivi sforzi pubblici, tuttavia, hanno portato oggi la città ad avere più di 120 parchi urbani e aree protette (Figg. 2-6) – che rappresentano quasi il 44% del suo territorio (Prefeitura de São Paulo, 2017) – sebbene la loro distribuzione sia molto disomogenea (Fig. 7); sulle strade pubbliche, questa percentuale arriva all'11,7% (MIT Senseable City Lab, 2019), contando circa 652 mila alberi (da Silveira, 2017; Fig. 8). Questa quantità, secondo l'Urban Tree Management System, comprende 197 specie diverse, di cui 102 autoctone (Amaral Ribeiro and Rodriguez Ramos, 2018).

La gestione degli alberi è organizzata tramite il Geographic Information System di San Paolo, una mappa digitale interattiva georeferenziata open access (Fig. 9) che contiene, tra le altre informazioni, la localizzazione degli alberi. Sebbene alla data di redazione del presente contributo non esista alcun inventario degli alberi comunali², è possibile elencare alcune delle specie più comuni. Tra quelle esotiche: Tipuana tipu, Jacaranda mimosifolia, Ficus Benjamina, Ligustrum Lucidum e Lagerstroemia indica; tra quelle autoctone: Syagrus romanzoffiana (unica autoctona di San Paolo), Tibouchina granulosa, Caesalpinia peltophoroides, Caesalpinia ferrea e Tabebuia spp (Cardim, 2008). La complessa gestione del verde urbano è a carico di vari Enti pubblici, tra cui ENEL che gestisce anche il servizio elettrico locale. Il lavoro di prevenzione per la salute degli alberi, che prevede indagini tecniche, interessa circa 20.000 piante l'anno. Se un esemplare presenta funghi o è a rischio di caduta, viene rimosso; in media ogni giorno vengono abbattuti 44 alberi ma ne vengono messi a dimora solo 33 (Amaral Ribeiro and Rodriguez Ramos, 2018).

Per quanto riguarda le attività di potatura e di rimozione degli alberi (Figg. 10-12), anche in questo caso i numeri sono rilevanti e in crescita: nel 2017 sono stati eseguiti 96.873 servizi di potatura e si sono verificati 4.119 casi di caduta, il doppio rispetto ai cinque anni precedenti (Carvalho, 2018). Durante l'estate la situazione peggiora, a causa di temporali con forti venti: tra gennaio e febbraio 2019, si sono contati più di 2.800 abbattimenti (Jornal Nacional, 2019). Secondo il Municipio, quest'anno circa 47.000 alberi hanno avuto bisogno di un intervento, 42.614 dei quali a causa della vicinanza della rete elettrica, per lo più ancora aerea (Sacheto, 2019); in questo caso, l'intervento viene eseguito direttamente dall'ENEL, che nel 2017 ha rimosso 6.992 tonnellate di rifiuti derivanti dalla potatura (Rede Aberje, 2018).

I resti di alberi di differente specie e condizione di salute comprendono foglie, fiori, frutti, semi, tronchi, rami, ceppi e radici. Nelle operazioni di taglio e raccolta, i rifiuti sono talvolta divisi in due categorie: mentre i rami più grandi e le sezioni di tronchi sono trasportati in autocarri con cassone ribaltabile, i rifiuti di piccole dimensioni vengono frantumati in loco per ottimizzare i costi di trasporto. ENEL dona ai partner, come contropartita per il compostaggio, l'attività di manutenzione dei parchi e delle aree verdi o i trucioli di legno e le bricchette per uso energetico; ad esempio, il São Paulo Zoo riceve circa 8 metri cubi di rifiuti a settimana e li trasforma in fertilizzanti organici (ENEL, 2019).

Il Municipio tratta i rifiuti raccolti insieme a quelli dei mercati (di frutta e verdura) comunali su strada in 5 cantieri di compostaggio: ciascuno riceve fino a 60 tonnellate di rifiuti a settimana, ma non è stato possibile confermare se questa cifra includa anche i rami e le sezioni di tronco. Si stima che i cantieri abbiano la capacità di trattare circa 2.800 tonnellate all'anno di rifiuti organici trasformandoli in 420 tonnellate di compost (Secretaria Especial de Comunicação, 2019), da utilizzare nei giardini e nelle piazze pubbliche o da distribuire gratuitamente a chi lo richiede. Inoltre, lo Stato di San Paolo assorbe il 17% del legname amazzonico utilizzato nel Paese, circa 6.000 tronchi registrati nel 2011 (No-

bre, 2018) pari a circa 6,1 milioni di metricubi (quantità superiore al consumo di molti Paesi europei), il 30% dei quali è riservato alla sola area metropolitana di San Paolo (Imazon, 2013).

È da segnalare che le menzionate soluzioni rispondono alle politiche ambientali sui rifiuti organici dell'Unione Europea (European Commission, 2019), poiché evitano il loro smaltimento in discarica e favoriscono la riduzione delle emissioni di gas serra in atmosfera. Inoltre, la Direttiva 2008/98/CE sui rifiuti (European Parliament and Council of the European Union, 2008), all'articolo 22, raccomanda che la gestione dei rifiuti organici segua gerarchicamente logiche di prevenzione, di preparazione per il riutilizzo, di riciclo, di altro recupero e solo in ultimo di smaltimento. All'interno di una strategia mitigativa come approccio alla resilienza – anche se non si comprende se la gestione del rimboschimento urbano della città risponderà alla domanda locale di oggetti prodotti con questo legno (a causa dell'eterogeneità e delle caratteristiche della specie, delle condizioni di crescita e della salute) – varrebbe comunque la pena di chiedersi se, dati i numeri presentati, gli unici e più appropriati usi dei rifiuti di alberi locali siano il compostaggio o la produzione di energia, sebbene altri impieghi possano risultare, in prima battuta, più complessi e costosi.

Il tema e i designer | Nel Paese non ci sono molti esempi noti di prodotti di designer o architetti realizzati con il legno derivante dall'attività di manutenzione ordinaria e straordinaria sulla vegetazione urbana. Uno dei pionieri è stato Zanine Caldas che ha usato il legno degli alberi abbattuti nei progetti di case e di mobili. Lo scultore Frans Krajcberg, a sua volta, si è distinto per le opere realizzate con tronchi e radici calcinate, come denuncia contro la devastazione delle foreste brasiliane. Pedro Petry crea mobili e oggetti d'arte da tronchi d'albero abbattuti (Figg. 13, 14); Carlos Motta è un designer di mobili realizzati con legno da abbattimento; infine, Hugo França (Figg. 15, 16) realizza panchine e attrezzature ricreative per parchi, esplorando le caratteristiche morfologiche degli alberi caduti.



Fig. 1 | São Paulo branches urbanized under the concept of 'garden city' (credit: C. Malaguti, 2019).



Fig. 2-5 | Partial views of Ibirapuera Park: São Paulo Obelisk in centre and city main north-south axis; Interior paths and trees; Park lake and Japanese bridge (credits: C. Malaguti, 2019).

Fig. 6 | Partial view of Sunset Square and surroundings (credit: C. Malaguti, 2019).

Next page

Fig. 7 | Municipal Parks and Conservation Units, São Paulo city (credit: biodiversidade.prefeitura.sp.gov.br, 2019).

Fig. 8 | Street afforestation (credit: C. Malaguti, 2019).

Fig. 9 | Geosampa, street afforestation layer: partial view (credit: geosampa.prefeitura.sp.gov.br, 2019).

