

# THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE D'ANGERS

ECOLE DOCTORALE N° 604

*Sociétés, Temps, Territoires*

Spécialité : « *Géographie* »

# THÈSE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

PROGRAMA DE POS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/ FITOTECNIA

Spécialité : « *Produção Vegetal* »

Par

**« DE BRITO SOUSA Rafael »**

**« The trajectory of urban rivers landscapes and multifunctionality »**

« Case study analysis of a french city (Angers) and a brazilian city (Lavras) »

Thèse présentée et soutenue à « **Lavras, MG - Brazil** », le « **17 septembre 2021** »

Unité de recherche : **UMR6590 ESO Angers**

Thèse N° : **232043**

## Composition du Jury :

Président : VALQUIRIA DOS REIS Michele  
Examineurs : VALQUIRIA DOS REIS Michele  
CORMIER Laure  
ZUIN Affonso Henrique Lima

Professeure à UFLA  
Professeure à UFLA  
Maître de Conférences Géographe Université de Tours  
Professeur à UFV

Dir. de thèse : DUARTE DE OLIVEIRA PAIVA Patrícia  
Dir. de thèse : CARCAUD Nathalie

Professeure à UFLA  
Professeure à Agrocampus-ouest



**RAFAEL DE BRITO SOUSA**

**THE TRAJECTORY OF URBAN RIVERS LANDSCAPES AND  
MULTIFUNCTIONALITY: CASE STUDY ANALYSIS OF A  
FRENCH CITY (ANGERS) AND A BRAZILIAN CITY (LAVRAS)**

**TRAJECTOIRE DE MISE EN PAYSAGE ET  
MULTIFONCTIONNALITE DES RIVIERES URBAINES : ANALYSE DE  
CAS D'ETUDES D'UNE VILLE FRANÇAISE (ANGERS) ET UNE VILLE  
BRESILIENNE (LAVRAS)**

**LAVRAS - MG  
2021**



**RAFAEL DE BRITO SOUSA**

**THE TRAJECTORY OF URBAN RIVERS LANDSCAPES AND  
MULTIFUNCTIONALITY: CASE STUDY ANALYSIS OF A FRENCH CITY  
(ANGERS) AND A BRAZILIAN CITY (LAVRAS)**

**TRAJECTOIRE DE MISE EN PAYSAGE ET MULTIFONCTIONNALITE DES  
RIVIERES URBAINES : ANALYSE DE CAS D'ETUDES D'UNE VILLE FRANÇAISE  
(ANGERS) ET UNE VILLE BRESILIENNE (LAVRAS)**

Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy as a Dual PhD with Agronomy Postgraduate Program, Universidade Federal de Lavras, Brazil and the doctoral school Sociétés, Temps et Territoires, Universidade de Angers, France.

Profa. Dr. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva  
Advisor/UFLA

Profa. Dr. Nathalie Carcaud  
Advisor/UA

**LAVRAS – MG  
2021**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Sousa, Rafael de Brito.

The trajectory of urban rivers landscapes and  
multifunctionality: case study analysis of a french city (Angers) and  
a brazilian city (Lavras) / Rafael de Brito Sousa. - 2021.

127 p. : il.

Orientadora: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.

Coorientadora: Nathalie Carcaud.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Rios urbanos. 2. Infraestrutura Verde e Azul. 3.  
Multifuncionalidade. I. Paiva, Patrícia Duarte de Oliveira. II.  
Carcaud, Nathalie. III. Título.

**RAFAEL DE BRITO SOUSA**

**THE TRAJECTORY OF URBAN RIVERS LANDSCAPES AND  
MULTIFUNCTIONALITY: CASE STUDY ANALYSIS OF A FRENCH CITY  
(ANGERS) AND A BRASILIAN CITY (LAVRAS)**

**TRAJETÓRIA DA PAISAGEM E MULTIFUNCIONALIDADE DE RIOS URBANOS:  
ESTUDO DE CASO DE UMA CIDADE FRANCESA (ANGERS) E OUTRA BRASILEIRA  
(LAVRAS)**

Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy as a Dual PhD with Agronomy Postgraduate Program, Universidade Federal de Lavras, Brazil and the doctoral school Sociétés, Temps et Territoires, Universidade de Angers, France.

APPROVED in September 17, 2021.

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Prof. Dr. Michele dos Santos Reis   | UFLA                |
| Prof. Dr. Laure Cormier             | UNIVERSITÉ DE TOURS |
| Prof. Dr Affonso Henrique Lima Zuin | UFV                 |
| Profa. Dr. Nathalie Carcaud         | UNIVERSITÉ D'ANGERS |

Profa. Dr. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva  
Advisor/UFLA

Profa. Dr. Nathalie Carcaud  
Advisor/UA

**LAVRAS – MG  
2021**

To GOD and my family for all the support and love involved. Especially my grandmother  
Mira who taught me to NEVER give up on dreams.

To my country, Brazil, and my city Lavras, as I believe, has great potential for landscape art  
and a lot to do about it.

To people who believe in a more united world in harmony with nature.

I DEDICATE!

## ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to start by thanking GOD for allowing me to live everything I've lived and the way I lived, because I'm sure that's how I've learned what was needed so far.

I thank my FAMILY for believing in me, giving me all the love, affection, and support to get here. I thank especially my parents MAGNO and CLÁUDIA, who made me see how much of them exists in me; my brothers, RUBENS and DIOGO, for how much we have in common and how proud I am of it; also my dear grandmother MIRA who held my hand until the last moment of her life so I wouldn't give up too soon. I also thank all the UNCLES, AUNTS and COUSINS who were always cheering and praying for me.

I thank UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS for training me over these 15 years in academia, offering me great opportunities and knowledge. Especially to professor PATRÍCIA PAIVA, for having believed that I could handle it and having had patience guiding me through my difficulties. I can't forget professor MICHELE REIS and SHIRLEY ALVES, along with all friends and colleagues at NEPAFLOR, who accompanied me throughout this process. A special thanks to MARLI, also a very important person in this process!

I am thankful to all my FRIENDS, who, near or far, reached out to me when I fell and didn't let me give up (Etienne, Ângela, Marina, Afonso, Cinara, Iracema, Gabi, Samu, Antônio, Jamile, Nani, Tchao, Fabio, Thais...). I thank Carlos Fernando Delphim, Antonio Hoyuela Jayo and Mrs. Ábia Botelho, for guiding me and inspiring me not only as professionals, but also as the special people they are.

I also want to thank the MUNICIPALITY OF LAVRAS and public actors, for opening and exchanging information.

I thank UNIVERSIDADE DE ANGERS for the opportunity to conquer yet another dream of understanding a little more about Geography, with the crucial support of Manuel FERRER, Mme KOFFI, and Karine COUTURIER, without whom I'm sure it would not be possible.

I am thankful to AGROCAMPUS-OUEST Institute and the UMR-ESO laboratory, especially Emmanuel BIOTEAU and researchers and PhD candidates, who trusted in my work and opened the doors for me as if I were a member of their family from the beginning to the end of my stay. I am especially grateful to Professor Nathalie CARCAUD, not only for her teachings, but also for the affection and attention she showed, especially in the most difficult moments. I would also like to thank the entire faculty, technicians, and students at

Agrocampus-ouest, for all the good moments we've shared (Brigitte, Bea, Cloe, Malika, Fabienne, Véronique, Vincent, Elise et Laure, Hervé, Sébastien, Christophe, Aurélie, Cecile, Claudie, Bernard, le coach Michel et l'équipe de courses...)

Special thanks also to the PhD candidates and friends Lea PALY, Guillaume PAYSANT, Nathalia ESCAR OTIN, who taught me a lot and without whom I believe, I would not have gotten this far.

To the Brazilian and French families in Angers, to the neighbors and dear friends who joined me in the hardest moments of the pandemic, and to groups BIG UP and BEET that SWING who brought me back to life through music.

I am also thankful to the development agencies, FAPEMIG, CAPES, CNPq and the laboratory UMR(6590) ESO - Angers for funding and support of this research

To all who were part of this process I leave my THANK YOU VERY MUCH!!!



*"Rivers do not drink their own water; trees do not eat their own fruit.  
The sun does not shine for itself; and flowers do not spread their fragrance to themselves.  
Living for others is a rule of nature. (...)  
Life is good when you are happy; but life is much better when others are happy because of  
you." (Pope Francis)*

## RESUMO

Com o crescimento da população urbana, há uma forte pressão de ocupação dos espaços livres no centro urbano, em particular no entorno de cursos d'água. Técnicas de canalização, drenagem e proteção contra inundações, favoreceram a expansão urbana e ocupação desses espaços, porém a longo prazo não se mostraram muito eficientes, muito menos sustentáveis, frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. O objetivo deste estudo foi compreender as alterações dos usos e ocupações do solo urbano no entorno de nascentes e cursos d'água de duas cidades: Angers, na França e Lavras, no Brasil. A pesquisa considera as dimensões sociais, econômicas e ambientais a partir de uma análise geo-histórica da evolução e alterações. Para tanto, traçou-se uma trajetória histórica de mudanças no espaço urbano de influência de cursos d'água dos dois municípios, identificou-se a paisagem destes espaços nos últimos anos, e, por fim, captou-se e discutiu-se as ações de gestores e a percepção da população sobre estes espaços. Em Angers, a trajetória histórica mostra um recuo das funções naturais e sociais dos cursos d'água e do seu entorno, sendo desvalorizadas em relação às funções econômicas que favoreciam a expansão urbana e construção de ferrovias e rodovias levando à drenagem e impermeabilização de planícies alagáveis e canalização dos cursos d'água. No entanto, a partir do final do século XX, as funções sociais e naturais dos rios e suas margens têm sido reconhecidas pelos governos locais, por meio da proteção de paisagens e componentes vegetais e de políticas de uso e ocupação do solo que levam em consideração as zonas naturalmente ocupadas pelos rios e suas margens alagáveis. O uso multifuncional dos rios e suas margens parece contribuir para a sustentabilidade urbana tem sido possível pela implementação de Infraestruturas Verde e Azul. As intervenções feitas por meio de processos participativos contribuem para a opinião favorável da população à reintegração dos rios à paisagem urbana. As entrevistas com os principais atores mostraram que a implementação de infraestruturas multifuncionais depende não apenas de uma legislação clara e objetiva, como também de vontade política e a adoção de alternativas econômicas sustentáveis. Na cidade de Lavras observou-se que os cursos d'água e seu entorno presentes em zonas urbanizadas perderam boa parte da função natural e social após a década de 1980, passando a ter função apenas de drenagem. Com a valorização econômica dos terrenos, principalmente nas áreas centrais, a implementação de Infraestruturas Verdes e Azuis ainda não foi priorizada. Mesmo a legislação prevendo usos multifuncionais para os rios e suas margens, estes continuam em grande parte monofuncionais. A situação não contribui para o aumento das áreas verdes da cidade e a reintegração dos cursos d'água à paisagem urbana de Lavras. No entanto, a população almeja a presença da água na paisagem e anseia por soluções multifuncionais como áreas verdes e hortas urbanas. Porém essas ainda não foram implementadas. Atores públicos e privados reconhecem a falta de clareza na legislação, na definição de conceitos e técnicas a serem adotadas. Soluções multifuncionais podem favorecer e conciliar os diferentes interesses, promovendo a reintegração dos rios à paisagem urbana de Lavras.

**Palavras - chave:** Cursos d'água urbanos. Infraestrutura verde e azul. Cidades sustentáveis.

## ABSTRACT

Due to the growth of the urban population, there is a strong pressure to occupy open spaces in the urban center, particularly around watercourses. Canalizing, protections against floods and drainage techniques favored urban expansion and occupation of these spaces, but in the long term they did not prove to be very efficient, let alone sustainable, in view of the challenges posed by climate change. This study aimed at understanding the changes in the use and occupation of urban land around springs and watercourses in two cities: Angers, in France, and Lavras, in Brazil. This research also considers social, economic, and environmental dimensions from a geo-historical analysis of evolution and changes. To this end, a historical line of changes in the urban space influenced by watercourses in the municipality was traced, the landscape of these spaces was identified in recent years, and, finally, the actions of managers and the population's perception of these spaces. In Angers it was observed that after the end of 20th century, the natural and social functions of watercourses and their surroundings were devalued in relation to the economic functions that favored urban expansion and the construction of railways and highways leading to drainage and impermeabilization of plains, floodplains, and canalization of watercourses. However, in recent years, the social and natural functions of rivers and their banks have been recognized by local governments, through the protection of landscapes, plant components, as well as land use and occupation policies that consider the naturally occupied zones by rivers and their flooded banks. The multifunctional use of rivers and their banks seems to contribute to urban sustainability, which has been possible through the implementation of Green and Blue Infrastructures. Interventions carried out through participatory processes contribute to the population's favorable opinion on the reintegration of rivers into the urban landscape. Interviews with key actors showed that the implementation of multifunctional infrastructure depends not only on clear and objective legislation, but also on political will and the adoption of sustainable economic alternatives. In the city of Lavras, it was observed that the watercourses and their surroundings present in urbanized areas lost a good deal of their natural and social function after the 1980s, starting to have only a drainage function. With the economic valuation of land, especially in the central areas, the implementation of Green and Blue Infrastructure has not yet been prioritized. Even with legislation providing for multifunctional uses for the rivers and their banks, they remain largely monofunctional, not contributing to the increase in the city's green areas and the reintegration of watercourses into the urban landscape of Lavras. Even though, the population values the presence of water in the landscape and yearns for multifunctional solutions such as green areas and urban gardens, these have not yet been implemented. Public and private actors recognize the lack of clarity in the legislation, specifically in the definition of concepts and techniques to be adopted. Multifunctional solutions can be a good way to reconcile different interests, promoting the reintegration of rivers into the urban landscape of Lavras.

**Keywords:** Urban watercourses. Green and blue infrastructure. Sustainable cities.

## RÉSUMÉ

En raison de la croissance de la population urbaine, il y a une forte pression d'occupation des espaces libres dans le centre urbain, en particulier autour des cours d'eau et de leurs vallées. Les techniques de canalisation, de drainage et de protection contre les inondations ont favorisé l'expansion urbaine et l'occupation de ces espaces. A long terme, on constate qu'elles n'ont pas toujours été très efficaces et encore moins durables, face aux défis posés par le changement climatique. L'objectif de cette étude est de comprendre les changements d'usage et d'occupation du territoire urbain autour des sources et des cours d'eau dans deux villes : Angers, en France et Lavras, au Brésil. La recherche prend en considération les dimensions sociales, économiques et environnementales à partir d'une analyse géo-historique de l'évolution et des changements. A cet effet, une trajectoire historique des évolutions de l'espace urbain influencée par les cours d'eau des deux communes a été tracée. Pour la période actuelle, le paysage de ces espaces a été caractérisé et mis en relation avec les actions des gestionnaires et la perception de la population urbaine. A Angers, la trajectoire historique montre un recul des fonctions naturelles et sociales des cours d'eau et de leurs berges au profit des fonctions économiques et de transport qui ont favorisé l'étalement urbain et la construction de voies ferrées et d'autoroutes conduisant au drainage et à l'imperméabilisation des plaines inondables et à la canalisation de cours d'eau. Cependant, depuis la fin du XXe siècle les fonctions sociales et naturelles des cours d'eau et de leurs berges ont été reconnues par les collectivités locales, à travers la protection des paysages et des éléments végétaux et des politiques d'occupation des sols qui prennent en compte les zones naturellement occupées par les cours d'eau et leurs crues. L'utilisation multifonctionnelle des rivières et de leurs berges semble désormais contribuer à la durabilité urbaine. Elle a été possible grâce à la mise en œuvre d'infrastructures vertes et bleues (TVB). Les interventions menées à travers des processus participatifs contribuent à l'opinion favorable de la population sur la réintégration des rivières dans le paysage urbain. Des entretiens avec des acteurs clés ont montré que la mise en œuvre d'infrastructures multifonctionnelles dépend non seulement d'une législation claire et objective, mais aussi de la volonté politique et de l'adoption d'alternatives économiques durables. Dans la ville de Lavras, il a été observé que les cours d'eau et ces berges présents dans les zones urbanisées ont perdu une bonne partie de leur fonction naturelle et sociale après les années 1980, commençant à n'avoir qu'une fonction de drainage. Avec la valorisation économique des terrains, notamment dans les zones centrales, la mise en place d'infrastructures vertes et bleues n'a pas encore été priorisée. Malgré l'existence d'une législation prévoyant des usages multifonctionnels pour les cours d'eau et leurs berges, ils restent largement monofonctionnels. La situation n'aident pas à l'augmentation des espaces verts de la ville et à la réintégration des cours d'eau dans le paysage urbain de Lavras. Pourtant, la population est en attente de la présence d'eau dans le paysage et aspire à des solutions multifonctionnelles telles que les espaces verts et les jardins partagés. Mais ceux-ci n'ont pas encore été mis en œuvre. Les acteurs publics et privés sont conscients qu'il manque de clarté dans la législation, dans la définition des concepts et des techniques à adopter.