Per conoscere le opinioni sulle opere realizzate con il legno degli alberi abbattuti nell'area urbana di San Paolo e in generale nel contesto brasiliano, nel 2018 l'Autrice ha avviato una ricerca qualitativa esplorativa – utilizzando come strumento il Survey Monkey – intervistando quei designer e architetti residenti nel Paese che hanno prodotto mobili e oggetti in legno massello. I 21 intervistati hanno valutato l'approccio di riciclo come pertinente, sebbene solo uno abbia affermato di aver lavorato con il legno proveniente da potatura. Le principali restrizioni evidenziate sono state: a) la mancanza d'informazioni su proprietà e condizioni d'uso della materia prima, che richiederebbe formazione e sperimentazioni; b) la mancanza di comunicazione sulla logistica per la raccolta e la selezione del legno, nonché di fornitori adeguati; c) i costi e le difficoltà di lavorare con una materia prima che presenta approvvigionamento, forme e caratteristiche disomogenee, e

che mette a rischio la scalabilità della produzione; d) i vincoli burocratici relativi all'uso del materiale; e) l'incerto apprezzamento da parte dell'utenza finale.

Altri esempi studiati includono prodotti con caratteristiche dell'ambito artistico, come i giocattoli e gli oggetti ludici di Elvira de Almeida realizzati in legno recuperato e rottami per le piazze e i parchi pubblici di San Paolo, le sculture dell'artista plastico Bia Doria, gli oggetti in serie limitata del designer Leonardo Bueno (autorizzato a usare questa tipologia di legno) e i piatti e pannelli dell'azienda Seivarte, che provengono dai rami potati dai coltivatori di mele. Sebbene alcuni intervistati abbiano commentato (con discrezione a causa dei vincoli burocratici) che conoscono i designer che lavorano con questi prodotti, appare chiaro che il tema è poco noto ai designer brasiliani, essendo considerato interessante ma complesso, e rendendosi necessario un nuovo approccio sistemi-

co nella prospettiva di una economia circolare.

Il design, l'economia circolare e l'approccio sistemico | Secondo Appadurai (2013) la vita di tutti i giorni, anche nelle società più semplici, dovrebbe essere vista come un prodotto del design, inteso come necessità umana fondamentale e fonte primaria di ordine sociale. Da questo punto di vista, il design dovrebbe essere un'attività professionale collegata a un'idea più ampia di pianificazione, lontana dalle particolari logiche degli individui, degli oggetti, dei consumatori e dei mercati, e più legata a obiettivi collettivi, benefici a lungo termine e contesti più ampi. La parola chiave per questa integrazione è 'sostenibilità', intesa come guida per quelle politiche sociali che non possono dipendere completamente dall'efficienza misurata in termini di costo e di esigenze dei consumatori.

Tuttavia, questo termine è stato progressivamente svuotato del suo senso critico e della

sua potenziale capacità di modificare innovando. Uno degli approcci che delineano un percorso concreto verso la sostenibilità è quello dell'economia circolare, definita come «[...] an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design. It replaces the end-of-life concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse and return to the biosphere, and aims for the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems and business models» (Ellen MacArthur Foundation, 2013, p. 7). La definizione suggerisce che i sistemi dovrebbero essere progettati in base alla possibilità di rinnovo delle risorse (tecno-ciclo per le risorse non rinnovabili e bio-ciclo per quelle rinnovabili) cercando sempre di aumentare la produttività dei materiali, riducendo così la pressione sulla domanda di risorse naturali. Viene indicata come strategia, tra l'altro, quella di un 'uso a cascata' che, basato sulla teoria di Stahel (2013), si configura come una serie di anelli concentrici che rappresentano il recupero dei rifiuti, privilegiando, dall'interno verso l'esterno, le forme di recupero che modificano meno prodotti e materiali, mantenendo comunque il loro valore, la loro qualità e le loro prestazioni.

Infine, la progettazione sistemica può essere intesa come ciò che «[...] adapts from known design competencies – form and process reasoning, social and generative research methods, and sketching and visualization practices – to describe, map, propose and reconfigure complex services and systems» (Jones, 2014, p. 1). Articolato secondo la teoria dei sistemi, tale approccio si basa sulla considerazione che tutti i sistemi dovrebbero essere concepiti almeno secondo una dimensione sociale – poiché l'intervento umano è presente in tutti gli aspetti dell'ecologia planetaria – che per sua natura è già complessa, perché include domini in cui è quasi inconcepibile che un singolo esperto o manager possa comprendere l'intero sistema o il suo funzionamento. In questo contesto, il design sistemico supporta la co-progettazione per politiche, programmi e servizi migliori, integrando il pensiero sistemico e i suoi metodi, e applicando la progettazione antropocentrica a complessi sistemi di servizi per più stakeholder. Adottando questo approccio il contributo sottolinea l'importanza d'integrare il design – non solo come capacità umana ma anche come competenza professionale – nella gestione delle città, e in particolare nel rimboschimento urbano.

Revisione della letteratura scientifica | Per identificare le esperienze nazionali e internazionali di successo caratterizzate dal riuso degli scarti provenienti da potatura e dalla rimozione di alberi urbani, e per verificare come e se il design sia stato coinvolto in esse, è stata condotta una revisione della letteratura scientifica in due fasi con metodi diversi. Nella prima fase è stato utilizzato il metodo narrativo, utilizzando come strumento Google Search, che ha fornito una visione completa dell'argomento. Nella seconda fase è stato seguito il protocollo del metodo sistematico (Rother, 2007) e sono stati

selezionati i documenti dai database Capes-Brasil, Scopus, Science Direct e Scielo. Nel metodo narrativo le frasi utilizzate nella ricerca hanno combinato le seguenti parole in inglese, portoghese e spagnolo: urban, wood, waste, use, upcycling, recycling, reuse, trees, design, research lab, pruning, trimming, cascading, forest, afforestation, objects, sustainable, and harnessing. Non è stato indicato un lasso di tempo specifico per l'inclusione dei documenti ma sono stati considerati solo quelli risultanti dalla ricerca e dalla pianificazione, escludendo quelli sui residui forestali, sul compostaggio e sulla produzione di energia.

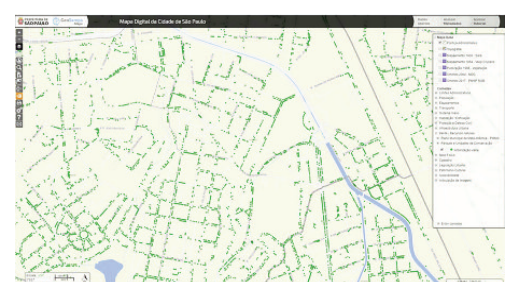
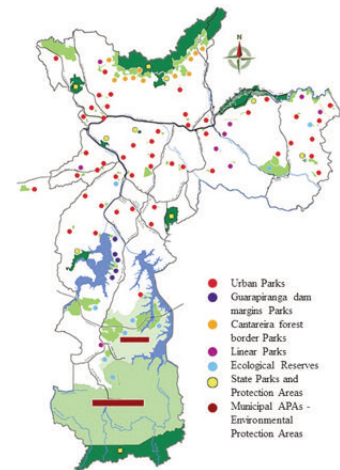
La revisione sistematica è partita dalla seguente domanda: in che modo i rifiuti della potatura e della rimozione degli alberi urbani possono beneficiare di un approccio che coinvolge l'economia circolare e il design sistemico? L'arco temporale preso in considerazione è il 1999-2019; le lingue selezionate sono l'inglese il portoghese e lo spagnolo; i tipi di documenti esaminati sono quelli dell'articolo scientifico, delle dissertazioni e delle Tesi; mentre gli ambiti tematici riguardano Design e Sostenibilità, Design e Tecnologia, Design e Innovazione. I criteri di inclusione della ricerca si sono focalizzati su: prodotti sviluppati con scarti di legno ottenuti dalla potatura o rimozione di alberi urbani; dati sulle caratteristiche degli alberi urbani; tecniche di potatura, di trattamento e di lavorazione; gestione dei sistemi per l'utilizzo di questo materiale. Sono stati esclusi: ricerche duplicate; ricerche ad accesso limitato; ricerche incentrate sulla frantumazione e la macinazione ai fini del compostaggio o della produzione di energia; ricerche sui rifiuti di legno utilizzati da fonti diverse dagli alberi urbani o sull'estrazione di sostanze dai rifiuti di legno urbani. Le espressioni di ricerca sono state: waste and pruning; pruning waste; tree and pruning and waste; urban trees and wood products; urban tree and wood waste; tree pruning waste; urban pruning waste; wood waste and circular economy.