**Mots-clés** : Cours d'eau urbains. Infrastructure verte et bleue. Villes durables.

## LISTA DE SIGLAS

| <b>SIGLAS</b> | <b>Tradução da Língua original</b>                     | <b>Termo em Inglês</b>                              |
|---------------|--|---|
| <b>APP</b>    | Área de Proteção Permanente                            | Permanent Protected Zone (PPZ)                      |
| <b>ABAP</b>   | Associação Brasileira de Arquitetos Paisagistas        | Brazilian Association of Landscape Architects       |
| <b>IAV</b>    | Índice de Áreas Verdes                                 | Green Area Index (GAI)                              |
| <b>PAV</b>    | Percentual de Áreas Verdes                             | Green Space Ratio (GSR)                             |
| <b>IPHAN</b>  | Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional | National Historical and Artistic Heritage Institute |
| <b>SE</b>     | Serviços ecossistêmicos                                | Ecosystem Services (ES)                             |
| <b>SIG</b>    | Sistemas de Informação Geográficos                     | Geographic Information Systems                      |
| <b>IVA</b>    | Infraestrutura Verde e Azul                            | Green Blue Infrastructure (GBI)                     |
| <b>DCE</b>    | Directive Cadre sur L'eau                              | Water Framework Directive                           |
| <b>SRCE</b>   | Schéma Régional de Cohérence Ecologique                | Regional Ecological Coherence Scheme                |
| <b>UNEP</b>   | Union National des Entreprise du Paysage               | National Union of Landscape Companies               |
| <b>PPRI</b>   | Plan de Prévention du Risque d'Inondation              | Flood Risk Prevention Plan                          |
| <b>PLUi</b>   | Plan Local d'Urbanisme intercommunal                   | Local Intercommunal Urban planning                  |
| <b>RAMSAR</b> | Zona Húmida de Importância Internacional               | Wetlands of International Importance                |

## LISTA OF FIGURES

### SECOND PART- ARTICLES

#### ARTICLE 1

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 - Situation géographique de la ville d'Angers (c) dans le département du Maine et Loire (b) en France (a). .....  | 44 |
| Figure 2 - Délimitation de la zone d'étude (soulignée en jaune) dans la ville d'Angers. ....   | 45 |
| Figure 3 - Schéma méthodologique.....  | 46 |
| Figure 4 - Carte représentative de la ville d'Angers et les paysages des ses hydrosystèmes au Moyen-Âge. ....  | 51 |
| Figure 5 - a) Grande fontaine (Grand-Fontaine), construite en 1855 pour l'approvisionnement en eau et actuellement utilisée à des fins ornementales.<br>b) blanchisserie publique construite à la fin du XIXe siècle dans le quartier de Bourg-La-Croix, actuellement désactivée. .... | 52 |
| Figure 6 - Carte représentative de l'expansion urbaine après la révolution industrielle (XIXe siècle et XXe siècle). ....  | 55 |
| Figure 7 - a) Parc linéaire et espace paysager préservé Coulée Verte ; b) Horticulture urbaine .....   | 57 |
| Figure 8 - Carte représentative des espaces verts autour des rivières d'Angers et nouveaux projets de reconquête de berges. ....   | 58 |
| Figure 9 - Nouveau parc Saint Serge adapté pour accueillir les inondations du Maine.....   | 59 |
| Figure 10 - Carte de l'occupation des sols avec la classification des zones bâties (imperméables) et des zones perméables couvertes ou non de végétation arborée. ....   | 60 |
| Figure 11 - Carte représentant le plan de zonage du Plui autour des rivières, avec les différents composants végétaux et les zones à risque des rivières. ....   | 61 |
| Figure 12 - Carte représentative des usages multifonctionnels des rivières et de leur berges en composition avec l' IVB.....   | 62 |
| Figure 13 - Perception de la nature par les répondants dans les lieux qu'ils fréquentent. ....   | 64 |
| Figure 14 - Usages les plus courants des rivières d'Angers. ....   | 65 |
| Figure 15 - Qualité et accessibilité des rivières d'Angers selon les répondants.....   | 66 |
| Figure 16 - Graphique représentatif de ce que les gens voudraient construire autour des rivières d'Angers. ....  | 66 |

## ARTICLE 2

|   |     |
|---|-----|
| Figure 1 - Geographic location of the urban area of Lavras and its main basins (c) in the municipality of Lavras (b) in the state of Minas Gerais, Brazil (a).....                    | 88  |
| Figure 2 - Methodological scheme.....   | 92  |
| Figure 3 - Old bridge crossing the <i>Ribeirão Vermelho</i> in front of the <i>Madeira</i> farm.....  | 93  |
| Figure 4 - Formation of the urban area of Lavras in the <i>Ribeirão Vermelho</i> basin (18 <sup>th</sup> century).....  | 94  |
| Figure 5 - Public fountain installed in 1885 at Praça Dr. Jorge.....  | 95  |
| Figure 6 - Uses of watercourses and their surroundings until the first half of the 20 <sup>th</sup> century.Source: Author (2021).....  | 96  |
| Figure 7 - Urban expansion of Lavras and its consequences for watercourses from the second half of the 20 <sup>th</sup> century to the first decades of 21 <sup>th</sup> century..... | 98  |
| Figure 8 - Map of the urbanized perimeter and area referring to the springs and watercourses identified in Lavras – MG.....   | 100 |
| Figure 9 - Analysis of land use and occupation in PPZs of springs and watercourses in the urban area of Lavras - MG, in 2019.....   | 101 |
| Figure 10 - Functions identified in public areas around Lavras watercourses.....  | 103 |
| Figure 11 - Urban zoning proposed in the area under study according to the Local Master Plan.....   | 104 |
| Figure 12 - Perception of nature in green areas.....  | 106 |
| Figure 13 - Most common uses for the rivers of Lavras.....  | 107 |
| Figure 14 - Opinion on quality of and accessibility to streams of Lavras.....   | 108 |
| Figure 15 - Uses of watercourses desired by the population.....   | 108 |

## SUMÁRIO

|       |   |    |
|-------|---|----|
|       | <b>PRIMEIRA PARTE</b> .....   | 17 |
| 1     | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 17 |
| 2     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....  | 20 |
| 2.1   | <b>Paisagem: conceito e etimologia da palavra</b> .....   | 20 |
| 2.2   | <b>Urbanização e suas consequências para os cursos d'água e saúde humana</b> .....  | 21 |
| 2.3   | <b>Cursos d'água e sua importância para as cidades</b> .....  | 22 |
| 2.3.1 | <b>Funções ecossistêmicas</b> .....   | 22 |
| 2.4   | <b>Mudanças climáticas e o agravamento de problemas ambientais urbanos</b> .....  | 24 |
| 2.5   | <b>Desenvolvimento sustentável e a noção de multifuncionalidade</b> .....   | 24 |
| 2.6   | <b>Instrumentos legais para o desenvolvimento sustentável da cidade e seus rios</b> ....  | 25 |
| 2.7   | <b>Infraestrutura Verde e Azul (IVA) e soluções baseadas na natureza</b> .....  | 27 |
| 2.7.1 | <b>Áreas verdes</b> .....   | 28 |
| 2.7.2 | <b>Agricultura urbana</b> .....   | 29 |
| 2.8   | <b>Análise geo-histórica e Sistemas de Informação Geográfica (SIG)</b> .....  | 29 |
| 2.9   | <b>Análise Quantitativa - Índice de áreas verdes (IAV) e Percentual de Áreas Verdes (PAV)</b> .....   | 30 |
| 2.10  | <b>Análise quali-quantitativa - questionários e entrevistas</b> .....   | 31 |
|       | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 32 |
|       | <b>SECOND PART - ARTICLES</b> .....   | 40 |
|       | <b>ARTICLE 1 - TRAJECTOIRE DE MISE EN PAYSAGE ET MULTIFONCTIONALITE AUTOUR DES RIVIERES URBAINES : ANALYSE DE CAS D'ETUDES DE LA VILLE D'ANGERS</b> ..... | 40 |
| 1     | <b>INTRODUCTION</b> .....   | 41 |
| 2     | <b>MÉTHODOLOGIE</b> .....   | 43 |
| 2.1   | <b>Analyse géo-historique du paysage des rivières urbaines</b> .....  | 43 |
| 2.1.1 | <b>Ville d'Angers</b> .....   | 43 |
| 2.1.2 | <b>Délimitation de la zone d'étude autour des cours d'eau urbains</b> .....   | 44 |
| 2.1.3 | <b>Analyse géo-historique</b> .....   | 46 |
| 2.2   | <b>Analyse quantitative de l'utilisation et de l'occupation des sols autour des rivières urbaines (Plui)</b> .....  | 47 |
| 2.3   | <b>Analyse quali-quantitative - questionnaires et entretiens</b> .....  | 48 |
| 2.3.1 | <b>Questionnaires directs</b> .....   | 48 |
| 2.3.2 | <b>Entretiens semi-directifs</b> .....  | 49 |
| 3     | <b>RÉSULTATS ET DISCUSSION</b> .....  | 50 |
| 3.1   | <b>Analyse géo-historique du paysage des rivières urbaines</b> .....  | 50 |
| 3.1.1 | <b>Origine de la ville et situation des rivières avant la révolution Française</b> .....  | 50 |
| 3.1.2 | <b>Période post-révolution française, expansion urbaine et fonction économique des rivières</b> .....   | 51 |
| 3.1.3 | <b>Période hygiénique - les sources d'eau potable</b> .....   | 52 |
| 3.1.4 | <b>Révolution industrielle et disparition des canaux et des rivières</b> .....  | 53 |
| 3.1.5 | <b>Mise en valeur des cours d'eau par la construction d'espaces verts et la mise en valeur du paysage</b> .....   | 53 |
| 3.1.6 | <b>Les "Trente Glorieuses" et la nouvelle pression urbaine sur les rivières</b> .....   | 54 |
| 3.1.7 | <b>Développement durable et recherche de revitalisation des cours d'eau</b> .....   | 55 |
| 3.2   | <b>Analyse quantitative de l'utilisation et de l'occupation des sols autour des rivières urbaines (PLUi)</b> .....  | 59 |



|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 3.3   | Analyse quali-quantitative – questionnaire directif et entretiens semi-directifs .....                     | 63  |
| 3.3.1 | Questionnaires directifs.....  | 63  |
| 3.3.2 | Entretiens semi-directifs .....  | 67  |
| 4     | CONCLUSION .....   | 71  |
|       | RÉFÉRENCES .....   | 72  |
|       | APPENDICE A - Corps cartographique et photographie aérienne selon les échelles d'étude.....                | 79  |
|       | APPENDICE B – Questionnaire diffusé parmi les habitants et utilisateurs des cours d'eau.....               | 80  |
|       | APPENDICE C - Guide d'entretiens avec des acteurs publics et privés.....                                   | 84  |
|       | ARTICLE 2 - TRAJECTORY OF THE LANDSCAPE AND FUNCTIONALITY OF URBAN WATERCOURSES OF LAVRAS - MG .....       | 85  |
| 1     | INTRODUCTION .....   | 86  |
| 2     | METHODOLOGY .....  | 88  |
| 2.1   | The city of Lavras .....   | 88  |
| 2.2   | Delimitation of the study zone around urban watercourses.....  | 89  |
| 2.3   | Geo-historical analysis of the landscape around watercourses .....   | 89  |
| 2.4   | Quantitative analysis of land use and occupation around watercourses.....                                  | 90  |
| 2.5   | Quali-quantitative analysis - questionnaire and interviews.....  | 91  |
| 2.5.1 | Structured questionnaires.....   | 91  |
| 2.5.2 | Semi-structured interviews .....   | 92  |
| 3     | RESULTS AND DISCUSSION .....   | 93  |
| 3.1   | Geo-historical analysis of the landscape around watercourses .....   | 93  |
| 3.1.1 | City origins .....   | 93  |
| 3.1.2 | Mine depletion and agricultural development.....   | 94  |
| 3.1.3 | Urban expansion and the canalization of watercourses.....  | 97  |
| 3.1.4 | New Forest Code and conflicts of use and occupation around watercourses .....                              | 97  |
| 3.1.5 | Urban Land Regularization and the multifunctionality proposal .....  | 99  |
| 3.2   | Quantitative analysis of land use and occupation around watercourses and springs (Master Plan) .....       | 99  |
| 3.3   | Quali-quantitative analysis – structured questionnaires and semi-structured interviews.....                | 105 |
| 3.3.1 | Questionnaires.....  | 105 |
| 3.3.2 | Interviews .....   | 109 |
| 4     | CONCLUSIONS .....  | 113 |
|       | REFERENCES .....   | 114 |
|       | APPENDIX A – Sources of maps and aerial photographs according to their scale and spacial resolutions ..... | 122 |
|       | APPENDIX B – Survey made with inhabitants and visitors of Lavras.....                                      | 123 |
|       | APPENDIX C – Interviews guide for public and private stakeholders .....                                    | 127 |

## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO

A partir da revolução industrial e das duas grandes guerras mundiais ocorreu, em vários países, um grande crescimento econômico mediante exploração de recursos naturais, que favoreceram a expansão urbana, acelerada e muitas vezes desordenada (MOREIRA; VITORINO, 2019).

Nos grandes centros ocorre o fenômeno de conurbação, que muitas vezes levam à supressão de áreas verdes e espaços livres na zona urbana, assim como dos cinturões verdes (FAO, 2012; TSUCHIYA; HARA; THAITAKOO, 2015), principal zona de produção de alimentos frescos para abastecimento das grandes metrópoles (FERREIRA, 2020).

Muitas cidades europeias desenvolvidas à beira de rios, tiveram as margens destes drenadas e retificadas para o recebimento de ferrovias, rodovias e urbanização (BERNHARDT; PALMER, 2007). Em países em desenvolvimento é comum a ocupação das áreas no entorno de rios por populações de baixa renda, devido ao difícil acesso à habitação em áreas mais centrais das cidades, onde o custo de vida é mais elevado (ALMEIDA; CORRÊA, 2012; MARTINES et al, 2020; SOUZA et al, 2021).

Problemas ambientais urbanos como ilhas de calor, enchentes e alagamentos, poluição difusa das áreas de captação e drenagem de águas pluviais tornaram-se comuns nas cidades industriais, colocando em risco a população que habita nas margens de rios (ROY et al 2018).

Além disso, as consequências desses problemas têm sido agravadas considerando as mudanças climáticas apontadas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2013; PBMC, 2016), reforçando as funções naturais desempenhadas pelos cursos d'água.

A partir da década de 1970, encontros internacionais como Clube de Roma e Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo, tentam estabelecer limites para o crescimento e conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação e conservação de recursos e sistemas naturais (SACHS, 2000; POINTEREAU, 2016).

Na conferência do Rio de 1992 surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável que visa a utilização dos recursos de forma a não comprometer sua disponibilidade para as

gerações futuras, desenvolvendo-se sobre os pilares: ambiental, social e econômico (ESTENDER; PITTA, 2008).

A combinação das funções ambientais, sociais e econômicas definem a noção de multifuncionalidade que surge inicialmente no meio agrícola e florestal (HERVIEU, 2002; WIGGERING, 2006, HANSEN; PAULEIT, 2014) e aos poucos essa noção vai se estendendo para diferentes estruturas da paisagem, tanto em áreas rurais quanto urbanas (KATO; AHERN, 2009). Um exemplo é a ideia dos corredores ecológicos que, segundo Cormier, De Lajartre et Carcaud (2010), já é largamente difundida e aparece em diferentes países com os termos “Greenways” (AHERN, 1995) ou “infraestrutura verde e azul (IVA)” (LAMOND; EVERETT, 2019), onde o verde se refere às áreas verdes e o azul se refere ao sistema hídrico urbano (rios, córregos, lagos, etc).

Os rios urbanos e suas margens podem ser compostos com infraestruturas verdes e soluções baseadas na natureza, trazendo vários benefícios por meio dos serviços ecossistêmicos (ZINIA; MCSHANE, 2018). A implementação dessas soluções flexíveis e adaptáveis, além de serem economicamente viáveis e sustentáveis, também permite evitar os impactos em ambientes naturais ligados às infraestruturas de engenharia convencionais e intervir adaptando as ações realizadas às incertezas climáticas (UICN, 2019).

Relacionar multifuncionalidade aos serviços ecossistêmicos (SE) é um dos novos desafios das políticas públicas, pois considerando a complexidade dos ecossistemas urbanos, a integração do conceito de SE dentro do processo de decisão poderá contribuir com os avanços na preservação da biodiversidade em meio urbano (MCDONALD, 2009; CLERGEAU, 2012), bem como a reintegração e valorização dos cursos d'água na paisagem urbana.

Para isso é preciso compreender como ocorrem os processos naturais e antrópicos de transformação dessa paisagem, e como os diferentes atores regulamentam e se relacionam com essas transformações. Existe uma tendência ao uso multifuncional das áreas no entorno de rios urbanos? A legislação atual considera as funções naturais, sociais e econômicas desempenhadas pelos cursos d'água? As ações dos gestores e a percepção da população tem contribuído com a valorização dos corpos d'água na paisagem urbana?