Complessivamente sono stati selezionati 28 documenti, 12 dagli Stati Uniti, 11 dal Brasile, 3 dalla Spagna, 1 dal Canada e 1 da Cuba, e i loro approcci sono stati classificati in: diagnosi delle situazioni esistenti e proposte (5 documenti); analisi dei pro e dei contro sull'uso dei rifiuti (2 documenti); analisi di casi rilevanti (4 documenti); modelli e piani sistemici che interessano la gestione (6 documenti); analisi delle caratteristiche dei rifiuti per indicare i migliori usi potenziali (4 documenti); sviluppo e analisi delle prestazioni di nuovi materiali e applicazioni derivanti dalla raccolta differenziata (7 documenti).

Risultati | Dal punto di vista numerico, anche considerando le differenze prodotte dai motori di ricerca usati, la quantità di pubblicazioni statunitensi riflette la rilevanza del tema per il Paese, nel quale operano numerose aziende sia pubbliche sia private. I soggetti e le attività identificati sono stati raggruppati per l'analisi in Imprese, Network e Portali Informativi Virtuali, Progetti e Campagne Locali.

In relazione alle Imprese di successo, sono stati osservati i profili aziendali che presentano diverse modalità di approvvigionamento della

materia prima e un prodotto finale del tipo composto organico, legna da ardere, bricchette, assi, componenti edili, mobili e altri manufatti. Sono stati quindi presi in esame solo i prodotti in legno massello e il loro sito Web. Molte Imprese sono relativamente recenti, poiché hanno iniziato la loro attività intorno alla metà degli anni 2000; quelle precedenti hanno generalmente modificato la propria produzione aprendo una nuova linea commerciale di nicchia; tra queste ultime: Algin Furniture, Hoppe Tree Service e Horigan Tree Care. La maggior parte sono Imprese di piccola dimensione che operano su mercati locali, con una produzione artigianale di mobili per unità residenziali e commerciali, e che dichiarano sempre l'origine del legno utilizzato anche nel loro nome e logo, interagendo attivamente con i propri clienti nella progettazione e personalizzazione del prodotto. Alcune possiedono degli showroom, altre producono su ordinazione; molte, inoltre, vendono legname semilavorato (secco e trattato) o componenti per l'edilizia; altre ancora trattano tronchi di terzi o affittano le proprie officine e attrezzature per periodi determinati. Per quanto riguarda la finitura dei prodotti, alcuni hanno un aspetto rustico, altri presentano difetti e persino la corteccia degli alberi ai bordi; in generale però il prodotto finito è raffinato



e utilizza connessioni elaborate, essendo indirizzato a mercati dal potere d'acquisto più elevati. I legni duri più utilizzati sono quelli del *Quercus* spp., *Fraxinus* spp., *Juglans* spp., *Acer* spp., *Hicoria* spp. e *Prunus* spp., mentre i legni teneri sono quelli della *Ulmus Americana*, *Pinus* spp., *Abies* spp. e *Sequoia sempervirens*; in alcuni casi vengono utilizzate anche specie esotiche.

Le società City Bench e Sintala Design hanno rispettivamente il 'certificato di nascita' e il 'madera justa', che dichiarano l'origine del materiale. Il Brazilian Madeira Urbana agisce come una sorta di Ente di certificazione che opera con il supporto di una piattaforma di tracciamento digitale e in collaborazione con designer e architetti. Tre Imprese (City Bench, New York Heartwoods e Stranger Furniture) abbracciano esplicitamente i principi dell'economia circolare, sebbene molte altre dichiarino i principi di sostenibilità del proprio prodotto e di far parte di una filiera per il recupero del legno. Cinque Imprese (Sintala Design, Nakashima Woodworkers, Joinery Structures, New York Heartwoods e Wood from the Hood) si caratterizzano per il tipo di lavoro: oltre a mobili più leggeri ed elaborati, creano piccoli oggetti come penne, vasi, giocattoli e posate. Un ultimo caso interessante è quello riportato da Mello (2008): il laboratorio Fabriq del Municipio di Santo André (Area Metropolitana di San Paolo), oggi non più operativo, ha sviluppato e distribuito giocattoli, sculture ludiche ma anche palchi per parchi comunali e centri educativi pubblici, utilizzando i resti da potatura e rimozione degli alberi.

Per quanto riguarda i Network e Portali Informativi Virtuali, dei 9 selezionati 7 sono nordamericani. Il più grande è l'Urban Wood Network che ne riunisce altri da quattro diversi Stati (Illinois, Michigan, Missouri e Wisconsin), tutti legati al progetto 'Bringing urban forestry full circle: localized approaches for capturing value and enhancing public benefits from urban forests', promosso dalla US Forest Service. I Portali aderiscono a una campagna di mobilitazione nazionale attivata a seguito della distruzione di migliaia di alberi urbani infestati da un insetto chiamato 'minatore smeraldino del frassino' (Nzokou, Simons and Weatherspoon, 2011). Mettendo insieme arboricoltori, segatori, falegnami, professionisti (architetti e designer), utenti finali (aziende private e pubbliche, e singoli consumatori), la campagna si propone di promuovere il mercato del legno urbano e la sua catena di approvvigionamento, di sensibilizzare consapevolezza e impegno comuni, e infine di creare un marchio per i prodotti.

L'Urban Wood Project, nel Michigan, riunisce piccole segherie che offrono, in un mercato fisico e digitale, legno proveniente da alberi urbani. Il Vibrant Cities Lab, a sua volta, creato «[...] to help city managers, policymakers and advocates build thriving urban forest programs» (www.vibrantcitieslab.com/about/), promuove, tra le diverse attività il riutilizzo del legno urbano, la diffusione di guide, casi studio e ricerche, mettendo a disposizione una 'biblioteca online' piuttosto fornita. L'Urban Forest Ecosystems Institute della Cal Poly (California Polytechnic State University) condivide molte informazioni

tecniche attraverso: una guida per la selezione degli alberi l'identificazione delle specie e la valutazione delle loro condizioni di salute; un elenco d'impresе coinvolte nella filiera di recupero del legno industriale e urbano; standard e norme per il taglio del tronco; inoltre, offre borse di studio per progetti di ricerca su questo tema. Il portale canadese LEAF (Local Enhancement & Appreciation of Forests) riporta l'elenco degli attori che fanno parte della filiera nel Paese, promuove progetti, notizie, eventi e fonti di informazione. Il Reusewood.org, infine, è una directory nordamericana e canadese che riunisce le aziende del settore dei rifiuti del legno.