Dessa forma, o objetivo geral deste estudo foi compreender as alterações dos usos e ocupações do solo urbano no entorno de nascentes e cursos d'água de duas cidades diferentes, uma na França e outra no Brasil, visando, a partir de uma análise geo-histórica, considerar dimensões sociais, econômicas e ambientais sob tais alterações. Para tanto, traçou-se uma linha histórica de mudanças no espaço urbano de influência de cursos d'água do município,

identificou-se o cenário destes espaços para os últimos anos, e, por fim, captou-se e discutiu-se as ações de gestores e a percepção da população sobre esses espaços.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Paisagem: conceito e etimologia da palavra

Ainda existem dificuldades na tradução de termos ligados à paisagem (PASTORE; PAIVA, 2020). No francês, a palavra paisagem (*paysage*) deriva do termo “pays”, que pode ser definido, de forma simplificada, como regiões de ocupação humana que apresentam relativa homogeneidade física e registram a história. Essa associação a *pays* marcou também o desenvolvimento da paisagem como conceito científico, traçando uma proximidade grande com o conceito de região, também de grande importância para a Geografia (CARNEIRO, 2011).

Apesar de possuir sentido equivalente ao termo *landschaft*, surgido em meados do século XVI, de origem alemã (e de onde deriva a palavra inglesa *landscape*) (PASTORE; PAIVA, 2020), o sentido colocado entre estes possui grandes diferenças ontológicas e, enquanto o conceito no francês se associa ao olhar que se coloca sobre uma região, o conceito alemão abrange dimensões de toda uma região com suas diferentes morfologias, não se limitando, portanto, ao sentido estrito daquilo que se vê ao olhar uma cena (DREXLER, 2013).

O conceito de paisagem pela convenção europeia da paisagem é "qualquer parte do território tal como o percebe a população, cujo caráter seja resultado da ação ou interação de fatores naturais e/ou humanos" (CONSELHO DA EUROPA, 2000). Segundo a Associação Brasileira de Arquitetos Paisagistas (ABAP), a paisagem pode ser definida como a percepção humana da combinação do meio ambiente (fatores bióticos e abióticos) e do meio antrópico (fatores sócio-culturais) (ABAP, 2012). As diferenças entre a paisagem natural e a paisagem resultante da ação humana tornam-se cada dia menos expressivas, tendo em vista que paisagens antes tidas como produto da natureza, após estudos aprofundados, revelam-se consequência de ações antrópicas (DELPHIM, 2005).

A paisagem tem o papel de interligar as comunidades em torno dos valores culturais e sociais, econômicos e produtivos, ou ecológicos e ambientais. Neste contexto, os rios e suas geomorfologias formam “sistemas de paisagens” que deveriam compor todo tipo de gestão que envolva a paisagem, nas suas diferentes escalas, pois possuem elementos singulares, com potencial de exercer mudanças no sentido de contribuir para o equilíbrio perdido entre o homem e a natureza nos centros urbanos (HOYUELA JAYO, 2017).

Em 1992, a UNESCO instituiu a paisagem cultural como categoria para inscrição de bens na lista de patrimônio mundial, na intenção de reduzir as discordâncias entre as classificações natural ou cultural (RIBEIRO, 2007). Segundo Sauer (1996) "*a cultura é o agente, a área natural o meio e a paisagem cultural o resultado*".

No Brasil, a discussão sobre paisagem como patrimônio cultural está presente desde a criação do IPHAN, em 1937. Segundo a definição de patrimônio cultural da Constituição da República Federativa do Brasil,

constituem o patrimônio cultural brasileiro, os bens, de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem as formas de expressão; os modos de criar, fazer e viver; as criações científicas, artísticas e tecnológicas; as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais; os conjuntos urbanos e **sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico** (BRASIL, 1988).

Desta forma, pode-se interpretar a paisagem de rios e seu entorno como a materialização das funções e usos dados a esses espaços pela sociedade, ao longo de sua evolução, mediante suas inter relações.

## **2.2 Urbanização e suas consequências para os cursos d'água e saúde humana**

Intervenções na paisagem são necessárias para a construção do espaço urbano, mas alteram os componentes bióticos e abióticos existentes na paisagem natural anterior à habitação humana, produzindo impactos sobre essa paisagem (RICETO, 2010). Segundo os autores Braga e Carvalho (2003, p. 144) “a urbanização cria não só novas paisagens, como novos ecossistemas”, ou seja, as espécies que se adaptarem melhor à proximidade com o meio urbano prevalecem sobre as menos adaptadas, podendo levar à extinção destas últimas.

A partir da revolução industrial e das duas grandes guerras mundiais observou-se uma grande transformação da paisagem natural em decorrência do desenvolvimento econômico via exploração de recursos naturais de forma insustentável (MOREIRA; VITORINO, 2019), causando inúmeros prejuízos à qualidade de vida da população.

A revolução industrial estimulou a saída de pessoas do campo para as cidades, em um movimento conhecido como êxodo rural. Segundo documento publicado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas em 1950, apenas 30% da população

mundial vivia em áreas urbanas, já em 2018, a parcela é de 55% (UN, 2018). Deve-se ressaltar que este movimento não ocorreu de forma idêntica pelo mundo, mas se destacou em países em desenvolvimento pela rapidez e intensidade com que vem ocorrendo.

Em países desenvolvidos muitas das zonas portuárias, foram ao longo do século XIX e XX sendo abandonadas e/ou substituídas por linhas férreas e rodovias a fim de favorecer o trânsito e o comércio entre as cidades. Com o crescente aumento dos danos causados por inundações e ondas de calor, esses espaços ganham novamente atenção frente a busca por sustentabilidade urbana e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, onde projetos multifuncionais de revitalização de rios como IVAs e soluções baseadas na natureza começaram a ser implementados.

Em países como o Brasil, tornou-se comum a ocupação das áreas de proteção de mananciais por população de baixa renda, devido a incentivos do governo ao desenvolvimento socioeconômico e melhoria do acesso desta população à habitação em áreas mais centrais das cidades (ALMEIDA; CORRÊA, 2012; MOREIRA; VITORINO, 2019; MARTINES et al, 2020; SOUZA et al, 2021).

Quando ocorre essa dinâmica de uso e ocupação do solo, com a eliminação das matas ciliares e impermeabilização das margens dos rios, aumentam-se os riscos de erosão do solo e assoreamento dos cursos d'água bem como a contaminação dos cursos d'água devido ao carregamento de partículas poluentes pelas águas de chuva (CARDOSO, 2009; CARVALHO et al, 2019).

## **2.3 Cursos d'água e sua importância para as cidades**

### **2.3.1 Funções ecossistêmicas**

Embora a literatura indique ampla gama de funções (multifunções) dos ecossistemas naturais e seus bens e serviços associados, alguns autores como Costanza et al., (1997) e De Groot et al. (2002) agrupam as funções em quatro categorias principais: regulação, habitat, produção e informação.

**Regulação:** capaz de regular processos importantes para o suporte à vida, por meio de ciclos biogeoquímicos e demais processos naturais da biosfera. Essa função primária, além de relevante à manutenção dos ecossistemas, oferece uma série de benefícios diretos à saúde humana, como ar puro, água, solos e suas propriedades e serviços de controle biológico.

**Habitat:** contribui para a conservação dos fatores biológicos, da diversidade genética e dos processos evolutivos da natureza.

**Produção:** refere-se à produção de biomassa, fornecendo alimentos e matérias-primas para recursos energéticos, fitofarmacêuticos, produtos comerciais, etc.

**Informação** (funções culturais): de enriquecimento pessoal e coletivo, que geram oportunidades de reflexão, desenvolvimento cognitivo e recreativo, experiência estética e espiritual.

Estas funções ecossistêmicas rendem benefícios diretos e indiretos à sociedade, conhecidos como serviços ecossistêmicos (COSTANZA et al., 1997; WALLACE, 2007). Porém alguns autores fazem distinção entre abordagens relativas aos serviços ecossistêmicos e serviços ambientais (SOUZA et al., 2016). Sendo os serviços ecossistêmicos vistos com ênfase na provisão de funções naturais para o bem-estar, enquanto os serviços ambientais são geralmente associados aqueles obtidos com a ajuda do homem para o aumento da biodiversidade em favor do uso humano (ELOY; COUDEL; TONI, 2013).

Dentre os serviços ecossistêmicos providos pela boa gestão de cursos d'água destacam-se os de caráter natural, como: gestão de águas pluviais, prevenção de enchentes urbanas, regulação do microclima, abastecimento de água para irrigação, rega de jardins, descarga de vasos sanitários, limpeza, lavagem, purificação de água por meio do controle de nutrientes, recarga de água subterrânea, proteção da biodiversidade e estética (ZINIA; MCSHANE, 2018).

Existem também, os serviços de caráter social ligados a saúde e bem-estar humano como a diminuição da poluição sonora, térmica, gasosa e visual (KAPLAN et al, 1998; JACKSON et al.,2013; KUO, 2015; KIM; MILLER, 2019). Além disso, os espelhos de água têm um papel importante e determinante como atrativo influenciando no seu valor econômico (SILVEIRA, 2018).

Os serviços de caráter econômico, estão relacionados à diminuição dos custos de infraestrutura e serviços públicos, como controle de enchentes, sistemas de tratamento e gestão de águas pluviais provenientes de tempestades (BENEDICT; MCMAHON, 2002). Além disso, ocorre a valorização de imóveis do entorno e da imagem da cidade como um todo (LECHNER, 2006; IAU, 2011).

Os valores, gerados a partir de modelos de avaliação, indicam a importância atribuída a um determinado ecossistema de acordo com as necessidades e expectativas dos indivíduos (HARRINGTON, 2010), distinguindo-se em valor ecológico, valor sócio-cultural e valor econômico (DE GROOT, 2006).



Considerando a complexidade dos ecossistemas urbanos, a integração do conceito de serviços ecossistêmicos dentro do processo de decisão poderá contribuir com os avanços na preservação da biodiversidade em meio urbano (MCDONALD, 2009; CLERGEAU, 2012).

#### **2.4 Mudanças climáticas e o agravamento de problemas ambientais urbanos**

Mudanças climáticas como mudanças na distribuição espacial das chuvas, aliado a problemas ambientais urbanos como poluição do ar, solo e água, assoreamento de rios, de aquíferos superficiais e subterrâneos, se tornaram comuns nas cidades, sobretudo, devido à impermeabilização do solo e supressão de vegetação (BRASIL, 2018).

Estudo realizado por DeAngelis et al (2015) mostra que a cada 5 °C a mais de temperatura pode aumentar em 15% a quantidade de precipitação no mundo. Desta forma, eventos hidrológicos podem afetar a população urbana, tanto pelo excesso de água que levam a enchentes, alagamentos e enxurradas quanto pela falta de chuva que pode ocasionar secas e estiagens (FREITAS, 2014).

Nesse sentido, muitas cidades têm criado legislações específicas com intuito de mitigar os efeitos das mudanças climáticas e tornar as cidades mais resilientes e sustentáveis, como por exemplo, a consideração dos riscos de inundação nos planos diretores (LAGANIER et al, 2000) e a implementação de infraestruturas verdes e azuis multifuncionais (JORMALA, 2008; LAMOND, EVERETT, 2019).

#### **2.5 Desenvolvimento sustentável e a noção de multifuncionalidade**

Na conferência do Rio de 1992 foi desenvolvido o conceito de **desenvolvimento sustentável** que, segundo a comissão das nações unidas, corresponde “à forma como as atuais gerações satisfazem as suas necessidades sem, no entanto, comprometer a capacidade de gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” e devem evoluir sob os três pilares: ambiental, social e econômico (ESTENDER; PITTA, 2008).

A combinação das funções ambientais, sociais e econômicas definem a noção de **multifuncionalidade** que surgiu inicialmente no meio agrícola e florestal (HERVIEU, 2002; WIGGERING, 2006, HANSEN; PAULEIT, 2014) e, aos poucos, se estendeu para diferentes estruturas da paisagem, tanto em áreas rurais quanto urbanas (KATO; AHERN, 2009). Assim, ganham forças duas estratégias, a de patrimonialização das paisagens e a recuperação ambiental (OLIVEIRA; COSTA, 2018). Segundo Jacques (2003) a patrimonialização é uma

estratégia de desenvolvimento econômico por meio da utilização da cultura como ferramenta de revitalização urbana. A recuperação ambiental envolve aspectos ecológicos formando uma rede interconectada de espaços verdes com múltiplas funções.

Nas áreas urbanas, estruturas multifuncionais aparecem através das infraestruturas verdes e azuis que têm capacidade de desempenhar diversas funções ambientais - como regulação e habitat; funções sociais - informação (funções culturais); e econômica - produção; além de diversos benefícios resultantes da interação destas, tudo isso na mesma área espacial.

Diferentes funções combinadas no mesmo espaço coincidem com o modelo de “cidades compactas”. Esse modelo se baseia no “crescimento inteligente” das cidades com concentração de pessoas de diferentes classes sociais em zonas multifuncionais. Isso para maximizar as trocas de matéria, energia e informação no espaço urbano e reduzir o impacto sobre os ecossistemas do entorno, preservando as áreas verdes nativas, os campos agrícolas e áreas ambientalmente críticas (ANDRADE; BLUMENSCHNEIN, 2013).

Diante disso, no novo mundo urbano, planejadores e designers serão desafiados a encontrar novas maneiras de fornecer serviços ecossistêmicos sustentáveis em espaços cada vez mais limitados dentro de cidades compactas, sendo alternativas multifuncionais uma possível solução (AHERN, 2011; JIM, 2013; JANSSON, 2014).

## **2.6 Instrumentos legais para o desenvolvimento sustentável da cidade e seus rios**

Para auxiliar no desenvolvimento de soluções sustentáveis e multifuncionais para as cidades, a União Europeia desenvolveu uma "rede ecológica" de sítios protegidos chamada Natura 2000. Essa rede está baseada em dois instrumentos legais: a Diretiva Aves (1979) e a Diretiva Habitats, Fauna e Flora (1992). Ambas são a base reguladora da Rede Ecológica Europeia e o começo do conceito de uma Trama verde e azul (IAU, 2011).

O fortalecimento da legislação ambiental Diretiva Quadro da Água (DCE) em 2000, a lei das águas e meio aquáticos (LEMA) em 2006 e a definição de Trama verde e azul (pela Grenelle de L'Environnement, em 2009) contribuíram para o aumento das operações de restauração ecológica na França (GERMAINE; BARRAUD, 2013; LESPEZ et al., 2015) e melhor consideração do funcionamento natural dos rios considerando todo seu percurso (LECHNER, 2006).

Ainda na França, a política da Infraestrutura Verde e Azul (IVA), denominada de Trama Verde e Azul (TVA), desenvolve-se em escala nacional, através de “orientações nacionais para a preservação e a recuperação da continuidade ecológica” (ON TVA). Em

escala regional, segue por meio dos Esquemas Regionais de Coerência Ecológica (SRCE). E, em escala local, por meio dos documentos de urbanismo, como Planos Locais de Urbanismo (PLU) e Esquemas de Coerência Territorial (SCoT), que integram os desafios de continuidade ecológica próprios do seu território (MNHN, 2021), e onde os cursos d'água assumem papel importante.

A IVA pode ser classificada em dois temas: o primeiro com um apelo mais ecológico e de conservação da biodiversidade, e o segundo que visa a melhorar a qualidade de vida dos habitantes, levando em conta, não apenas a conexão entre fragmentos, mas também visando a ampliar estruturas de lazer e contato com a natureza em meio urbano (LAUGIER, 2010).

A integração da paisagem com ferramentas como as infraestruturas verdes e azuis, a proteção e valorização das áreas agrícolas periurbanas e a rede Natura, por exemplo, tem permitido, pelo planejamento municipal, a proteção eficiente de paisagens e a renaturalização das cidades (DESSING, HAZENDONK, JANSSEN, 2006, apud HOYUELA JAYO, 2017).

No Brasil, a proteção da paisagem acontece de duas formas: por um lado se leva em conta a legislação ambiental, muito avançada, porém de difícil aplicação nos centros urbanos, devido aos conflitos de uso e ocupação do solo e, por outro, a legislação que protege o patrimônio cultural, material ou imaterial, por meio do IPHAN (HOYUELA JAYO, 2014). As IVAs possibilitam unir essas duas formas de proteção por meio de usos multifuncionais desses espaços.

No que diz respeito à proteção das águas em especial, sob influência dos princípios preconizados nos eventos mundiais da Conferência de Dublin e Eco 92 (ver capítulo 2), a legislação de proteção das águas se fortalece no Brasil, sendo sancionada a Lei Federal 9433 (Lei das Águas) que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, visando coibir a degradação ambiental dos corpos d'água e incentivar o uso múltiplo da água (GORSKI, 2010).

No âmbito municipal foi o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) que estabeleceu parâmetros e diretrizes da política urbana e instrumentos de planejamento territorial e gestão urbana para todos os municípios brasileiros. Isso possibilitou a gestão dos fundos de vale, onde, segundo Cardoso (2003 citado por GORSKI, 2010, p. 153), Unidades de conservação foram contempladas desde 1934 pelo Código das Águas, e desde 1965 pela legislação do Código Florestal. O Código Florestal foi substituído, em 2012, pela Lei nº 12.651, onde os fundos de vale foram definidos como Áreas de Preservação permanente (APPs), espaços legalmente protegidos, frágeis e vulneráveis do ponto de vista ambiental, em terras públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa (BRASIL, 2012).

Por essa lei as nascentes e os chamados "olhos d'água", assim como as áreas dispostas ao longo de qualquer curso d'água, e no entorno de lagoas, lagos ou reservatórios naturais ou artificiais, são consideradas Áreas de Preservação Permanentes (APPs) (BRASIL, 2012).

No entanto, ainda são muitos os conflitos de uso e ocupação em APPs urbanas, que atualmente no Brasil, passam por processo de regularização através do Programa de Regularização Fundiária Urbana (Reurb), que tem como um dos objetivos formular e desenvolver, no espaço urbano, políticas de acordo com os princípios de sustentabilidade econômica, ambiental, social e territorial de forma a buscar a ocupação do solo de forma eficiente e combinar o seu uso de forma funcional (BRASIL, 2018).

No âmbito da recuperação dos fundos de vale, que compreendem os rios e suas margens, a implantação de IVAs tem sido incorporada às agendas de alguns municípios, principalmente quando se trata de remover populações em áreas de risco (GORSKI, 2010).

Nesse sentido, é necessário um forte empenho no incremento e aperfeiçoamento de políticas ambientais urbanas voltadas à recuperação, manutenção, monitoramento e fiscalização das APPs urbanas, tais como: articulação de estados e municípios para a criação de um sistema integrado de gestão de Áreas de Preservação Permanente urbanas (incluindo seu mapeamento); fiscalização; recuperação e monitoramento; novos modelos de gestão, com maior participação das comunidades e sociedade civil; definição de normas para a instalação de atividades de lazer, esporte, cultura e convívio social, que sejam compatíveis com a função ambiental das áreas em questão (BRASIL, 2019).

## **2.7 Infraestrutura Verde e Azul (IVA) e soluções baseadas na natureza**

Os hidrossistemas urbanos podem ser compostos com infraestruturas verdes e azuis e soluções baseadas na natureza, trazendo vários benefícios por meio dos serviços ecossistêmicos (ZINIA; MCSHANE, 2018). A implementação dessas soluções flexíveis e adaptáveis, além de serem economicamente viáveis e sustentáveis, também permitem evitar os impactos ocasionados em ambientes naturais (UICN, 2019), incluindo as áreas verdes e criando novos usos econômicos como a agricultura urbana.

O termo infraestrutura verde e azul - IVA, surgiu no início do século XXI (GLEDHILL; JAMES, 2008; SELMAN, 2008) a partir de uma crescente consciência da necessidade de uma abordagem de sistemas mais integrada para a gestão de infraestrutura urbana (LAMOND; EVERETT 2019). Segundo Ghofrani, Sposito e Faggian (2017, p. 15)

IVA é "uma rede interconectada de componentes da paisagem, naturais ou projetados, incluindo corpos d'água e espaços verdes e abertos".

A Infraestrutura verde refere-se a todos os tipos de espaços verdes multifuncionais, predominantemente não construídos, que suporta atividades e processos ecológicos e sociais (BENEDICT; MCMAHON 2006, HANSEN; PAULEIT, 2014; ALBERT; VON HAAREN, 2014). Já a infraestrutura azul refere-se ao sistema de águas urbanas, que correspondem a canais, rios, lagos, lagoas e outros recursos hídricos, que se unem à infraestrutura verde já existente com o objetivo de recriar um ciclo natural da água (GUIMARÃES, 2018).

### 2.7.1 Áreas verdes

O termo "áreas verdes" é utilizado para designar a vegetação urbana, e não existe, ainda, um consenso global sobre o termo, devido à dificuldade em mapear, classificar ou categorizar essas áreas (BARGOS, 2011; GARCIA, 2021).

Os autores Taylor e Hochuli (2017) estabeleceram seis tipos de definições, a partir das quais a noção de espaço verde pode ser interpretada de duas maneiras. A primeira é que o espaço verde se refere a áreas de vegetação em uma paisagem, como florestas, matas ciliares, árvores e parques nas ruas, jardins e quintais, formações geológicas, terras agrícolas, áreas costeiras, etc. Essa interpretação se refere a áreas naturais em geral, onde a compreensão macro do espaço verde pode ser sinônimo de natureza e antônimo de urbanização.

A segunda definição interpreta o espaço verde como a vegetação urbana construída pelo homem, muitas vezes vista como um componente de espaço aberto ou um tipo de vegetação, que abrange parques, jardins, florestas urbanas, fazendas urbanas, etc. Essa interpretação define o espaço verde como um subconjunto da visão macro da natureza mencionada anteriormente.

Segundo a Resolução do CONAMA Nº 369/2006 (CONAMA, 2006), áreas verdes são constituídas por espaços com vegetação e livres de impermeabilização que desempenham as funções ecológica, paisagística e recreativa e, assim, proporcionam qualidade estética, funcional e ambiental para a cidade. Nesse mesmo princípio, Cavalheiro et al. (1999), Guzzo (2006), Boldrin (2016) e Garcia, (2021), definem áreas verdes como sendo aquelas destinadas ao uso público, que satisfazem os objetivos ecológico-ambiental, estético e de lazer, sendo que a vegetação e o solo permeável devem ocupar pelo menos 70% da área em questão, uma das definições mais usadas no Brasil para o cálculo de índices de áreas verdes, o IAV.

### **2.7.2 Agricultura urbana**

A produção de alimentos nas cidades ou agricultura urbana, nas últimas décadas, tem se tornado uma tendência (MOK et al, 2014). Essa atividade pode ser realizada em espaços públicos ou privados, através da instalação de hortas comunitárias, jardins compartilhados, canteiros de fachadas, sacadas de apartamentos, cobertura de edifícios, etc, onde a irrigação pode ser feita com aproveitamento de água da chuva. A vantagem de se utilizar áreas próximas de nascentes e cursos d'água é a disponibilidade de água durante o ano todo.

A agricultura urbana pode corroborar com a resiliência alimentar urbana, sustentabilidade global e da multifuncionalidade (LANGEMEYER, 2021). A multifuncionalidade da agricultura urbana contribui para emancipar os setores economicamente vulneráveis da população urbana trazendo benefícios nutricionais, econômicos, ambientais e sociais, além de criar cidades mais verdes que podem contribuir para o enfrentamento dos desafios sociais e ambientais, desde o melhoramento das favelas e a gestão dos resíduos urbanos até a criação de empregos e o desenvolvimento comunitário (FAO, 2012; BHATTACHARYA, et al. 2012; ARAÚJO; ASSIS, 2016) principalmente em situações de crise econômica e sanitária (LANGEMEYER, 2021).

### **2.8 Análise geo-histórica e Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**

A análise geo-histórica permite observar as transformações na paisagem ao longo do tempo, e traçar a trajetória de transformação da paisagem, o que permite entender a dinâmica das mudanças na paisagem e serve como ferramenta para os gestores municipais na tomada de decisão.

Esse tipo de análise pode ser feita por meio de técnicas de geoprocessamento como o sensoriamento remoto, que, por meio de sensores acoplados a satélites ou veículos aéreos não tripulados (VANTS), obtêm informação da superfície terrestre, sem que haja contato físico entre o objeto e o sensor (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Sistemas de Informação Geográficas (SIGs) são ferramentas que permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 1995).

As vantagens de se trabalhar com SIGs e Sensoriamento Remoto relacionando áreas urbanas e vegetação são a construção de bancos de dados específicos da vegetação urbana e

sua espacialização através de mapas temáticos e plantas cadastrais associadas, auxiliando na tomada de decisão por parte dos gestores municipais (MOURA; FREITAS, 2005).

## **2.9 Análise Quantitativa - Índice de áreas verdes (IAV) e Percentual de Áreas Verdes (PAV)**

Existem diferentes métodos de analisar e quantificar as áreas verdes públicas e sua distribuição na malha urbana, dentre os quais estão o Índice de Áreas Verdes (IAV), expresso em  $m^2$ / habitante e o Percentual de Áreas Verdes (PAV), que é o valor em porcentagem que as áreas verdes públicas ocupam na extensão de área urbana (BOLDRIN, 2017, GARCIA, 2021). No contexto da RIO+20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda a disponibilidade mínima de  $9 m^2$  de áreas verdes por habitante, sendo o valor ideal de  $50m^2$  por habitante, como indicador de saúde e sustentabilidade urbana (WHO, 2012). Porém valores específicos para esses indicadores não foram mencionados pela organização.

No Brasil, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) sugere um IAV de  $15 m^2$ /hab (SBAU, 1996). Estudos apontam para dificuldade de se estabelecer um valor específico devido à complexidade dos sistemas urbanos, sendo a existência de áreas verdes urbanas atualmente resultado de processos e decisões tomadas ao longo de muitos anos. Ainda, a análise e interpretação dos objetos de paisagem integrados ou não no IAV é delicada, pois dependem dos dados utilizados, das escalas de interesse, da resolução dos dados bem como o valor limite estimado para analisá-los (KABISCH, 2016; RUSSO, 2018).

O índice de áreas verdes pode ser calculado dividindo-se a área total ( $m^2$ ) de áreas verdes públicas pelo número total de habitantes da zona urbana. A adoção de indicadores como IAV não é o objetivo, mas sim o meio pelo qual os gestores urbanos podem se basear para o desenvolvimento de infraestruturas verdes que são adaptáveis às diferentes áreas urbanas (BADIU, 2016), como as áreas no entorno de cursos d'água e nascentes.

Uma boa distribuição e conexão entre áreas verdes, seja por parques lineares, ou até mesmo arborização de qualidade das ruas, colaboram significativamente para o equilíbrio ecológico do ambiente (RIGOLON, 2016; EKKEL; DE VRIES, 2017).

## 2.10 Análise quali-quantitativa - questionários e entrevistas

Além da análise quantitativa, a análise quali-quantitativa também tem grande importância. Esta pode ser feita pela análise de características estéticas, de forma visual. Mas uma forma relevante é analisar as impressões dos usuários e atores do espaço. Para isto, são aplicados questionários estruturados a população, de forma a facilitar a coleta de dados de um número representativo de habitantes e usuários. Já com os principais atores do território, entrevistas semi-estruturadas de forma a extrair o máximo de informação.

Com a aplicação de questionários estruturados é possível extrair do consciente coletivo qual a sua relação com os espaços em questão. A técnica de questionários estruturados tem sido bastante utilizada em trabalhos que envolvem percepção e pesquisa de opinião de uma população a respeito de espaços verdes (SALGADO et al., 2016; GIANNAKIS, 2016; WANG et al., 2019).

A realização de entrevista semi-estruturada permite a exploração dos fatos cujo discurso é o vetor principal. Estes fatos referem-se aos sistemas de representação (pensamentos construídos) e às práticas sociais (fatos vivenciados) (BLANCHET; GORMAN, 1992). Para estas entrevistas são selecionados “atores” que possam estar relacionados com a gestão da área em estudo.

A seguir serão apresentados dois estudos de caso diferentes, onde a combinação dessas análises, qualitativas e quantitativas, foram usadas para construir a trajetória histórica de transformação da paisagem no entorno de rios urbanos, de forma a identificar os principais fatores que influenciam nessa transformação e o que pode ser feito para melhor integrar os cursos d’água à paisagem urbana.



## REFERÊNCIAS

- ABAP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ARQUITETOS DA PAISAGEM. **Carta Brasileira da Paisagem**. São Paulo, 2012 Disponível em: [https://www.caubr.gov.br/anexos/noticias/CARTA\\_BRASILEIRA\\_DA\\_PAISAGEM.pdf](https://www.caubr.gov.br/anexos/noticias/CARTA_BRASILEIRA_DA_PAISAGEM.pdf)  
Acesso em: 20 nov 2020
- AHERN, J. Greenways as a planning strategy. **Landscape and urban planning**, v. 33, n. 1-3, p. 131-155, 1995.
- AHERN, J. From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. **Landscape and urban Planning**, v. 100, n. 4, p. 341-343, 2011.
- ALBERT, C; VON HAAREN, C. Implications of applying the green infrastructure concept in landscape planning for ecosystem services in peri-urban areas: An expert survey and case study. **Planning Practice & Research**, v. 32, n. 3, p. 227-242, 2014.
- ALMEIDA, L.Q; CORRÊA, A.C.B. Dimensões da negação dos rios urbanos nas metrópoles brasileiras: o caso da ocupação da rede de drenagem da planície do Recife, Brasil. **Geo UERJ**, v. 1, n. 23, p. 114-135, 2012.
- ANDRADE, L.M.S; BLUMENSCHIN, R.N. Cidades sensíveis à água: cidades verdes ou cidades compactas, eis a questão. **Paranoá, Brasília**, v. 10, n. 1, p. 59-76, 2013.
- ARAÚJO, H. M; ASSIS, T. R. P.; MARTINS, A. P .B. Agricultura urbana e segurança alimentar: estudo de caso da horta comunitária da COHAB em Lavras/MG. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.
- BADIU, D. L. et al. Is urban green space per capita a valuable target to achieve cities' sustainability goals? Romania as a case study. **Ecological Indicators**, v. 70, p. 53-66, 2016.
- BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. **Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 6, p. 172-188, 2011.
- BENEDICT, M.A.; MC MAHON, E.T. **Green infrastructure: linking landscapes and communities**. Island press, 2006. 320p.
- BENEDICT, M. A.; MC MAHON, E. T. Green infrastructure: smart conservation for the 21st century. **Renewable resources journal**, v. 20, n. 3, p. 12-17, 2002.
- BERNHARDT, E. S.; PALMER, M. A. Restoring streams in an urbanizing world. **Freshwater biology**, v. 52, n. 4, p. 738-751, 2007.
- BHATTACHARYA, S. et al. Biodiversity, traditional practices and sustainability issues of East Kolkata Wetlands: A significance Ramsar site of West Bengal,(India). **Res rev biosci**, v. 6, n. 11, p. 340-347, 2012.
- BOLDRIN, K.V.F. et al. Quantitative inventory and analysis of the green areas in Lavras-MG and index evolution. **Ornamental Horticulture**, v. 22, n. 2, p. 138-142, 2016.

BLANCHET, A.; GOTMAN, A. L'enquête et ses méthodes: l'entretien. **Nathan**, Paris, 1992. 128p

BRAGA, R.; CARVALHO, P. . Recursos hídricos e planejamento urbano e regional. **In: Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. 2003. p. 131-131.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 1 nov. 2019.

BRASIL. **DECRETO Nº 9.310, DE 15 DE MARÇO DE 2018**. Institui as normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e estabelece os procedimentos para a avaliação e a alienação dos imóveis da União. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/d9310.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9310.htm) Acesso: dez 2018

BRASIL. **Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, 2001. Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)> Acesso em: 26 abril 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=311>> Acesso em: 20 Fev. 2018.

BRASIL. **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas de Preservação Permanente Urbanas**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/%C3%A1reas-de-prote%C3%A7%C3%A3o-permanente.html> Acesso em: 20 mar 2019

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 1995. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

CARDOSO, F. J. Análise, concepção e intervenções nos fundos de vale da cidade de Alfenas [MG]. **Labor e Engenho**, v. 3, n. 1, p. 1-20, 2009.

CARNEIRO, J. P. J. A. O conceito de pays e sua discussão na geografia francesa do XIX. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, n. 47E, 2011.

CAVALHEIRO, F. et al. Proposição de terminologia para o verde urbano. Boletim informativo da SBAU, v. 7, n. 3, p. 7, 1999.

CARVALHO, H. J. M. et al. Estimativa de perda de solo por erosão laminar em Lucena-PB. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, p. 57-68, 2019.

CLERGEAU, P. Services écologiques et Trame Verte Urbaine. Note de recherche. **Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement**, n. Hors-série 12, 2012.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Disponível em: Acesso em 17 jan. 2020.

CONSELHO DA EUROPA. **Convenção Europeia da Paisagem**, 2000. Disponível em: <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/176> Acesso em 23 de Fevereiro de 2019

CORMIER, L.; DE LAJARTRE, A. B; CARCAUD, N. La planification des trames vertes, du global au local: réalités et limites. **Cybergeo: European Journal of Geography, Aménagement, Urbanisme**. 504, p. 1-33, 2010. Disponível em: <http://cybergeo.revues.org/index23187.html> Acesso em: 19 set. 2019

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 15, p. 253-260, 1997.

MOREIRA, F. S. A.; VITORINO, M. I. Elementos Para Uma Sustentabilidade Urbana e Ambiental em Belém, Pará: Um Ensaio da Trama Verde e Azul. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 264-279, 2019.

DEANGELIS, A. M., et al. An observational radiative constraint on hydrologic cycle intensification. **Nature**, v. 528, n. 7581, p. 249-253, 2015.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R.M.J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.

DE GROOT, R. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. **Landscape and urban planning**, v. 75, n. 3-4, p. 175-186, 2006.

DELPHIM, C.F.M. Patrimônio natural no Brasil. Rio de Janeiro: **IPHAN**. 2005

DREXLER, Dóra. Landscape, Paysage, Landschaft, Táj: The cultural background of landscape perceptions in England, France, Germany, and Hungary. **Journal of Ecological Anthropology**, v. 16, n. 1, p. 85-96, 2013.

EKKEL, E. D; DE VRIES, S. Nearby green space and human health: Evaluating accessibility metrics. **Landscape and urban planning**, v. 157, p. 214-220, 2017.

ELOY, L.; COUDEL, E.; TONI, F. Implementando Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil: caminhos para uma reflexão crítica. **Sustentabilidade em debate**, v. 4, n. 1, p. 21-42, 2013.