I progetti e le Campagne Locali contano complessivamente 10 iniziative (8 dagli Stati Uniti e 2 dal Canada). Il Baltimore Wood Project, progettato per la rivitalizzazione della città, è finalizzato al recupero del legno proveniente sia dalla demolizione sia dal rimboschimento urbano; basato sul modello sistemico, il progetto mira a fornire una guida per le aziende che trattano il legno di città, condividendo l'inventario degli alberi, i criteri sulla selezione/lavorazione del legno urbano e sulla produzione e consumo di prodotti derivati, finanche indicazioni sulla riqualificazione di aree verdi degradate. Altri tre progetti locali con finalità didattiche sono: 1) l'Urban Forestry Program presso il Palomar Community College, in collaborazione con la Cal Poly University, produttore anche di oggetti in legno urbano grazie al Cabinet and Furniture Technology Department che mette a disposizione una segheria fissa, una segheria portatile e due forni di essiccazione, alimentati da legno urbano provenienti da San Diego e preparato per l'uso dagli studenti; 2) il Downed-trees-to-furniture Project, un progetto di 13 panchine di legno realizzate nel 2003 per il Roselawn Community Park, attivato nell'ambito del corso di progettazione di mobili del College of Design, Architecture, Art, and Planning, presso l'Università di Cincinnati, con il coinvolgimento degli studenti del primo anno; 3) l'Interprofessional Project Program 350 – Environmental & Urban Wood Reclamation, promosso nel 2009 dall'Illinois Institute of Technology con l'obiettivo d'identificare e di caratterizzare la gamma di opportunità connesse all'uso del legno urbano, la cui associazione con il Creative Urban Wood Utilization in Architecture and Furniture Design Class ha prodotto mobili e articoli da regalo esposti in varie località.

La ricerca ha dato evidenza anche di una serie di mostre e premi, tra i quali si segnalano: 1) il Rising from Ashes: Furniture from Lost Trees (2008-09), promosso dalla CFDA (Chicago Furniture Designers Association); 2) l'Annual Envirofest of Elkhart City (2015-17) che ha esposto opere in legno urbano; 3) il TODO (Toronto Design Offsite) Urban Wood Forum, mostra sull'utilizzo del legno di città; 4) la nuova categoria di premi Wisconsin Urban Wood Utilization, istituita presso il Wisconsin's Leadership Awards dal Green Building Council degli Stati Uniti; 5) l'IIDEX (Invention, Innovation & Design Exposition) Woodshop, concorso e mostra annuale, lanciati a Toronto nel 2013, sugli oggetti prodotti con il legno degli alberi urbani di frassino infestati dal 'minatore smeraldino del frassino'. Infine, sono da citare due

progetti di edifici pubblici con alberi ammalorati rimossi: il Japanese-style Pavilion presso il Well-field Botanic Gardens a Elkhart e la Traverwood Branch Library ad Ann Arbor.

I tre gruppi di attività analizzate rivelano che lavorare con il legno urbano, e in particolare con i loro rifiuti, può costituire un business, che comunque necessita di un importante sforzo inter-istituzionale per sostenersi e promuoversi. Se le attività rivolte alla didattica e alla pratica del design sono ancora poco numerose, la ricerca mostra prospettive promettenti per questi rifiuti organici, soprattutto nell'impiego di pannelli per rivestimenti o per isolamento acustico, ma anche per altri usi più nobili. In realtà, poiché l'uso di questo particolare rifiuto organico è ancora agli inizi (Bratkovich et alii, 2008), la base di conoscenze sull'argomento non è ancora consolidata. Diverse domande emergono quando si discute del tema, come ad esempio: quali sono la quantità, le caratteristiche e la qualità del materiale disponibile in un determinato luogo? Quali sono le maggiori difficoltà a usarlo? Come usarlo sistematicamente?

Alcuni degli studi analizzati cercano di rispondere a questi quesiti, come quelli che differenziano gli alberi urbani da quelli trovati nelle foreste, anche se della stessa specie (Cassens and Makra, 2014), oppure quelli che studiano il potenziale uso del legno proveniente dagli alberi urbani o le caratteristiche specifiche dei rami (Martins, 2013; Ferreira Rocha et alii, 2015; Lopez Garcia, 2018). Bratkovich et alii (2008), Macleod (2011), Cassens e Purcell (2015) e Gordon (2017), a loro volta, indagano attentamente sulle difficoltà e sulle sfide nell'uso di questi rifiuti. In relazione poi alle necessità di un approccio più sistematico, Meira (2010), Guimarães Alves (2007), Bratkovich e Fernholz (2010), Baltimore Wood Project (online) e Urban Wood Network (online), sottolineando la necessità d'integrare i vari settori e gli stakeholders coinvolti nella 'filiera del legno urbano', propongono diversi modelli di gestione.

Conclusioni | In riferimento all'ipotesi iniziale formulata in questo contributo, la revisione della letteratura indica che essa è corretta e in linea con le raccomandazioni dell'Urban Wood Network: parte dei rifiuti della gestione del legno urbano può essere utilizzata, riducendo la pressione sulle foreste, in un approccio di economia circolare, con fini più nobili del semplice compostaggio o della combustione per usi energetici. L'approccio sistemico è riscontrabile nelle politiche di un significativo numero di imprese, in portali informativi e documenti analizzati, in particolare in quelli che trattano degli aspetti gestionali. La progettazione sistemica, tuttavia, è emersa solo latentemente nel primo gruppo; in tal senso, si potrebbero condurre ulteriori analisi per valutare se e in che misura l'utilizzo di strumenti come il Gigamaps possa essere di aiuto nella progettazione e visualizzazione di nuovi modelli di organizzazione e gestione della catena di approvvigionamento (Sevaldson, 2015).

Di grande utilità sarebbero anche nuovi studi sulle caratteristiche e sulle applicazioni delle diverse specie locali, soprattutto se condotti con il supporto di ricercatori dei settori del

design, dell'architettura, delle bioscienze e dell'ingegneria: nuovi materiali creati dai rifiuti possono, infatti, essere esplorati in ricerche multidisciplinari, collegando le proprietà dei materiali agli esperimenti applicativi. Altrettanto importante sarebbe studiare, profilando adeguatamente le utenze, la percezione, il valore assegnato e la domanda di questo tipo di prodotto locale. Le possibilità di standardizzazione del trattamento e dei formati dei rifiuti per finalità commerciali, così come brand e seals per promuovere le attività, costituirebbero ulteriori campi di ricerca.

Questi sono solo alcuni dei temi da sviluppare per incrementare le conoscenze su un tema complesso e interdisciplinare, in cui i diversi stakeholders, ciascuno con il proprio punto di vista, può fornire un contributo significativo verso città più resilienti e proteggere l'ambiente usando le risorse naturali con cura e saggezza.

Urban afforestation, including plazas, parks, sidewalks, and private land, is a key aspect of public management, as it provides many benefits to the climatic and environmental conditions of cities by purifying the air, reducing noise, making the urban soil more permeable, mitigating the formation of 'heat islands' and protecting the fauna; besides promoting significant effects on landscaping, creating greater scenic beauty, shady areas, rest and contemplation environments. However, «[...] wooded spaces artificially created and under adverse conditions in cities demand continuous attention and necessary actions» (Prefeitura de São Paulo, 2015, pp. 12, 13). Considering its relevance for life quality in the urban environment, and therefore, for cities resilience, urban afforestation must be managed properly, in a systemic approach, including both adaptive and mitigative strategies (seeking for increased efficiency, risks prevention and impacts mitigation).

In megalopolises such as São Paulo, the largest city in South America, with over 12 million inhabitants, the importance of urban afforestation increases, as does the complexity of its management. Like most Brazilian cities, its rapid growth, especially from the early twentieth century, was not accompanied by a green area plan, although some neighbourhoods were urbanized from the concept of 'garden city'¹ (Fig. 1). Successive public efforts, however, led the city today to have more than 120 urban parks and conservation areas (Fig. 2-6) – which account for almost 44% of its territory (Prefeitura de São Paulo, 2017) – although its distribution is very uneven (Fig. 7); on public roads, this percentage drops to only 11.7% of vegetation (MIT Senseable City Lab, 2019), which corresponds to about 652 thousand trees (da Silveira, 2017; Fig. 8). This set, according to the Urban Tree Management System, contains 197 species of trees, being 102 natives to the municipality (Amaral Ribeiro and Rodriguez Ramos, 2018).