ESTENDER, A. C.; PITTA, T.T.M. O conceito do desenvolvimento sustentável. **Revista Terceiro Setor & Gestão-UNG-Ser**, v. 2, n. 1, p. 22-28, 2008.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. United Nations. **Criar Cidades mais verdes**. 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i1610p/i1610p00.pdf> Acesso: 21/03/2020

FERREIRA, J. et al. A produção de alimentos nas metrópoles brasileiras. **Policy**, n. 4, 2020.

FREITAS, C. M. et al. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 3645-3656, 2014.

GARCIA, C. S.G. et al. Distribuição das áreas verdes públicas: análise comparativa entre cidades em diferentes países. **Ornamental Horticulture**, v. 27, n. 1, p. 8-19, 2021.

GERMAINE, M.; BARRAUD, R.. Restauration écologique et processus de patrimonialisation des rivières dans l'Ouest de la France. **VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement**, n.16, 2013.

GHOFRANI, Z.; SPOSITO, V.; FAGGIAN, R. A comprehensive review of blue-green infrastructure concepts. **International Journal of Environment and Sustainability**, v. 6, n. 1, 2017.

GIANNAKIS, E. et al. Linear parks along urban rivers: Perceptions of thermal comfort and climate change adaptation in Cyprus. **Sustainability**, v. 8, n. 10, p. 1023, 2016.

GLEDHILL, D. G., JAMES P. **Rethinking urban blue spaces from a landscape perspective**. Species, scale and the human element J. Breuste (Ed.), Ecological Perspectives of Urban Green and Open Spaces, vol. 42, Salzburger Geographische Arbeiten , pp. 151-164, 2008

GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. 1 ed. Rio de Janeiro: SENAC. 2010. 300 p.

GUIMARÃES, L. F. et al. O uso de infraestruturas verde e azul na revitalização urbana e na melhoria do manejo das águas pluviais. **Paisagem e Ambiente**, n. 42, p. 75-95, 2018.

GUZZO, P. Cadastro Municipal de Espaços Livres Urbanos de Ribeirão Preto (SP): Acesso Público, Índices e Base para Novos Instrumentos e Mecanismos de Gestão. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.1, n.1, 2006.

HANSEN, R.; PAULEIT, S. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. **Ambio**, v. 43, n. 4, p. 516-529, 2014.

HARRINGTON, R. et al. Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 10, p. 2773-2790, 2010.

HERVIEU, B. La multifonctionnalité de l'agriculture: genèse et fondements d'une nouvelle approche conceptuelle de l'activité agricole. **Cahiers agricoles**, v. 11, n. 6, p. 415-419, 2002.

HOYUELA JAYO, J. A. A paisagem como instrumento para um planejamento sustentável: uma visão dialética entre Europa e o Brasil. *In*. OLIVEIRA M.L, CUSTÓDIO M.M, & LIMA C.C (org.), **Direito e paisagem: a afirmação de um direito fundamental individual e difuso**. Belo Horizonte: Editora D'Plácido, 2017.

HOYUELA JAYO, J. A. Planos Diretores para STP: entre os planos de gestão da UNESCO e os planos de ação do IPHAN. Casos: Proposta para Ouro Preto, Plano Diretor do Parque Municipal Américo Rennê Giannetti, Plano Diretor das Fortificações do Minho. *In*: TONERA R. **Seminário Internacional sobre o Plano Diretor das fortificações de Santa Catarina**. Florianópolis: UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

IAU îdF. INSTITUT D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME – Île de France. La multifonctionnalité des trames verte et bleue en zones urbaines et périurbaines. Synthèse bibliographique / décembre 2011.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. "Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (org.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA pp.1535, 2013

JACKSON, L. E. et al. Linking ecosystem services and human health: The Eco-Health Relationship Browser. **International Journal of Public health**, v. 58, n. 5, p. 747–755, 2013.

JACQUES, P. B. Patrimônio cultural urbano: espetáculo contemporâneo?. **Revista de Urbanismo e Arquitetura**, v. 6, n. 1, 2003.

JANSSON, M. Green space in compact cities: the benefits and values of urban ecosystem services in planning. **NA**, v. 26, n. 2, 2014.

JIM, C. Y. Sustainable urban greening strategies for compact cities in developing and developed economies. **Urban Ecosystems**, v. 16, n. 4, p. 741-761, 2013.

JORMALA J. Urban Rivers. *In*: GUMIERO B, RINALDI M, FOKKENS B (org.) **Proceedings of the 4th ECRR International Conference on River Restoration**, 16-19 June 2008, Venice, Italy. p. 889-890, 2008

KABISCH, N. et al. Urban green space availability in European cities. **Ecological indicators**, 70, 586-596. 2016

KAPLAN, R. et al. **With people in mind: Design and management of everyday nature**. Island press, 1998.

KATO, S.; AHERN, J. Multifunctional landscapes as a basis for sustainable landscape development. **Journal of the Japanese Institute of Landscape Architecture**, v. 72, n. 5, p. 799-804, 2009.

KIM, G.; MILLER, P. A. The impact of green infrastructure on human health and well-being: The example of the Huckleberry Trail and the Heritage Community Park and Natural Area in Blacksburg, Virginia. **Sustainable Cities and Society**, v. 48, p. 101562, 2019.

KUO, M. How might contact with nature promote human health? Promising mechanisms and a possible central pathway. **Frontiers in psychology**, v. 6, p. 1093, 2015.

LAGANIER, R. et al. Inondation, territoire et aménagement: l'évolution de la prise en compte du risque inondation dans la vallée de la Canche (Pas-de-Calais, France)./Flooding, territory and planning: changes in the appraisal of flood risks in the Canche valley (Pas-de-Calais, France). **Géocarrefour**, v. 75, n. 4, p. 375-382, 2000.

- LAMOND, J.; EVERETT, G. Sustainable Blue-Green Infrastructure: A social practice approach to understanding community preferences and stewardship. **Landscape and Urban Planning**, v. 191, p. 103639, 2019.
- LANGEMEYER, J. et al. Urban agriculture—A necessary pathway towards urban resilience and global sustainability?. **Landscape and Urban Planning**, v. 210, p. 104055, 2021.
- LAUGIER, R., Trame verte et bleue, Synthèse documentaire établie par Robert Laugier pour le compte du Centre de Ressources Documentaires Aménagement Logement Nature (CRDALN), 2010. Disponible : <http://www.paysagistes-conseils.org/sites/apce/files/contenus/tramevertebleue.pdf> Access: 10 out 2020
- LECHNER, G. **Le fleuve dans la ville: la valorisation des berges en milieu urbain**. Paris: Direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction, 2006.
- LESPEZ, L. et al. The anthropogenic nature of present-day low energy rivers in western France and implications for current restoration projects. **Geomorphology**, v. 251, p. 64-76, 2015.
- MARTINES, M. R. et al. Spatial segregation in floodplain: An approach to correlate physical and human dimensions for urban planning. **Cities**, v. 97, p. 102551, 2020.
- MCDONALD, R. I. Ecosystem service demand and supply along the urban-to-rural gradient. **Journal of conservation planning**, v. 5, n. 5, p. 1-14, 2009.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. **Universidade de Brasília, Brasília**, v. 1. 256p, 2012.
- MOK, H. et al. Strawberry fields forever? Urban agriculture in developed countries: a review. **Agronomy for sustainable development**, v. 34, n. 1, p. 21-43, 2014.
- MOURA, S.; FREITAS, M. I. C. O uso da videografia no planejamento urbano da cidade de Analândia (SP): resultados parciais. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...Goiânia, GO. INPE**, p.4553-4560, 2005.
- MNHN - Muséum national d'Histoire naturelle. ed. 2003-2021. Inventaire National du Patrimoine Naturel, Disponible em : <https://inpn.mnhn.fr>. Acesso: 30 janvier 2021
- OLIVEIRA, A.; COSTA, H.S.M. A trama verde e azul no planejamento territorial: aproximações e distanciamentos. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 20, n. 3, p. 538-555, 2018.
- PASTORE, J. B.; PAIVA, P. D. O. In order to translate “Paisagismo”. **Ornamental Horticulture**, v. 26, n. 4, p. 534-536, 2020.
- PBMC - PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. “Mudanças Climáticas e Cidades”. **Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p. ISBN: 978-85-285-0344-9 2016.

RIBEIRO, R. W. **Paisagem cultural e patrimônio**. IPHAN, 2007.

RICETO, A. As áreas de preservação permanente (app) urbanas: sua importância para a qualidade ambiental nas cidades e suas regulamentações. **Revista da Católica: ensino, pesquisa e extensão**, v. 2 n<sup>o</sup>4, p. 01-10, 2010.

RIGOLON, A. A complex landscape of inequity in access to urban parks: A literature review. **Landscape and Urban Planning**, v. 153, p. 160-169, 2016  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.017>

ROY, M. et al. Climate change and declining levels of green structures: Life in informal settlements of Dar es Salaam, Tanzania. **Landscape and Urban Planning**, v. 180, p. 282-293, 2018.

RUSSO, A.; CIRELLA, G. T. Modern compact cities: how much greenery do we need?. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 10, p. 2180, 2018.

SALGADO, M. C. R.; FIGUEIREDO, P. H. F.; BOLDRIN, K. V. F.; SOUSA, R. B.; PAIVA, P. D. O. Parque ecológico Quedas do Rio Bonito: percepções da frequência de visita. **Ornamental Horticulture**, v. 22, n. 2, p. 172–179, 2016. DOI:  
<https://doi.org/10.14295/oh.v22i2.894>

SAUER, C. O. The morphology of landscape. In: AGNEW, John A.; LIVINGSTONE, David N.; ROGERS, Alisdair (Ed.). **Human geography: an essential anthology**. Blackwell Publishing, 1996.

SBAU - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA. **Carta a Londrina e Ibiporã**. Boletim Informativo, v.3 , n.5, p.3, 1996.

SELMAN, P. What do we mean by sustainable landscape?. **Sustainability: Science, Practice and Policy**, v. 4, n. 2, p. 23-28, 2008.

SILVEIRA, A. L. L. da. Trama verde-azul e drenagem urbana sustentável. **Planejamento e gestão territorial: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos [recurso eletrônico]**. Criciúma, SC: EDIUNESC, 2018. cap. 3, p. 69-91, 2018.

SOUZA, D. T.P. et al. Regenerating the Socio-Ecological Quality of Urban Streams: The Potential of a Social Learning Approach. In: **Environment and Development**. Palgrave Macmillan, Champ. 67-98., 2021.

SOUZA, C. A. et al. Environmental services associated with the reclamation of areas degraded by mining: potential for payments for environmental services. **Ambiente & sociedade**, v. 19, n. 2, p. 137–168, 2016.

TAYLOR L., HOCHULI D, F., Defining greenspace: Multiple uses across multiple disciplines , **Landscape and Urban Planning**, vol 158, p. 25. 2017

TSUCHIYA, K.; HARA, Y.; THAITAKOO, D.. Linking food and land systems for sustainable peri-urban agriculture in Bangkok Metropolitan Region. **Landscape and urban planning**, v. 143, p. 192-204, 2015.

UICN - UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE  
Comité français Les Solutions fondées sur la Nature pour les risques liés à l'eau en France.  
Paris, France. 2019. Disponível em: <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2020/01/sfn-light-ok.pdf> Acesso em: 19 set 2019

UN - UNITED NATIONS. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. **UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018)**. Online Edition. Disponível em : <https://population.un.org/wup/Publications/> Acesso em: 15 de julho 2020

WANG, Y. et al. What makes urban greenspace unique—Relationships between citizens' perceptions on unique urban nature, biodiversity and environmental factors. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 42, p. 1-9, 2019.

WALLACE, K. J. Classification of ecosystem services: problems and solutions. **Biological conservation**, v. 139, n. 3-4, p. 235-246, 2007.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Health Indicators of Sustainable Cities in the Context of the Rio+20 UN Conference on Sustainable Development. Geneva, Switzerland, 2012. Disponível em: [https://www.who.int/docs/default-source/environment-climate-change-and-health/sustainable-development-indicator-cities.pdf?sfvrsn=c005156b\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/environment-climate-change-and-health/sustainable-development-indicator-cities.pdf?sfvrsn=c005156b_2) Acesso em : 20 outubro 2020

WIGGERING, H. et al. Indicators for multifunctional land use—Linking socio-economic requirements with landscape potentials. **Ecological indicators**, v. 6, n. 1, p. 238-249, 2006.

ZINIA, N. J.; MCSHANE, P. Ecosystem services management: An evaluation of green adaptations for urban development in Dhaka, Bangladesh. **Landscape and urban planning**, v. 173, p. 23-32, 2018.



## SECOND PART - ARTICLES

### ARTICLE 1 - TRAJECTOIRE DE MISE EN PAYSAGE ET MULTIFONCTIONALITE AUTOUR DES RIVIERES URBAINES : ANALYSE DE CAS D'ETUDES DE LA VILLE D'ANGERS

#### RÉSUMÉ

En raison de la croissance de la population urbaine, il y a une forte pression d'occupation des espaces libres dans les centres urbains, spécialement où l'aménagement est difficile, comme autour de cours d'eau. Les techniques de canalisation et de drainage ont favorisé l'expansion urbaine et l'occupation de ces espaces, mais à long terme, elles n'ont pas été très efficaces, encore moins durables, face aux défis posés par le changement climatique. L'objectif de cette recherche était d'analyser le paysage et la multifonctionnalité de l'environnement des rivières de la ville d'Angers, en France, en identifiant leurs fonctions et leur évolution, allié à la contribution des acteurs publics, et leur influence sur la qualité de vie de la population. A Angers, la trajectoire historique montre un recul des fonctions naturelles et sociales des cours d'eau et de leurs berges au profit des fonctions économiques et de transport qui ont favorisé l'étalement urbain et la construction de voies ferrées et d'autoroutes conduisant au drainage et à l'imperméabilisation des plaines inondables et à la canalisation de cours d'eau. Cependant, depuis la fin du XXe siècle les fonctions sociales et naturelles des cours d'eau et de leurs berges ont été reconnues par les collectivités locales, à travers la protection des paysages et des éléments végétaux et des politiques d'occupation des sols qui prennent en compte les zones naturellement occupées par les cours d'eau et leurs crues. L'utilisation multifonctionnelle des rivières et de leurs berges semble désormais contribuer à la durabilité urbaine. Elle a été possible grâce à la mise en œuvre d'infrastructures vertes et bleues (TVB). Les interventions menées à travers des processus participatifs contribuent à l'opinion favorable de la population sur la réintégration des rivières dans le paysage urbain. Des entretiens avec des acteurs clés ont montré que la mise en œuvre d'infrastructures multifonctionnelles dépend non seulement d'une législation claire et objective, mais aussi de la volonté politique et de l'adoption d'alternatives économiques durables.

**Mots-clés** : Cours d'eau. Infrastructure vertes et bleues. Ville durable. Espaces verte. Agriculture urbaine

## 1 INTRODUCTION

La croissance rapide et désordonnée des villes, surtout après la période industrielle, a conduit à l'effet de conurbation et, par conséquent, à la suppression de la végétation et de l'occupation d'espaces libres dans le périmètre urbain ainsi que des espaces agricoles des périphéries (MOK et al, 2014). Beaucoup de ces espaces occupés comprennent les berges des rivières et ses plans d'inondation (LECHNER, 2006; BONIN, 2007).

Des problèmes tels que les inondations, les changements dans la répartition spatiale des pluies, l'assèchement des rivières, la pollution de l'air, les sols, les rivières et les nappes phréatiques sont devenus monnaie courante, principalement dans les villes industrielles (SILVA; TRAVASSOS, 2008). Au cours de la dernière décennie, avec le changement climatique, ces problèmes se sont aggravés et des effets tels que des îlots de chaleur, des pénuries d'eau et d'énergie, des impacts sur le système de transport en raison d'inondations, etc., peuvent être principalement ressentis au niveau local (GIEC, 2013; PBMC, 2016; HOEGH-GULDBERG et al, 2019). Ainsi, comprendre les actions des gouvernements locaux pour réduire ces effets est fondamental pour le développement de villes plus durables et résilientes (TEIXEIRA, 2020).

Dans ce contexte, à partir des années 1970, des conférences internationales (Club de Rome et Conférence des Nations unies sur l'environnement humain à Stockholm-Suède et Eco 92 à Rio de Janeiro-Brasil) créent le concept de développement durable, de l'Agenda 21, qui vise à prospérer dans la qualité de la vie par des alternatives écologiques, éthiques et participatives qui se soucient des valeurs culturelles et naturelles héritées (HOYUELA JAYO, 2017).

Ainsi, les pays membres de l'Union européenne (UE) ont adopté la "stratégie paneuropéenne pour la protection de la diversité biologique et des paysages", qui prévoyait la création d'un réseau écologique européen composé de zones centrales, de corridors écologiques, de zones à restaurer et de zones tampons (OLIVEIRA; COSTA, 2018), et qui plus tard donnent naissance au concept de "Trame verte et bleue" (TVA) (IAU, 2011), un type d'infrastructure qui a été incorporé à la législation de certains pays comme la France, à différentes échelles du territoire.

Selon Cormier et al. (2010), cette notion est déjà largement répandue et apparaît dans d'autres pays sur les différents continents sous le terme de *Greenways*. Plus récemment, on a également beaucoup vu le terme Infrastructure Verte et Bleue (IVB) (LAMOND; EVERETT,

2019), où les services écosystémiques (SE) des cours d'eau ont une place particulière parce qu'ils sont à la fois réservoirs et corridors pour la biodiversité (CLERGEAU; BLANC, 2013).