Its management is articulated with the Geographic Information System of São Paulo, a georeferenced interactive digital map, open format (Fig. 9) that contains, among other information, the positioning of the trees. Although



Figg. 10-12 | Annual pruning in University of São Paulo Campus; Branches removal in a city street; Removal of a fallen *Tipuana tipu* after a summer storm in 2019 (credits: C. Malaguti, 2019).



Fig. 13 | Pedro Petry's hollow spheres, Forest Jewels Sculpture (credit: Zé Henrique Dionisio).

there was no inventory of municipal afforestation², until the conclusion of this paper, some of the most commonly occurring species are: among the exotic, *Tipuana tipu*, *Jacaranda mimosifolia*, *Ficus Benjamina*, *Ligustrum Lucidum* and *Lagerstroemia indica*; among the natives of Brazil, *Syagrus romanzoffiana* (only regional native of São Paulo), *Tibouchina granulosa*, *Caesalpinia peltophoroides*, *Caesalpinia ferrea* and *Tabebuia* spp (Cardim, 2008). The complex management of urban afforestation is carried out by various public agencies, in addition to the local electric utility company – ENEL (Ente Nazionale per l'Energia Elettrica). Preventive work, which includes technical tree surveys, covers about 20,000 trees per year. If the specimen has fungi or presents a risk of falling, it is removed, reaching 44 trees/day, on average. On the other hand, the daily average of planting is 33 new specimens in the city streets (Amaral Ribeiro and Rodriguez Ramos, 2018), thus generating a deficit.

Concerning tree pruning and removal activities (Figg. 10-12), the numbers are also impressive and increasing: in 2017, 96,873 pruning services were performed and 4,119 cases of fall, twice the amount recorded 5 years earlier (Carvalho, 2018). During the summer the situation worsens due to thunderstorms with high winds: in January and February 2019, there were

more than 2,800 falls (Jornal Nacional, 2019). And according to the City Hall, this year 47,000 trees needed some kind of management, of which 42,614 due to the proximity of the power grid, mostly still aerial (Sacheto, 2019); in this case, pruning is carried out by ENEL, which in 2017 removed 6,992 tons of pruning waste (Rede Aberje, 2018).

The residues from trees of different species and health conditions are diverse, ranging from leaves, flowers, fruits and seeds, to trunks, logs, branches, stumps and roots. In cutting and harvesting operations, waste is sometimes separated into two categories, with larger branches and sections of logs being placed in dump trucks, and smaller waste crushed on-site to optimize transportation costs. ENEL donates to partners for use in composting, maintenance of parks and green areas or for energy use in the form of wood chips or briquettes; São Paulo Zoo receives about 8 cubic meters of waste per week and transforms it into organic fertilizer (ENEL, 2019).

The City Hall informs that it also processes the collected waste, along with those from municipal street markets (fruits and vegetables), in 5 composting yards: each receives up to 60 tons of waste per week, but it was not possible to confirm that this total includes the branches and trunk sections. These sites are estimated

to have the capacity to remove about 2,800 tons/year of organic waste from sanitary landfills, turning it into 420 tons of compost (Secretaria Especial de Comunicação, 2019). The fertilizer is used in gardens and public squares or distributed free of charge to interested parties. In addition to the situation briefly outlined, the State of São Paulo represents 17% of Amazonian wood consumption in the country, with 6,000 log yards registered in 2011 (Nobre, 2018). This percentage represents about 6.1 million of cubic meters in log (higher than many countries in Europe), being consumed in Greater São Paulo, 30% of this total (Imazon, 2013).

It should be mentioned that the aforementioned solutions are similar to European Union Policy for biowaste (European Commission, 2019), avoiding their disposal in landfills and thus reducing greenhouse gas emissions. But more than that, Directive 2008/98/EC on waste (European Parliament and Council of the European Union, 2008), in Article 22, recommends that biowaste management should follow the waste hierarchy, adopting the priority order: prevention, preparing for re-use, recycling, other recovery and disposal. Within a mitigative strategy of a resilience approach – although it is not intended that the management of urban afforestation of the city will supply the local demand for products of forest origin (due to the



Fig. 14 | Pedro Petry's fruit bowl with jagged edges, diam. 67 x h 25 cm (credit: Danilo dos Santos).

heterogeneity and characteristics of the species, growth conditions and health) – it would be worth asking whether, given the numbers presented, the only and most appropriate destination for all local tree waste is composting or power generation, although other destinations may at first be more complex and costly.

The theme and the designers | There are not many notorious examples in the country of works by designers or architects with urban wood waste. One of the pioneers was Zanine Caldas, who used demolition wood and felled trees in house and furniture projects. The sculptor Frans Krajberg, in turn, was notable for works made with logs and calcined roots, in a complaint against the devastation of Brazilian forests. Pedro Petry creates furniture and art objects from felled tree trunks (Figg. 13, 14); Carlos Motta, furniture design with demolition wood; and Hugo França (Figg. 15, 16), benches and recreational equipment for parks, exploring the morphological characteristics of fallen trees.

To identify opinions on working with urban tree residues and other experiences in the Brazilian context, the author of this article conducted in 2018 an exploratory qualitative research with designers and architects residing in the country, who created furniture and other

objects from solid wood, using the Survey Monkey tool. The 21 respondents rated the recycling approach as pertinent, although only one claimed to have worked with this kind of material. The main restrictions pointed out were: a) information on properties and conditions of use of these woods is lacking, which would require learning and experimentation; b) lack of collection, beneficiation and separation logistics as well as adequate suppliers; c) costs and difficulties in working with this raw material whose supply, shapes and characteristics are irregular, compromising the scalability of production; d) bureaucracies for use of the material; e) non-appreciation by the public.

Other examples cited include unique works bordering the fine arts, such as toys and playful objects made of recovered wood and scrap by Elvira de Almeida for squares and public parks of São Paulo and the sculptures of plastic artist Bia Doria; and objects in small series like those of designer Leonardo Bueno (with permission to use this wood), and from Seivarte company – plates and panels from pruning branches of apple growers. Some commented that they know designers who work with this waste discreetly, due to the bureaucracy involved. From the above it became clear that the theme is little known to Brazilian designers, being considered relevant but complex, point-

ing that a systemic approach is needed, within the perspective of a circular economy.

The Design, the circular economy and the systemic approach | According to Appadurai (2013) everyday life, even in the simplest societies, should be seen as a result of design, understood as a fundamental human capacity and primary source of social order. From this perspective, the design should be treated as a professional activity, connecting with a broader idea of planning, moving away from individuals, objects, consumers, and markets and start worrying about collective goals, long-term benefits and larger contexts. The keyword for this integration is 'sustainability', to guide social policies that do not fully rely on efficiency measured by price and consumer demands.

However, this expression has been progressively emptied of its most critical sense and transformative potential. One of the approaches that outline a concrete path towards sustainability is that of the circular economy, defined as «[...] an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design. It replaces the end-of-life concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse and return to the biosphere, and aims for the elimination of waste

through the superior design of materials, products, systems and business models» (Ellen MacArthur Foundation, 2013, p. 7). The model suggests that systems should be designed according to the possibility of resource renewal (techno-cycle for non-renewable resources and bio-cycle for renewable ones) always seeking to increase the productivity of materials, thus reducing pressure on the demand for natural resources. Indicates as a strategy, among others, the 'cascaded use' that, based on Stahel (2013), is configured as concentric loops of waste recovery, privileging, from the inside out, the forms of recovery that change products and materials less, while maintaining their value, quality and performance.