Les SE affectés à la IVB, sont divers, allant de la santé, des loisirs et du divertissement à la prévention des risques et des réserves de biodiversité (CORMIER; CARCAUD, 2010; LAUGIER, 2010). Il est de plus en plus largement admis que ces services jouent un rôle vital dans la durabilité urbaine (COUTTS; HAHN, 2015; KIM; COSEO, 2018). En outre, IVBs qui fournissent des services écosystémiques sont plus attrayants et renforcent le lien social, encourageant le sentiment d'appartenance et de communauté (RAIMUNDO; SARTI, 2016).

Corréler des SE et multifonctionnalité, qui selon Hansen et Pauleit (2014) doivent concilier des fonctions écologiques, sociales et économiques, est l'un des nouveaux défis des politiques publiques. Compte tenu de la complexité des écosystèmes urbains, l'intégration du concept de SE dans le processus décisionnel pourrait contribuer aux avancées dans la préservation de la biodiversité en milieu urbain (MCDONALD, 2009; CLERGEAU, 2012).

L'IVB est l'occasion de construire des espaces verts multifonctionnels (LOTFI, 2017, GARCIA, 2021), qui sont de plus en plus pris en considération par les acteurs publics (MEHDI et al., 2012; CLERGEAU, 2012). Ainsi, les rivières urbaines et leur environnement se présentent comme une occasion d'innover dans la planification des villes, de restaurer l'écologie et de créer des espaces publics de valeur (MONDRAGÓN-MONROY, R; HONEY-ROSÉS, J. 2016)

Dans l'étude du paysage et de la durabilité urbaine, l'analyse géo-historique permet d'observer les changements dans le temps. Ainsi, on permet de comprendre le présent et de prévoir les directions futures qui prennent en compte les différentes fonctions, permettant une meilleure gestion du territoire urbain, avec des actions plus durables. Pour cela, la réalisation de questionnaires et d'entretien semi-directifs avec les acteurs clés, gestionnaires et utilisateurs des rivières urbaines, permet cette compréhension (COY, 2013; FLAMINIO, 2015; VERBRUGGE, 2019). Selon Berque (1994 : 17) "*la société perçoit son environnement en fonction des changements qu'ils font, et ils changent en fonction de la perception qu'ils ont*".

Dans ce contexte, l'objectif était d'analyser le paysage et la multifonctionnalité de l'environnement des rivières de la ville d'Angers, en France, en identifiant leurs fonctions et leur évolution, alliée à la contribution des acteurs publics, et leur influence sur le cadre de vie de la population.

## 2 MÉTHODOLOGIE

Pour comprendre les changements dans les usages et les occupations du sol urbain dans les vallées des rivières de la ville d'Angers (France) une analyse géo-historique a été réalisée en tenant compte des dimensions sociales, économiques et environnementales (Analyse géo-historique). A cet effet, une trajectoire historique des évolutions de l'espace urbain influencé par les cours d'eau des de la commune d'Angers a été tracée. On a également caractérisé l'occupation du sol de ces espaces pour l'année de la dernière image aérienne disponible (2016) (Analyse quantitative) et enfin, on a capturé à partir d'entretiens et discuté les actions des acteurs clés de la ville et la perception de la population sur ces espaces à travers des questionnaires (Analyse quali-quantitative).

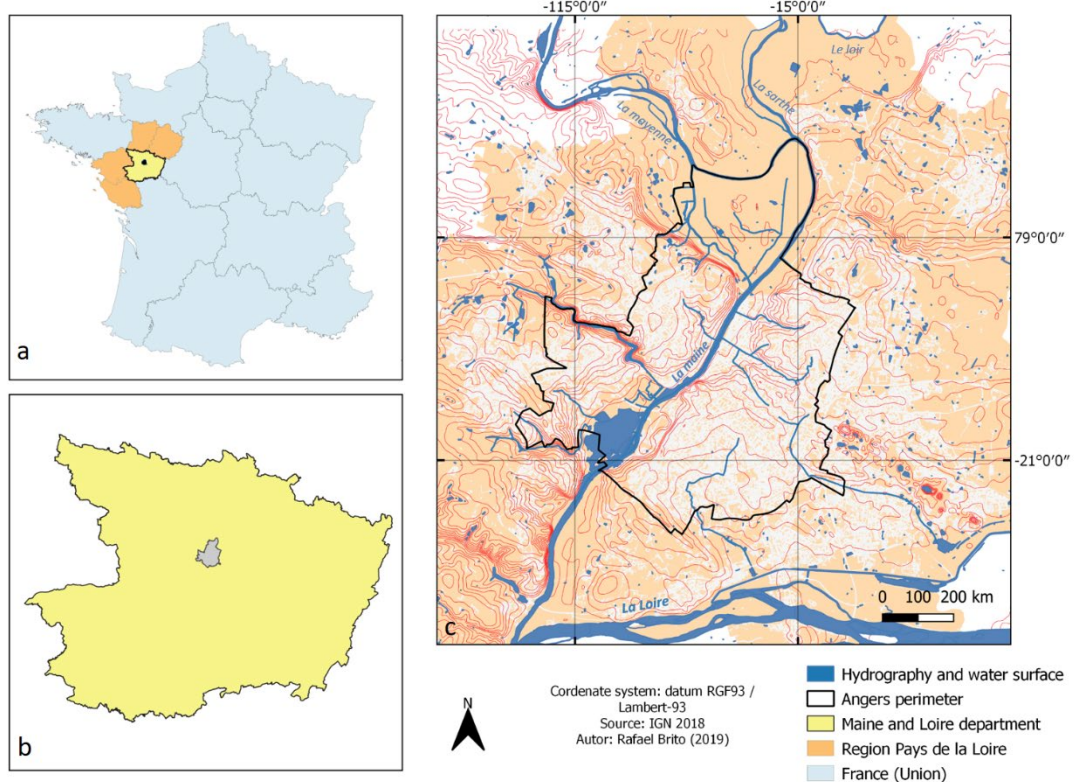
### 2.1 Analyse géo-historique du paysage des rivières urbaines

#### 2.1.1 Ville d'Angers

Angers est la ville centrale de la deuxième plus grande métropole des Pays de la Loire. Connue sous le nom de pôle végétal de France (PAVIE; RIVIÈRE, 2011), elle a une superficie de 42,7 km<sup>2</sup> et une population de 154.508 habitants avec une densité de population de 3581 hab/km<sup>2</sup>, selon le dernier recensement réalisé par l'Institut national de statistiques et d'études économiques en 2018, (INSEE, 2020). Elle présente un climat océanique Cfb selon le classement de Köppen (MBALLO et al, 2021). La densité hydrographique est une caractéristique marquante du territoire, avec l'une des plus grandes zones de confluence de la France avec l'ensemble des basses vallées angevine (Scot, 2016), classé comme zone humide d'importance internationale (RAMSAR).

La ville est coupée en grande partie par la rivière la Maine et ses affluents, qui débouchent sur la Loire au sud du territoire (Figure 1). À l'intérieur de la zone urbaine, sur sa rive droite, la Maine présente des affluents avec des paysages naturels préservés et sur la rive gauche un réseau de drainage plus dense, qui est actuellement en grande partie enterré (CARCAUD et al. 2019). Les rivières traversent la ville et la zone urbaine de la ville (délimitation avec la ligne noire (Figure 1c)) occupe déjà pratiquement tout le territoire municipal.

Figure 1 - Situation géographique de la ville d'Angers (c) dans le département du Maine et Loire (b) en France (a).



Source: IGN adapte par l'auteur (2021).

Angers a été élue par l'Union Nationale des Entreprises de Paysage (UNEP) comme la ville la plus verte de France en 2014 et à nouveau en 2020, et aussi celle qui a investi le plus dans l'infrastructure verte et bleue, étant considérée comme une ville attrayante où il fait "bon vivre" (PALMARÈS, 2020).

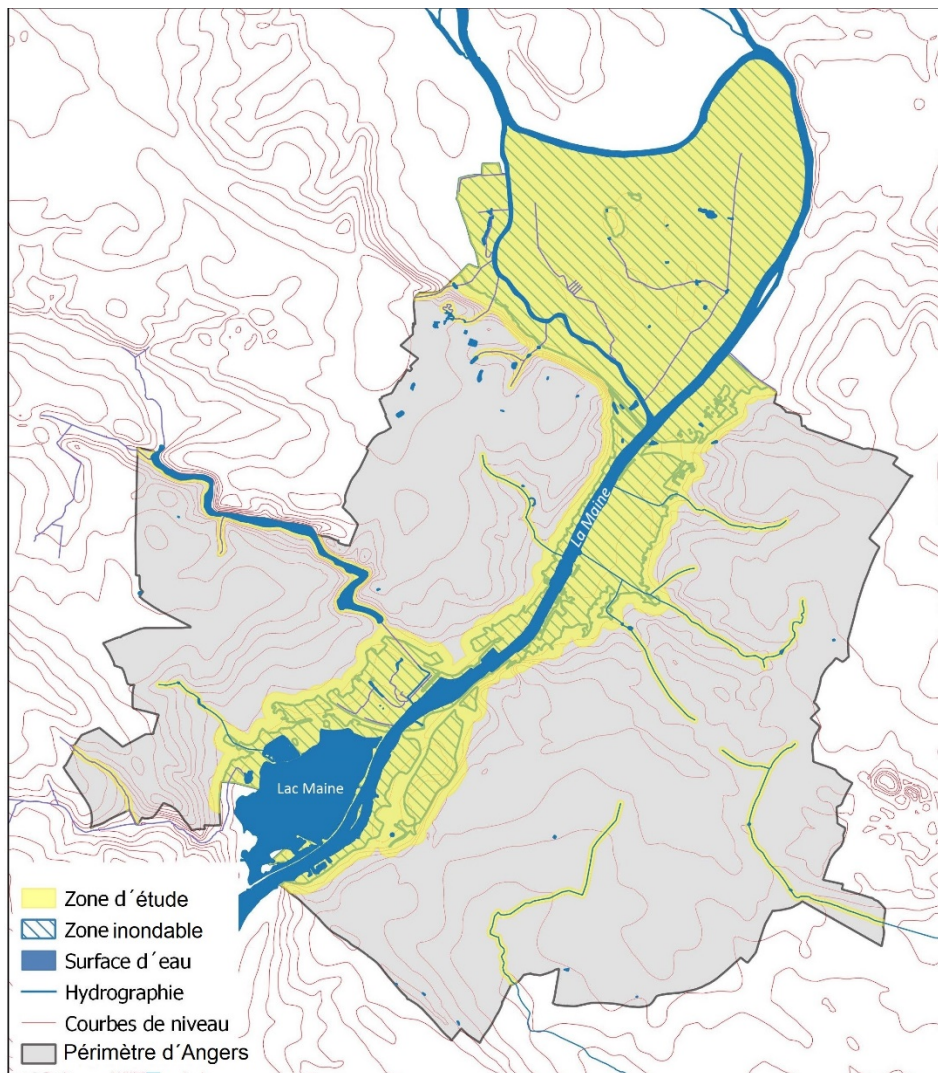
### 2.1.2 Délimitation de la zone d'étude autour des cours d'eau urbains

Cette étude a analysé les zones autour des grands axes fluviaux qui traversent la commune, ainsi que les petits cours d'eau composant le réseau de drainage de la ville, en tenant compte de la zone inondable figurant dans le plan de prévention des risques d'inondation (PPRI, 2015) et le cadre immédiat des petits cours d'eau identifiés sur les cartes les plus grandes, dont certains ne sont pas enregistrés dans la cartographie des cours d'eau du Maine et Loire.

Ont été considérés les cours d'eau qui avaient un lit naturel à leur origine, même lorsqu'ils étaient fortement anthropisés, comme les cours d'eau canalisés, qui ont perdu leurs caractéristiques naturelles et devenant sans vie (IG, 2015).

Ainsi, un « *buffer* » de 100 m a été fait dans le cadre de la zone inondable englobant les rives de la Maine et de 30 m pour des cours d'eau plus petits (jusqu'à 10 m de large) (Figure 2).

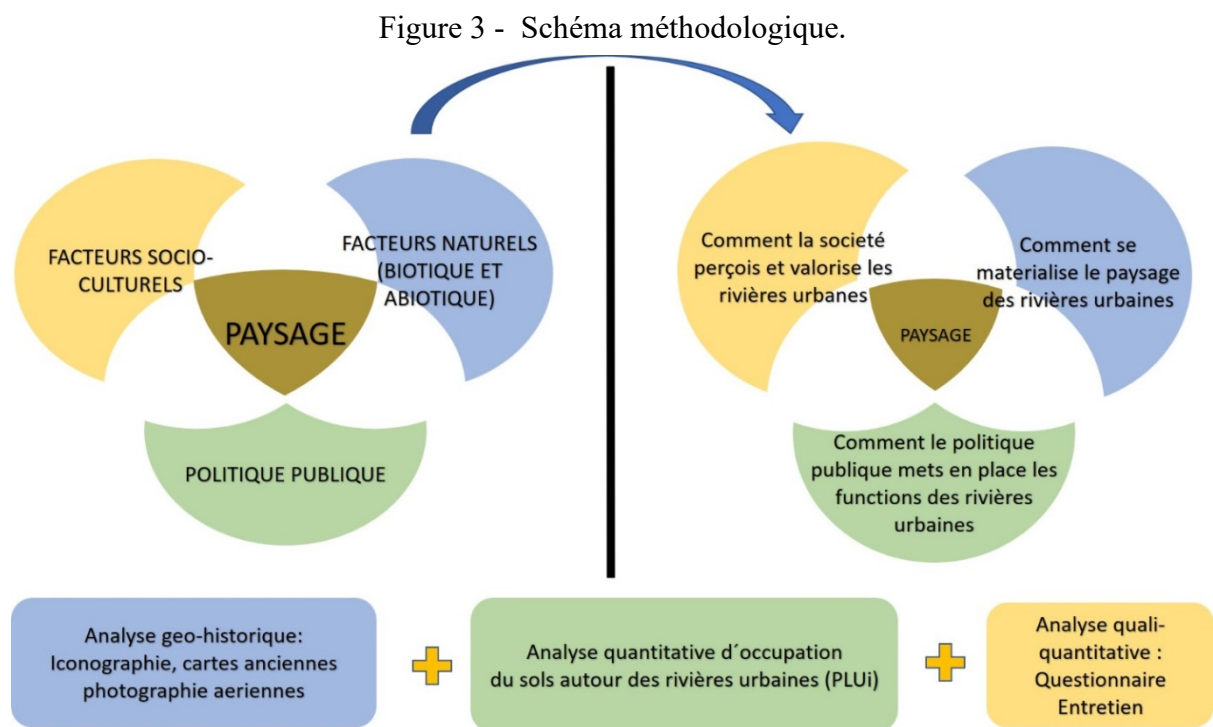
Figure 2 - Délimitation de la zone d'étude (soulignée en jaune) dans la ville d'Angers.



Source: IGN 2018 adapté par l'auteur (2021).

La méthodologie utilisée visait à analyser comment les processus naturels, socioculturels, économiques et leurs interactions se matérialisent dans le paysage des rivières urbaines et comment les politiques publiques y contribuent.

Pour cette analyse, trois niveaux ont été combinés : a) analyse géo-historique du paysage. Pour cette analyse, on a utilisé le modèle Patchwork Quilt (PAIVA et al, 2021), développé pour des études de jardins historiques et qui intègre des analyses dans différents domaines pour structurer l'histoire et l'évolution d'un espace ; b) Analyse quantitative de l'utilisation et de l'occupation des sols autour des rivières ; c) Analyse quali-quantitative (questionnaires et entretiens) (Figure 3).



Source: Auteur (2021).

### 2.1.3 Analyse géo-historique

Afin de comprendre l'évolution du paysage des rivières dans ses dimensions naturelles, sociales et économiques, une compilation d'informations géo-historiques sur l'origine et la formation de la ville a été réalisée à travers la bibliographie, les iconographies, les cartes topographiques de 1776 à 2016 et les photographies aériennes de 1958 à 2016. Les photographies aériennes ont été les dernières images publiquement accessibles pour l'analyse, disponibles sur le site de l'Institut national d'information géographique et forestière (IGN) et les Archives municipales d'Angers.

Les cartes et photographies aériennes ont été géoréférencées et analysées à l'aide du logiciel QGIS 3.6.(QGIS, 2017) suivant la normalisation cartographique proposée par

Menezes (2016). Par la suite, ils ont été analysés en observant les changements survenus dans le paysage des cours d'eau à différentes époques, ainsi que leurs usages, en tenant compte des principales transformations du paysage selon les bibliographies (ANNEXE A).

Dans ce travail ont été considérées les dimensions sociales comme les fonctions impliquant le bien-être social, comme les loisirs, le divertissement, la culture ; les dimensions naturelles impliquant le maintien des cours d'eau et des berges naturelles des rivières avec des espèces animales et végétales et la dimension économique impliquant des activités commerciales, l'industrie et la mise en valeur des terres adjacentes aux rivières. Les trois dimensions sont en fait interconnectées, mais dans certaines situations, une certaine prédominance peut se produire.