Finally, systemic design can be understood as that which «[...] adapts from known design competencies – form and process reasoning, social and generative research methods, and sketching and visualization practices – to describe, map, propose and reconfigure complex services and systems» (Jones, 2014, p. 1). Articulated with systems theory, the approach considers that all systems should be conceived at least as socially implicated – since human intervention has intervened in all aspects of planetary ecology – and therefore complex because they encompass domains where it is almost inconceivable that a single expert or manager can understand the entire system or its operation. In this context, the systemic design supports the co-design of better policies, programs and services, integrating systemic thinking and its methods, and applying human-centered design to complex multi-stakeholder service systems. By adopting this approach in this paper, the importance of integrating design, not only as a human capacity but also as professional competence, in urban management, especially in urban afforestation, is emphasized.

Scientific literature review | To identify successful national and international experiences from pruning and urban tree removal residues, and to verify how and if the design was involved in them, a two-step scientific literature review was conducted with different methods. In the first, the narrative method was used, using the Google Search tool, which provided a comprehensive view of the subject. The second followed the systematic method protocol (Rother, 2007), and selected documents from the bases: Capes-Brasil, Scopus, Science Direct and Scielo. In the narrative review, the search expressions combined the following words in English, Portuguese and Spanish: urban, wood, waste, use, upcycling, recycling, reuse, trees, design, research lab, pruning, trimming, cascading, forest, afforestation, objects, sustainable, and harnessing. A specific period for inclusion of documents was not delimited, but only those resulting from research and planning were considered, excluding those focused only on forest residues, composting and power generation.

The systematic review started from the following research guiding question: How can the waste from urban trees pruning and removal be benefitted in a circular economy and systemic

design approach? It was defined for search: the period 1999-2019; the languages English, Portuguese and Spanish; documents of the types scientific article, dissertation and thesis; and the areas of concentration Design and Sustainability, Design and Technology, and Design and Innovation. Inclusion criteria were research focused on: products developed with wood waste obtained from urban trees pruning or removal; data on urban trees characteristics; pruning technics, treatment and processing; managing systems for using this material. The following were excluded: duplicate researches; restrict access researches; researches focused on crushing and milling for composting or energy generation purposes; researches on wood waste used from other sources than urban trees, or the extraction of other substances from urban wood waste. The search expressions were: waste and pruning; pruning waste; tree and pruning and waste; urban trees and wood products; urban tree and wood waste; tree pruning waste; urban pruning waste; wood waste and circular economy.

In all, 28 documents were selected, 12 from the US, 11 from Brazil, 3 from Spain, 1 from Canada and 1 from Cuba, and their approaches were classified in: diagnosis of existing and proposed situations (5 docs); pros and cons analysis on waste use (2 docs); analysis of relevant cases (4 docs); models and systemic plans involving management (6 docs); analysis of waste characteristics to indicate the best potential uses (4 docs); development and performance analysis of new materials and applications from waste beneficiation (7 docs).

Results | The predominance of US publications, even considering the numerical variations from the search engines adopted, highlights the relevance of the theme in the country, unfolding in numerous structured and articulated activities, both public and private. The actors and activities identified were grouped for analysis into: Enterprises, Network and Virtual Information Portals, Projects and Local Campaigns.

As for the successful Enterprises, business profiles were observed with diverse ranges from the obtaining of the raw material to the final product such as organic compost, firewood, briquettes, planks, building components, furniture and other finished products. Only the focused on solid wood value-added products and with their website are analyzed here. Many Enterprises are relatively recent, having started in the mid-2000s; those before this period have generally incorporated this approach at the same time as a new business niche (Algin Furniture, Hoppe Tree Service, and Horigan Tree Care). Most are small businesses focused on local markets, with artisanal production of residential furniture and commercial interiors, always showing the origin of the wood used even in their name and logo, actively interacting with their customers in the product design and customization. Some have showrooms, others work on demand; many also process and sell sawn timber (dry and treated) or building components; others unfold logs from third parties or rent their workshops and equipment for determined periods.

As for the style of the products, some have a rustic appearance, showing the wood with its natural veins, some defects and even the tree bark at the edges. However, the finish is refined and uses elaborate connections, focusing on higher purchasing power markets. The most used hardwoods are *Quercus* spp., *Fraxinus* spp., *Juglans* spp., *Acer* spp., *Hicoria* spp. and *Prunus* spp., while the softer ones are *Ulmus Americana*, *Pinus* spp., *Abies* spp. and *Sequoia semprevirens*. Exotic species appeared also.

The companies City Bench and Sintala Design have a certificate of origin of the material, respectively 'birth certificate' and 'madera justa'. The Brazilian Madeira Urbana, acts as a kind of certification entity, supported by a digital tracking platform, working in partnership with designers and architects. Three Enterprises explicitly embrace circular economy principles – City Bench, New York Heartwoods and Stranger Furniture – although many express values linked to sustainability and cooperation with different public and private stakeholders in the wood recovery chain. Five feature distinctive work: Sintala Design, Nakashima Woodworkers, Joinery Structures, New York Heartwoods and Wood from the Hood. In addition to lighter and more elaborate furniture, they create several small objects such as pens, vases, toys and cutlery. A final interesting case addressed by Mello (2008), but no longer operating, was the workshop Fabrinq, of the Santo André City Hall (Metropolitan Region of São Paulo), which developed and deployed toys, playful sculptures and stages for municipal parks and public educational centers, using urban scraps, including residues of trees pruning and removal.

Regarding the Network and Virtual Information Portals, of the 9 selected, 7 are North American. The largest, Urban Wood Network brings together other from four states (Illinois, Michigan, Missouri, and Wisconsin), all implemented by the Project 'Bringing urban forestry full circle: localized approaches for capturing the value and enhancing public benefits from urban forests', of the US Forest Service. They are part of a national mobilization that began with the destruction of thousands of urban trees infested by the 'emerald ash borer' (Nzokou, Simons and Weatherspoon, 2011). By integrating arborists, sawyers, woodworkers, intermediaries (architects and designers), end-users (Government and corporate procurement) professionals and individual consumers, the national mobilization aims to promote the urban wood and supply chain market, raising awareness and common commitment, and finally creating a brand for products.

The Urban Wood Project, in Michigan, brings together small sawmills that offer wood from dead urban trees in a physical and virtual market. The Vibrant Cities Lab, in turn, was created «[...] to help city managers, policymakers and advocates build thriving urban forest programs» (www.vibrantcitieslab.com/about/), having as one of its areas of activity the reuse of urban wood, disseminating guides, case studies, and research, as well as providing a comprehensive 'resource library' online. The Urban Forest Eco-



Figg. 15, 16 | Hugo França's wood recreational equipment in Ibirapuera Park (credits: C. Malaguti, 2019).

systems Institute, of Cal Poly (California Polytechnic State University), addresses more technical information by providing a guide to tree selection, species identification and health conditions, a business directory involved in the industrial and urban wood recovery chain, and standards and norms for trunk cutting; it offers scholarships for research projects in the area. The Canadian portal LEAF (Local Enhancement & Appreciation of Forests) also articulates various chain actors in the country, disseminates projects, news, events and sources of information. The Reusewood.org, finally, is a North American and Canadian directory that brings together companies in the wood waste industry.

Local projects and campaigns bring together 10 initiatives (8 from the US and 2 from Canada). The Baltimore Wood Project, designed for the revitalization of the city, is aimed at recovering wood from both demolition and urban afforestation; based on systemic thinking, it aims to be a pilot for an Urban Wood Economy Business Model, integrating tree inventory, selection and processing of urban wood, production and consumption of generated products, and restoration of degraded areas. Three other local projects related to teaching are: 1) Urban Forestry Program at the Palomar Community College, in partnership with Cal Poly University, also producer of urban forest wood objects with the Cabinet and Furniture Technology Department, which provides a fix sawmill, a portable sawmill and two drying kilns, fed by urban wood logs from San Diego and prepared for use by student; 2) Downed-trees-to-furniture Project – 13 wooden benches for Roselawn Community Park, in 2003 – within the furniture design course of the College of Design, Architecture, Art, and Planning at the University of Cincinnati, involving first-year to graduate students; 3) Interprofessional Project Program 350 – Environmental & Urban Wood Reclamation, at the Illinois Institute of Technology, in 2009, aimed at identifying and characterizing the range of opportunities associated with the use of urban wood from damaged trees, associated with the Creative Urban Wood Utilization in Architecture and Furniture Design Class – as a result, furniture and gift items were made and displayed in various locations.

Another subset involves exhibitions and awards such as: 1) Rising from Ashes: Furniture from Lost Trees (2008-09), promoted by

CFDA (Chicago Furniture Designers Association), toured the country; 2) Showcases of urban woodworks at the Annual Envirofest of Elkhart City (2015-17); 3) TODO (Toronto Design Offsite) Urban Wood Forum, showcases wood utilization in the urban context; 4) new award category at Wisconsin's Leadership Awards, of the US Green Building Council – Wisconsin Urban Wood Utilization; 4) IDEX (Invention, Innovation & Design Exposition) Woodshop, competition and annual exhibition, launched in Toronto in 2013, on objects produced with the abundant urban ash wood infested by the 'emerald ash borer'. Finally, there are two projects of public buildings with removed dead trees: the Japanese-style Pavilion at Wellfield Botanic Gardens (Elkhart) and the Traverwood Branch Library, in Ann Arbor.

These three groups of activities reveal that working with urban wood, and especially with urban afforestation waste, can be a business. However, an interinstitutional effort is needed to support and promote it. In this context, the participation of sectors related to teaching and design practice is still timid. If the activities aimed at teaching and design practice are still few, on the other hand, research shows promising prospects for these residues, above all in the use of panels for coatings or acoustic insulation, but also other more noble uses. But in fact, the use of urban afforestation residues is still in its infancy (Bratkovich et alii, 2008); therefore, the knowledge base on the subject is not yet consolidated. Several questions emerge when discussing the theme, such as: What is the quantity, characteristics and quality of material available at a certain place? What are the biggest difficulties to use it? How to use it systematically?

Some of the works analyzed seek to answer them, such as those that differentiate urban trees from those found in forests, even if of the same species (Cassens and Makra, 2014), those that study the potential use of wood from urban trees, or the specific characteristics of the branches (Martins, 2013; Ferreira Rocha et alii, 2015; Lopez Garcia, 2018). Bratkovich et alii (2008), Macleod (2011), Cassens and Purcell (2015) and Gordon (2017), in turn, carefully discuss difficulties and challenges to use this waste. Regarding a more systematic approach, Meira (2010), Guimarães Alves (2007), Bratkovich and Fernholz (2010), Baltimore Wood

Project (online) and Urban Wood Network (online) highlight the need to integrate the various links and stakeholders involved in the 'urban wood supply chain', suggesting different management models.

Conclusion | Returning to this paper's initial hypothesis, the literature review indicates that it is correct, in line with the recommendations of the Urban Wood Network: part of the waste from the urban afforestation management can be used, reducing the pressure on the forests, in a circular economy approach, in a nobler way than simply composting or firewood. The systemic approach is also evident in most enterprises, information portals and analyzed documents, especially those focusing on management. Systemic design, however, emerged only latently in the first set. It could greatly assist in the design and visualization of new supply chain organization and management models, using tools such as Gigamaps (Sevaldson, 2015) in future investigations.

Fundamental would be new studies on local species characteristics and applications, integrating researchers from the fields of design, architecture, biosciences and engineering: new materials created from waste can also be explored in integrated research, better relating their properties to application experiments. Equally important would be to study perceptions, assigned values, and local product demands across different audience profiles. Possibilities for standardization of waste processing and formats for commercial supply would be another field of research, as well as investigations on brands and seals, to promote the activity.

These are just some possibilities for advancing knowledge on a complex, interdisciplinary theme, in which many stakeholders with different interests and views interact but can make a significant contribution towards more resilient cities, and environment protection by using natural resources with care and wisdom.

Notes

1) Created by Englishman Ebenezer Howard, published in the book *Garden cities of to-morrow* (1902), and implemented in São Paulo by the City of São Paulo Improvements and Freehold Land Company Ltd, established in the city since 1912 and known today as Cia.City. For more information, see the website: www.ciacity.com.br/historia.php [Accessed 12 October 2019].

2) Provided for in the Municipal Plan of Afforestation (PMAU), the latter should be completed by mid-2020. For more information see: Prefeitura de São Paulo, 2019a.

References

- Amaral Ribeiro, L. and Rodriguez Ramos, H. (2018), "Implantação de sistema de gerenciamento de árvores plantadas em São Paulo, como método de apuração para manutenção, fiscalização e controle", in *VII SINGEP – Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade*. [Online] Available at: singep.org.br/7singep/resultado/369.pdf [Accessed 12 October 2019].
- Appadurai, A. (2013), *The Future as a Cultural Fact. Essays on the Global Condition*, Verso, London.
- Bratkovich, S. et alii (2008), *Urban tree utilization and why it matters*, Dovetail Partners, Inc., Minneapolis. [Online] Available at: www.dovetailinc.org/report_pdfs

/2008/dovetailurban0108ig.pdf [Accessed 12 October 2019].

Bratkovich, S. and Fernholz, K. (2010), *Using industrial clusters to build an urban wood utilization program – A twin cities case study*, Dovetail Partners Inc., Minneapolis. [Online] Available at: www.dovetailinc.org/report_pdfs/2010/werc63010finalreportsm.pdf [Accessed 12 October 2019].

Cardim, R. (2008), "Quais são as 10 árvores mais comuns na cidade de São Paulo?", in *Árvores de São Paulo*. [Online] Available at: arvoresdesaopaulo.wordpress.com/2008/11/29/qual-sao-as-10-arvores-mais-comuns-na-cidade-de-sao-paulo/ [Accessed 26 October 2019].