## **2.2 Analyse quantitative de l'utilisation et de l'occupation des sols autour des rivières urbaines (Plui)**

Les données relatives à l'utilisation et à l'occupation des sols ont été mises à disposition pour analyse sur le site web (IGN), les plus récentes se rapportant à l'année 2016. Ceux-ci ont été actualisés par vectorisation manuelle en 2019 et regroupés en quatre catégories:

- a) **Zones imperméables** - zones construites et/ou pavé de surfaces non perméables;
- b) **Végétation herbacée et autres zones perméables** - formations herbacées (pelouses et pâturages, terres arables, rosiers); formations ligneuses telles que vignes et lianes (plantes grimpantes) et zones contenant des matériaux minéraux (pierre-terre, voies ferrées, sentiers, parterres;
- c) **Végétation arborée (espaces boisés)** - formations arboricoles à dominante de feuillus ou de conifères à surface variable (de bois à forêt). Formations arbustives et subarbustives;
- d) **Surface d'eau** - surface occupée par des rivières, lacs, barrages, etc.

Le pourcentage de chaque classe dans la zone d'étude a été calculé initialement. Les composants végétaux présents dans le plan de zonage et prévus dans les documents d'urbanisme (Tableau 1) ont ensuite été identifiés. Toujours en ce qui concerne le plan de zonage, les utilisations multifonctionnelles autour des rivières ont été mises en évidence sur la base du cadastre des espaces verts fourni par le service des parcs et jardins d'Angers.



Tableau 1 - Composants végétaux protégés par le code d'urbanisme et identifiés dans le plan local d'urbanisme (PLUi).

| <b>Composantes vegetales</b>                          | <b>Definition</b>  |
|---|--|
| <b>Les espaces boisés classés</b>                     | Bosquets, bois ou boisements qui répondent à des enjeux paysagers, sociaux, écologiques et/ou patrimoniaux.  |
| <b>Les présences arborées reconnues</b>               | Bosquets, bois ou espaces à dominante arborée, dont le rôle paysager est reconnu et à préserver.   |
| <b>Les espaces paysagers à préserver</b>              | Espaces ouverts au public, aménagés et présentant une offre de détente/loisirs (jardins publics, parcs urbains, squares, mails, espaces verts...).                                       |
| <b>Les jardins patrimoniaux</b>                       | Espaces d'agrément ou d'ornement qui se caractérisent le plus souvent par un plan de composition très structuré (jardin à la française, par exemple).                                    |
| <b>Les coeurs d'îlots</b>                             | Ensembles de jardins privés à dominante végétale représentant des « espaces de respiration » au sein de zones urbaines d'habitat.  |
| <b>Les haies, ripisylves, et alignements d'arbres</b> | Éléments linéaires qui structurent le paysage, accompagnent cours d'eau et chemins de randonnée, mettent en valeur et créent des perspectives.   |
| <b>Les axes structurants paysagers</b>                | Principales voies pénétrantes et boulevards qui ceignent la ville centre. Par leur traitement paysager plus ou moins continu, ils participent à l'armature paysagère de l'espace urbain. |
| <b>Arbre remarquables</b>                             | Arbres vivants exceptionnels par leur âge, leurs dimensions, leur forme, leur passé ou encore leur légende.  |

Source: PLUi (2017).

### 2.3 Analyse quali-quantitative - questionnaires et entretiens

Pour comprendre les actions et les perceptions des différents acteurs concernant les cours d'eau urbains d'Angers, des questionnaires ont été appliqués à la population et des entretiens ont eu lieu avec les principaux acteurs du territoire.

#### 2.3.1 Questionnaires directifs

La population et les utilisateurs de la ville ont fait partie d'une recherche d'opinion développée à partir de l'application de questionnaires composés de questions directes et descriptives. Au total, 22 questions ont été posées, portant sur des caractéristiques socio-économiques (âge, sexe, revenu et scolarité), des opinions sur les cours d'eau et leurs paysages tenant compte de la qualité et de l'accessibilité, la valorisation de la présence de

l'eau dans les espaces verts publics, utilisations souhaitées pour ces espaces, ainsi que leur relation avec les espaces verts et le contact avec les jardins potagers et d'ornement.

Le questionnaire a été appliqué auprès de 433 habitants d'Angers et de la région métropolitaine. L'application du questionnaire a eu lieu entre octobre 2019 et juillet 2020, en utilisant la plateforme Google Forms (APPENDICE B). Tous les répondants étaient volontaires et anonymes, l'échantillonnage non probabiliste étant adopté pour l'accessibilité, où les éléments sont sélectionnés pour leur convenance, pour leur volontariat ou encore accidentellement selon la méthodologie indiquée par AAKER et al. (2001). Cet échantillon a retenu une marge d'erreur de 5 %, avec un degré de confiance de 95 %.

Des statistiques descriptives de la distribution de fréquence (MARTINS; THEÓPHILO, 2009), compilées et analysées par le logiciel R (R CORE TEAM, 2016) ont été utilisées pour l'analyse des données.

### **2.3.2 Entretiens semi-directifs**

Des entretiens semi-directifs explorent des faits dont le discours est le vecteur principal. Ces faits concernent les systèmes de représentation (pensées construites) et les pratiques sociales (faits vécus) (BLANCHET; GOTMAN, 1992).

Les entretiens ont été semi-directifs (APPENDICE C) et menés avec différents acteurs du territoire. Parmi ceux-ci, des représentants de la société civile comme de l'Association de la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) ( Représentant 1), du secteur privé avec la Chambre du Commerce et de l'industrie (CCI) (Représentant 2), du secteur public comme la Direction des parcs et jardins d'Angers (Représentant 3) et le vice-président chargée de la transition écologique et des déplacements (Représentant 4). Ces acteurs ont été interviewés au moyen de questions préétablies, et adaptées selon le profil/performance de l'acteur interviewé, qui visaient à identifier leur perception de ce que sont les IVBs, quelles sont leurs principales composantes, les principales difficultés rencontrées pour la mise en œuvre de l'IVB, si la législation est claire à ce sujet et ce qui a été fait pour améliorer cette question.

Les entretiens ont été enregistrés sur l'autorisation des acteurs et les extraits qui répondent aux questions de la recherche ont été transcrits et utilisés dans la discussion.

### 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 Analyse géo-historique du paysage des rivières urbaines

##### 3.1.1 Origine de la ville et situation des rivières avant la révolution Française

Tout au long de l'histoire, les premières civilisations se sont établies le long des rivières et de leurs rives, comme dans le cas du Tigre et de l'Euphrate, en Mésopotamie, la vallée des Indus au Pakistan, la vallée du Nil en Egypte, ou des exemples plus récents comme la Tamise à Londres, la Seine à Paris, le Tibre à Rome (NOVARESIO, 2006; COY, 2013; BAPTISTA; CARDOSO 2013; CARCAUD et al, 2019).

La ville d'Angers en France s'est également installée à la confluence des rivières Mayenne, Sarthe, Loir et la Loire, en présence d'une formation rocheuse stratégiquement positionnée le long du cours du Maine, qui a favorisé la formation du premier groupement humain durant la période romaine, au Vème siècle (ESNAUT, 2016).

Dans de nombreuses villes romaines, ainsi qu'à Angers, les rivières en plus de répondre aux besoins de base, ont également eu des fonctions culturelles et de loisirs comme pour les cultes religieux (WECH, 2013) et des événements ludiques comme les naumaquias, en plus d'approvisionner des structures comme les chafarizes et les bains publics (CARDOSO et al., 1997; PITHON, 2008; BIQUET, 2016). En outre, les rivières favorisaient l'agriculture par le biais de canaux d'irrigation (DERMODY, 2014).

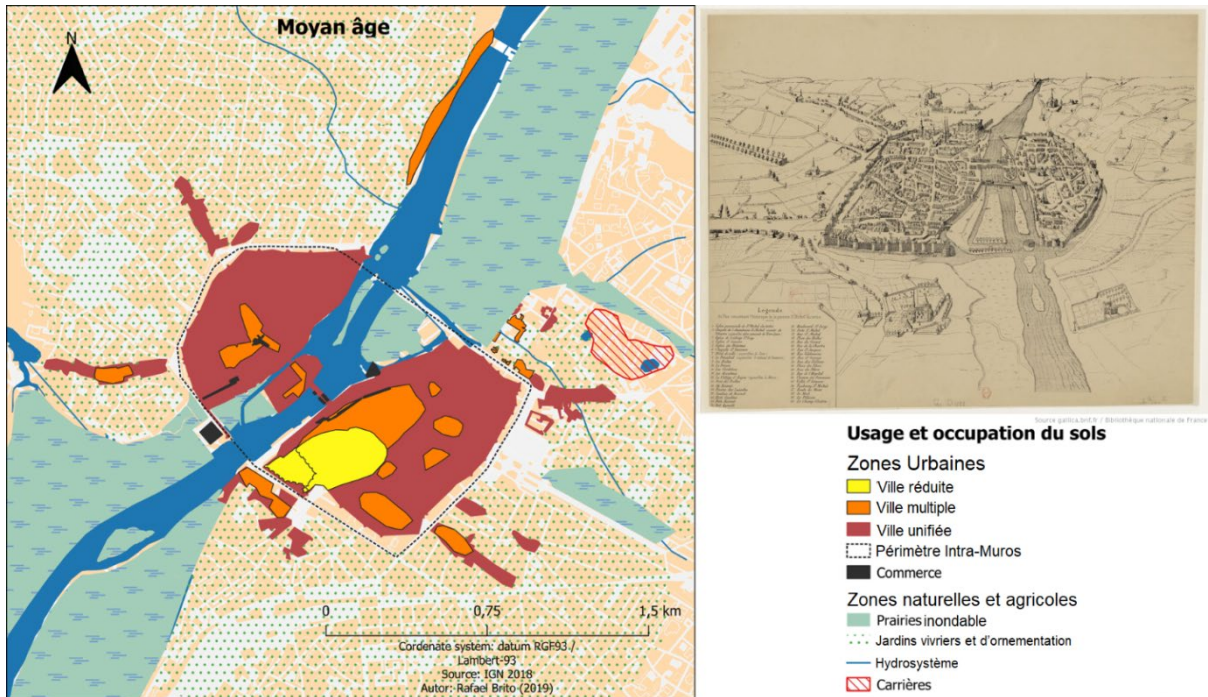
Depuis la période romaine, les rivières ont commencé à ressentir les impacts de l'urbanisation, qui s'intensifient pendant le Moyen Âge avec les grandes charges sanitaires, les déchets des activités commerciales et manufacturières, la pollution urbaine diffuse, l'occupation des rives, etc. (BAPTISTA; CARDOSO, 2013).

Dans de nombreuses villes médiévales, les petits cours d'eau ont été ensevelis sous les maisons, qui étaient construites très proches les unes des autres, et ainsi ont pratiquement disparu du paysage (COY, 2013), fait également observé dans la ville d'Angers. À cette époque, le paysage de la Maine s'est matérialisé à travers ses fonctions de traversée, défense, pêche, production d'énergie et commerciales, fonctions à caractère plus économique, jusqu'à présent enregistrées sous des noms de rues comme Écorcherie, Poissonnerie, Parcheminerie (CARCAUD et al., 2019).

Dans le cadre de la ville fortifiée, le paysage de la Maine et ses affluents avaient des fonctions naturelles, avec des endroits d'aspect plus sauvage, agricoles, irriguant les vignobles,

les pâturages, les jardins potagers et d'ornement des abbayes et les demeures a la campagne (Figure 4).

Figure 4 - Carte représentative de la ville d'Angers et les paysages des ses hydrosystèmes au Moyen-Âge.



Source: (Rafael Brito, 2021, Adapté du ESNAUT, 2016 et CARCAUD et al, 2019)

La ville est restée à l'intérieur des murailles et a conservé les mêmes caractéristiques du XVIe siècle au cours des deux siècles suivants (CARCAUD et al, 2019). Les cours d'eau et leurs berges remplissaient principalement des fonctions d'approvisionnement d'eau, de navigation et de commerce dans les ports, le paysage du pourtour des cours d'eau extérieurs à la ville demeurant plus naturel et agricole dans les plaines d'inondations.

### 3.1.2 Période post-révolution française, expansion urbaine et fonction économique des rivières

Après la révolution française (1799), la ville s'est élargie au-delà des murs et s'est caractérisée par un fort développement de l'industrie et par la modernisation commune à la plupart des villes françaises. À Angers, la Maine et son environnement constituaient un vecteur économique privilégié, prioritaire pour le développement de la ville (BIQUET, 2016).

De grands travaux d'expansion urbaine et de régularisation des cours d'eau (canalisation et drainage) ont contribué aux fonctions économiques de la Maine et de ses

affluents, altérant considérablement son paysage. Les remparts ont été remplacés par des boulevards reliant les deux côtés de la Maine par de nouveaux ponts pour favoriser leur connexion avec la voie ferrée et les ports. Les rives de la Maine ont été canalisées et stabilisées avec des quais pavés (par exemple, Quai René-Bazin et Ligny) et ont également reçu un ensemble de bâtiments, parmi lesquels des hôtels et des maisons commerciales, construits pour répondre aux demandes du commerce et de l'industrie, avec l'arrivée des lignes de train et l'amélioration des routes, ont rapidement remplacé leurs voies navigables (BIQUET, 2016).

### 3.1.3 Période hygiénique - les sources d'eau potable

Entre 1832 et 1854, Angers ne disposait plus d'eau potable suffisante pour répondre aux besoins de la population, et les épidémies de choléra et de tuberculose ont frappé la ville (BERTOLDI, 2015). Afin d'améliorer les conditions de vie et de logement, la ville s'est modifiée en suivant les principes hygiéniques qui visaient à la construction de systèmes d'aménagement sanitaire et de drainage pluvial afin de contrôler les inondations et les maladies à véhiculation hydrique par l'évacuation rapide des eaux de pluie et des eaux usées (BAPTISTE, CARDOSO, 2013).

Ainsi, de nombreux ruisseaux et sources d'eau d'Angers ont été déviés vers les réseaux pluviaux et remplacés par un réseau de fontaines, en plus de la construction de bains et de blanchisseries publics (Figure 5) (BERTOLDI, 1991; BERTOLDI, 2000; BERTOLDI, 2008; BERTOLDI, 2010; POINTEREAU, 2016).

Figure 5 - a) Grande fontaine (Grand-Fontaine), construite en 1855 pour l'approvisionnement en eau et actuellement utilisée à des fins ornementales. b) blanchisserie publique construite à la fin du XIXe siècle dans le quartier de Bourg-La-Croix, actuellement désactivée.



Source: Auteur (2021).

### 3.1.4 Révolution industrielle et disparition des canaux et des rivières

Après une grande inondation en 1856, un canal qui détournait une partie du Maine formant l'île de Carmes (canal de Tannerie) a été comblé et remblayé. Des parties de la rive droite ont été remblayées pour créer des places et des quais pavés. Sur la rive gauche, la zone d'inondation a également été remblayée, donnant lieu à de nouveaux quartier portuaires et industriels (Thiers-Boisnet et Luisette), à côté de la gare Saint Serge (CARCAUD et al., 2019).

À la fin du XIXe siècle, la zone urbaine était déjà trois fois plus grande qu'à l'époque médiévale et toutes les rives du Maine étaient englobées par la zone urbaine. À l'époque des soit-disant "rivières industrielles" (FRIOUX, 2010), les cours d'eau urbains des pays dits industrialisés ont été presque systématiquement canalisés et murés pour l'assainissement et la réception des infrastructures routières, ce qui a fait disparaître les rivières du paysage urbain (BERNHARDT; PALMER, 2007; COY, 2013), et donc de l'inconscient collectif.

### 3.1.5 Mise en valeur des cours d'eau par la construction d'espaces verts et la mise en valeur du paysage

En France, l'architecte paysager Édouard André a formulé en 1879 le "Traité général de la composition des parcs et jardins", où il a écrit sur le rôle important de l'eau dans le choix du lieu et de la composition du paysage dans les parcs et jardins (ANDRÉ, 1879).

À la fin du XIXe siècle et au début du XXe siècle, les vallées, naturellement fertilisées par le chargement de matière organique pendant les inondations, ils subissent une déprise agricole et de transport fluvial en raison de la modernisation de l'agriculture irriguée et du développement du transport routier (MONTEMBault, 2004). En même temps, ils ont commencé à attirer l'attention sur la construction d'espaces verts comme les parcs, les jardins, les cimetières et les promenades publiques (MEHDI, 2012; BODÉNaN, 2013).

Dans le cas des rivières d'Angers ont émergé des espaces verts comme le Jardin des Plantes, le Cimetière de l'Est, la Promenade des Fours à Chaux, la Promenade de la Baumette, le quai de la Savatte, le jardin de la Tour des Anglais, le Square Jeanne D'Arc mais aussi, les sites concernés par la loi de 1930<sup>1</sup> sur les prairies de Baumette et Etang Saint Nicolas avec

---

<sup>1</sup> Articles L 341-1 à L 341-22 du code de l'environnement - permet de préserver des espaces du territoire français qui présentent un intérêt général du point de vue scientifique, pittoresque et artistique, historique et légendaire.