- Carvalho, M. A. (2018), “No. de quedas de árvores é o maior em cinco anos em SP; podas diminuem”, in *Estado | Portal do Estado de S. Paulo*. [Online] Available at: sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,n-de-quedas-de-arvore-e-o-maior-em-cinco-anos-em-sp-podas-diminuem,70002237015 [Accessed 12 October 2019].
- Cassens, D. and Purcell, L. (2015), “Lumber from urban and construction-site trees”, in *Purdue University/Purdue Extension*, FNR-93-W. [Online] Available at: www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-93-W.pdf [Accessed 12 October 2019].
- Cassens, D. L. and Makra, E. (2014), “Urban wood and traditional wood: a comparison of properties and uses”, in *Purdue University/Purdue Extension*, FNR-490-W. [Online] Available at: illinoisurbanwood.org/wp-content/uploads/2017/10/Urban-Wood-vs-Traditional-Wood.pdf [Accessed 12 October 2019].
- da Silveira, E. (2017), “Controle da paisagem. Softwares ajudam a monitorar a saúde das árvores das cidades”, in *Revista Pesquisa FAPESP*, n. 256, pp. 76-79. [Online] Available at: revistapesquisa.fapesp.br/2017/06/20/controle-da-paisagem/ [Accessed 12 October 2019].
- Ellen MacArthur Foundation (2013), *Towards the circular economy – Economic and business rationale for an accelerated transition* v.1. [Online] Available at: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf [Accessed 12 October 2019].
- ENEL (2019), *Manejo e Poda de Árvores*. [Online] Available at: www.eneldistribuicaoosp.com.br/a-enel/meio-ambiente/manejo-e-poda-de-arvores [Accessed 12 October 2019].
- European Commission (2019), *Biodegradable waste*. [Online] Available at: ec.europa.eu/environment/waste/compost/index.htm [Accessed 21 November 2019].
- European Parliament and Council of the European Union (2008), “Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives”, in *EUR-Lex*, L 312/3. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN [Accessed 21 November 2019].
- Ferreira Rocha, A. J. et alii (2015), “Destinação sustentável do resíduo da poda de árvores urbanas | Sustainable destination for the tree pruning waste”, in *Keeping Planet ‘Water Earth’ Safe and Sound: a challenge to Science and Technology – XV Safety, Health and Environment World Congress, July 19-22, 2015, Porto, Portugal*, COPEC – Council of Researches in Education and Sciences, pp. 137-141. [Online] Available at: copec.eu/shewc2015/proc/works/30.pdf [Accessed 12 October 2019].
- Gordon, J. S. (2017), *Waste not, want not – Using urban wood-waste to benefit communities*. Mississippi State University – Extension Service, Mississippi, publication number 3053. [Online] Available at: extension.msstate.edu/publications/publications/waste-not-want-not-using-urban-wood-waste-benefit-communities [Accessed 12 October 2019].
- Guimarães Alves, B. L. (2007), *Gestão de resíduos de poda: estudo de caso da Fundação Parques e Jardins do Município do Rio de Janeiro*, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Centro de Tecnologia e Ciências – Faculdade de Engenharia, Master dissertation, Rio de Janeiro. [Online] Available at: www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2007/PEAMB2007BLGAlves.pdf [Accessed 12 October 2019].
- Imazon (2013), *Acertando o Alvo 2 – Consumo de Madeira Amazônica e Certificação Florestal no Estado de São Paulo*. [Online] Available at: imazon.org.br/acertando-o-alvo-2-consumo-de-madeira-amazonica-e-certificacao-florestal-no-estado-de-sao-paulo/ [Accessed 13 October 2019].
- Jones, P. (2014), “Design research methods in systemic design”, in Sevaldson, B and Jones, P. (eds), *Proceedings of RSD3 – Third Symposium of Relating Systems Thinking to Design*, Oslo, Norway, October 15-17, 2014, The Oslo School of Architecture and Design, Oslo, pp. 1-7. [Online] Available at: systemic-design.net/wp-content/uploads/2015/03/RSD3-Jones-Systemic-Design-Research-Methods.pdf [Accessed 12 October 2019].
- Jornal Nacional (2019), *Em pouco mais de dois meses, mais de 2.800 árvores caem em São Paulo*. [Online] Available at: g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2019/03/07/sao-paulo-tem-queda-de-2800-arvores-em-quase-tres.ghtml [Accessed 13 October 2019].
- Lopez Garcia, G. H. (2018), *Propriedade da madeira de galhos de espécies utilizadas na arborização urbana | Properties of wood from branches of trees used in urban areas*, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Master dissertation, Campinas. [Online] Available at: sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6447401 [Accessed 11 October 2019].
- Macleod, R. (2011), *Utilizing wood waste from CR&D and urban forestry*, Forest Echo, Ottawa. [Online] Available at: kipdf.com/utilizing-wood-waste-from-crd-and-urban-forestry_5b1563077f8b9a14458b45c9.html [Accessed 10 October 2019].
- Martins, C. H. (2013), “O aproveitamento de madeiras das podas da arborização viária de Maringá/PR | The usage of wood from the street afforestation pruning of Maringá/PR”, in *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, vol. 8, n.2, pp. 257-267. [Online] Available at: www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1364/1759 [Accessed 12 October 2019].
- Meira, A. M. (2010), *Gestão de resíduos da arborização urbana*, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Doctorate Thesis, Piracicaba. [Online] Available at: teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-19042010-103157/pt-br.php [Accessed 9 October 2019].
- Mello, A. L. R. (2008), *O brinquedo do parque: um conceito lúdico como arte do reaproveitamento*, UNE-SP/Instituto de Artes, São Paulo. [Online] Available at: repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/86933/mello_alr_me_ia.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Accessed 12 October 2019].
- MIT Senseable City Lab (2019), *Treepedia – Exploring the Green Canopy in cities around the world*. [Online] Available at: senseable.mit.edu/treepedia/cities/s/C3%A3o%20paulo [Accessed 12 October 2019].
- Nobre, S. R. (2018), *Estudo de mercado e das cadeias produtivas dos principais produtos florestais do Vale do Paraíba do Sul – SP. Monografia*, IV Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal, Serviço Florestal Brasileiro, Brasília. [Online] Available at: www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/premio-sfb/iv-premio/monografias-iv-premio/profissional/2715-039tmp-valadoparaiba/file [Accessed 12 October 2019].
- Nzokou, P., Simons, J. and Weatherspoon, A. (2011), “Wood residue processing and utilization in Southeastern Michigan, U.S.”, in *Arboriculture & Urban Forestry*, vol. 37, n. 1, pp. 13-18. [Online] Available at: www.cab-direct.org/cabdirect/abstract/20123306796 [Accessed 12 October 2019].
- Prefeitura de São Paulo (2019a), *Relatório final do grupo de trabalho instituído para organizar a elaboração do Plano Municipal de Arborização – PMAU*, Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, São Paulo. [Online] Available at: legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/publicacao-secretaria-municipal-do-verde-e-do-meio-ambiente-svma-90309-de-2-de-setembro-de-2019 [Accessed 12 October 2019].
- Prefeitura de São Paulo (2019b), *Geosampa: mapa – Mapa digital da cidade de São Paulo*. [Online] Available at: geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx [Accessed 13 October 2019].
- Prefeitura de São Paulo (2017), *Programa de Metas da Cidade de São Paulo 2017-2020*, Planeja Sampa, São Paulo. [Online] Available at: planejasampa.prefeitura.sp.gov.br/assets/Programa-de-Metas_2017-2020_Final.pdf [Accessed 12 October 2019].
- Prefeitura de São Paulo (2016), *Manual técnico de poda de árvores*. [Online] Available at: www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/MPODA.pdf [Accessed 12 October 2019].
- Rede Aberje (2018), *Eletropaulo otimiza processo de poda de árvores triturando os galhos*. [Online] Available at: www.aberje.com.br/eletropaulo-otimiza-processo-de-poda-de-arvores-triturando-os-galhos/ [Accessed 30 October 2019].
- Rother, E. T. (2007), “Revisão Sistemática X Revisão Narrativa”, in *Acta Paulista de Enfermagem*, vol. 20, n. 2, pp. v-vi. [Online] Available at: www.redalyc.org/pdf/3070/307026613004.pdf [Accessed 12 October 2019].
- Sacheto, C. (2019), *SP tem 42,6 mil árvores perto da rede elétrica que precisam de poda*. [Online] Available at: noticias.r7.com/sao-paulo/sp-tem-426-mil-arvores-perto-da-rede-eletrica-que-precisam-de-poda-26082019 [Accessed 12 October 2019].
- Secretaria Especial de Comunicação (2019), *Compostagem em São Paulo transforma resíduos de feiras livres em composto orgânico*. [Online] Available at: www.capital.sp.gov.br/noticia/compostagem-em-sao-paulo-transforma-residuos-de-feiras-livres-em-composto-organico [Accessed 12 October 2019].
- Sevaldson, B. (2015), “Gigamaps: their role as bridging artefacts and a new Sense Sharing Mode”, in *Relating Systems Thinking and Design (RSD4) 2015 Symposium, 1-3 Sep 2015, Banff, Canada*, pp. 1-9. [Online] Available at: openresearch.ocadu.ca/id/eprint/2049/ [Accessed 12 October 2019].
- Stahel, W. R. (2013), “Policy for material efficiency – sustainable taxation as a departure from the throwaway society”, in *Philosophical transactions – Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, vol. 371, issue 1986. [Online] Available at: doi.org/10.1098/rsta.2011.0567 [Accessed 12 October 2019].