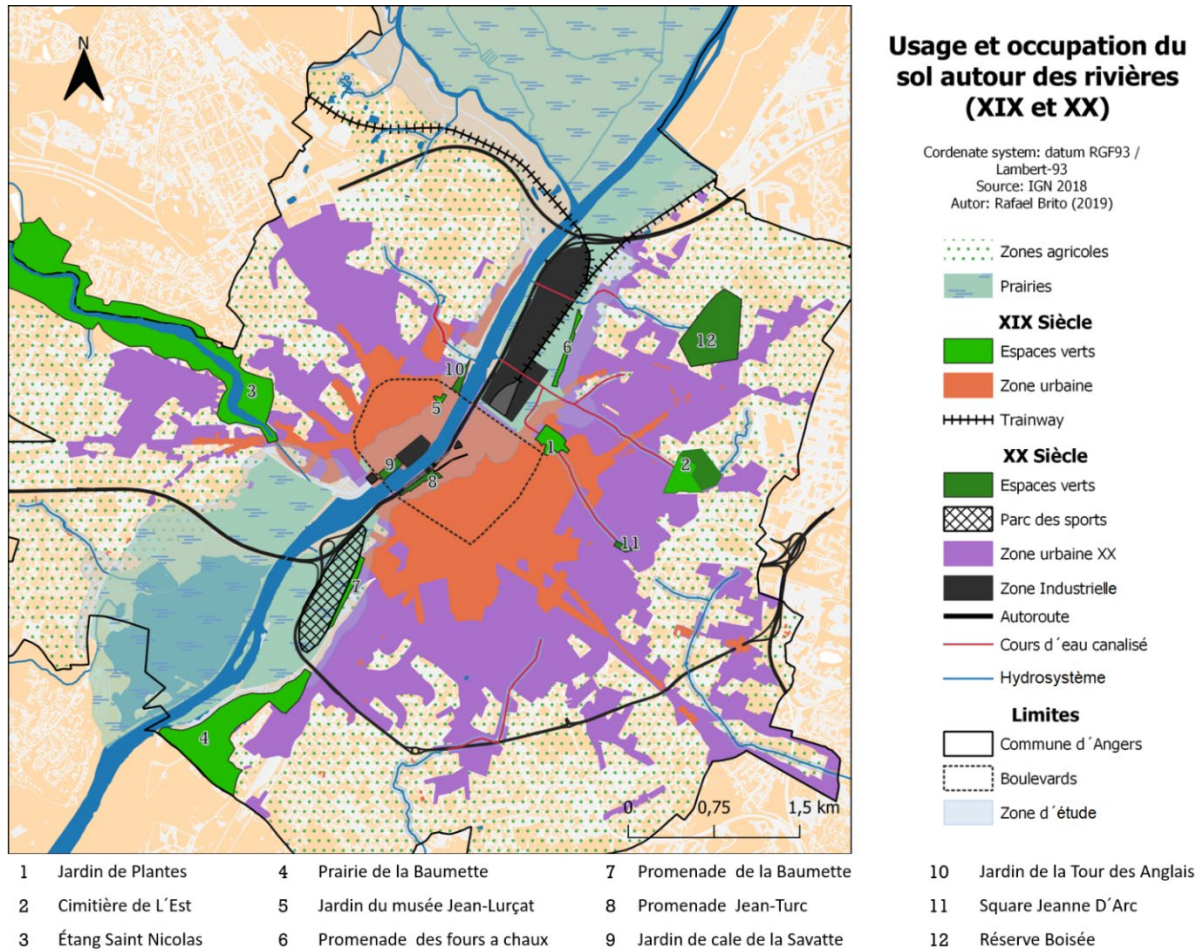
son ensemble de parcs, qui sont actuellement protégés (ALM, 2019). Ce phénomène atteste la patrimonialisation des espaces verts à proximité de la Maine et de ses affluents.

### **3.1.6 Les "Trente Glorieuses" et la nouvelle pression urbaine sur les rivières**

Au cours des trente années qui se sont écoulées entre 1945 et 1975, la France a connu une période de forte activité économique, industrielle, connue sous le nom de "Trente Glorieuse". Des terrains existants sur des zones inondables ont été exploités et des carrières ont été créées pour agrandir de nouveaux quartiers, et la construction de routes reliant le réseau routier au centre-ville, dans une opération appelée "Pénétrante" (Figure 6) (CARCAUD et al., 2019). Le site d'où ont été extraits des granulats dans la vallée de la Maine a donné naissance à un lac qui est ensuite devenu une base de loisirs, aujourd'hui connu sous le nom de Lac Maine (ANGERS, 2020).

Les rivières ont en quelque sorte délimité la croissance urbaine jusqu'au milieu du XIXe siècle. Les avancées technologiques et les principes hygiéniques ont propulsé l'expansion urbaine sur les cours d'eau et les zones inondables, conduisant à la canalisation et au drainage de la Maine et de ses affluents, en même temps que la mise en valeur des vallées pour la mise en place d'espaces verts publics (Figure 6).

Figure 6 - Carte représentative de l'expansion urbaine après la révolution industrielle (XIXe siècle et XXe siècle).



Source: Auteur (2021).

### 3.1.7 Développement durable et recherche de revitalisation des cours d'eau

Toujours à la fin du XXe siècle, poussés par les idées de développement durable, les élus d'Angers ont mis en place une réserve naturelle dans les plaines inondables situées au nord de la ville (MONTEBAULT, 2004). Ils ont également commencé la construction de parcs durables, comme le parc Balzac, pour mieux intégrer la ville, cette zone humide d'intérêt international est connue sous le nom de "Basses Vallées Angevine" (RAMSAR) (DAVODEAU, 2014).

La construction de ces parcs et réserves a été soutenue par la société qui, après la grande inondation de 1995 (inondation de référence par le plus haut niveau d'eau de la Maine jamais enregistré), a reconnu le rôle important des plaines inondables dans le contrôle des inondations (FOURNIER, 2019).



Au XXI<sup>e</sup> siècle, les notions de "vert", "écologie", "nature", "durable" ont commencé à émerger en France, sous forme de couloirs verts, d'éco-district, de parc naturel urbain, de ville durable, entre autres (MEHDI, 2012).

Le renforcement de la législation environnementale Directive-cadre sur l'eau (DCE) en 2000, loi sur les eaux et le milieu aquatique (LEMA) en 2006, et la définition d'une IVB par la Grenelle de l'Environnement en 2009, ont contribué à l'augmentation des opérations de restauration écologique (GERMAINE; BARRAUD, 2013; LESPEZ et al., 2015) et une meilleure prise en compte du fonctionnement naturel des rivières, compte tenu de l'ensemble de leur parcours (LECHNER, 2006).

Aujourd'hui, l'IVB a été incorporée dans le plan d'urbanisme (TVB) et les acteurs publics de la ville d'Angers cherchent à agir localement par la reconquête des rives de leurs rivières et valoriser la nature dans la ville dense, où les espaces publics, notamment les espaces verts, jouent un rôle fondamental dans la perception et l'appropriation des habitants de leur territoire (SCOT, 2016).

Ainsi, la construction des nouveaux quartiers vise à éviter la suppression des zones naturelles et agricoles qui peuvent contribuer à la continuité écologique, par la construction d'IVB multifonctionnelles telles que les parcs et jardins communautaires le long des cours d'eau (Coulée Verte, Parc Demazis, Parc du Vallon) (Figure 7a).

L'agriculture urbaine est une autre pratique multifonctionnelle encouragée dans la ville. Des espaces situés le long des cours d'eau, qu'ils soient publics ou privés, sont mis à la disposition des habitants, gratuitement ou en location, comme moyen de socialisation, d'éducation à l'environnement, de réduction des coûts dans l'alimentation et de sécurité alimentaire (Figure 7b).

Figure 7 - a) Parc linéaire et espace paysager préservé Coulée Verte ; b) Horticulture urbaine

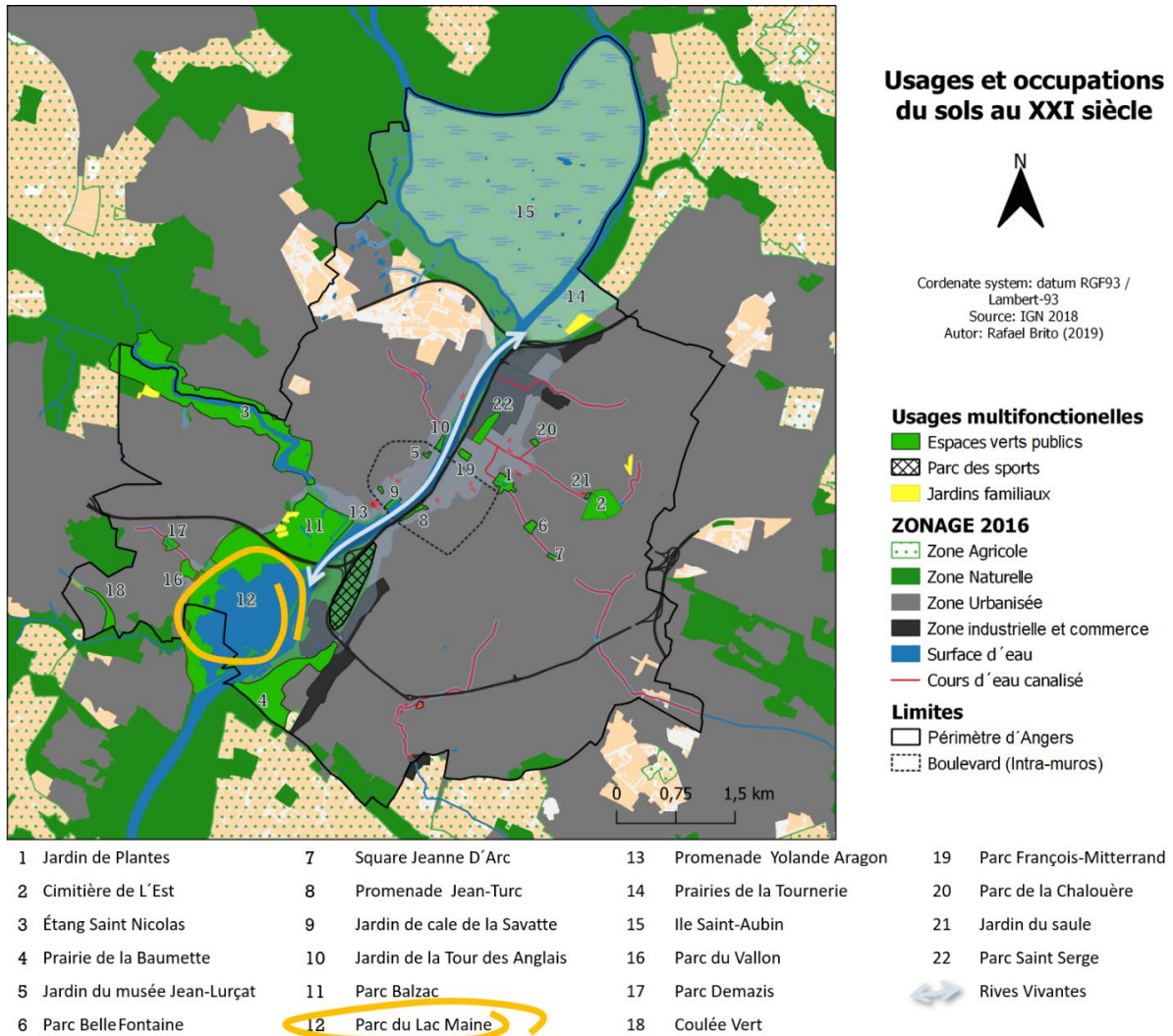


Source : Auteur (2021).

En outre, des projets participatifs de requalification des rivières et des lacs à Angers (projets "Rives vivantes" et "Requalification du Parc du Lac Maine") se basent sur des alternatives multifonctionnelles mettant en évidence le rôle du Maine et de ses rives dans la connexion écologique avec les zones protégées de la vallée de la Loire (UNESCO) et les basses vallées angevine (RAMSAR) (Figure 8) (PLUI, 2020). A noter, la préférence de secteur public pour des usages multifonctionnels dans les projets de revitalisation des rivières urbaines (CENGIZ, 2013; COY, 2013; OLIVEIRA; COSTA, 2018)

Par des processus participatifs (démocratiques), la société est conviée aux processus de gestion du territoire, ce qui peut contribuer à la sensibiliser à l'importance des rivières et à changer d'habitudes pour les réintégrer dans le paysage de la ville.

Figure 8 - Carte représentative des espaces verts autour des rivières d'Angers et nouveaux projets de reconquête de berges.



Source : Auteur (2021).

Dans l'avenir, la Commission européenne adoptera en 2021 un plan d'action pour une pollution zéro de l'eau, de l'air et du sol, afin de relever ces défis interconnectés et de rétablir les fonctions naturelles des eaux souterraines et des eaux de surface. Cet objectif est essentiel pour préserver et restaurer la biodiversité dans les lacs, les rivières, les zones humides et les estuaires, ainsi que pour prévenir et limiter les dommages causés par les inondations (EUROPEIA, 2019).

À cet égard, pour relever les défis liés au changement climatique et aux espaces verts en milieu urbain, le service public d'Angers entend avancer dans le concept de "ville éponge" dans l'idée de stocker, restituer et améliorer l'infiltration des eaux de pluie par l'augmentation de la perméabilité du sol (Figure 9), en fonction des progrès de la législation et la construction de l'IVB (ANGERS, 2019).

Les questions sont d'autant plus importantes que le climat est entrain de changer et que les effets se font déjà sentir dans des villes comme Angers, qui ainsi que d'autres villes européennes ont déjà lancé un plan Climat (Figure 9).

Figure 9 - Nouveau parc Saint Serge adapté pour accueillir les inondations du Maine.



Source: Nathalie Carcaud (2021).

### 3.2 Analyse quantitative de l'utilisation et de l'occupation des sols autour des rivières urbaines (PLUi)

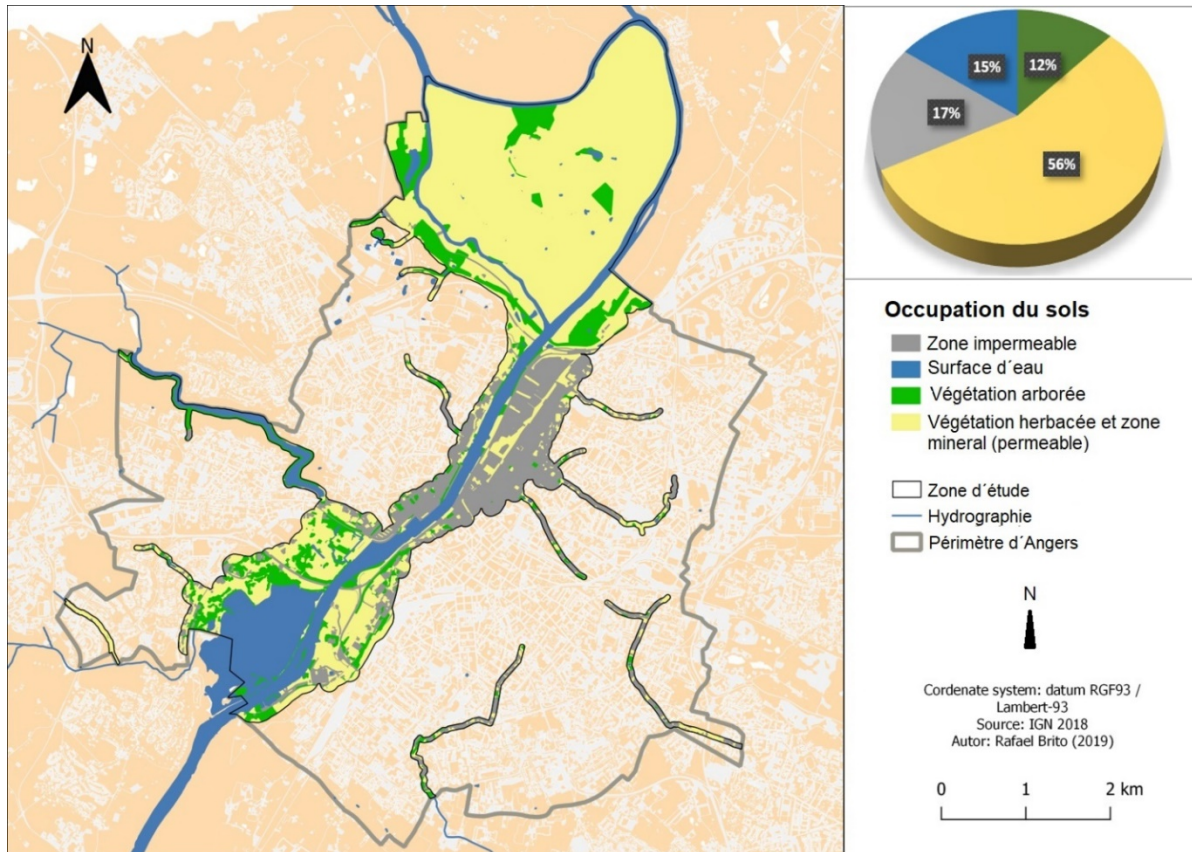
Le plan local d'urbanisme (PLU) a remplacé l'ancien plan d'occupation des sols pour tenir compte des projets de développement durable, parmi lesquels l'IVB, ainsi que d'autres politiques de protection du paysage et de prévention des risques et des inondations (PPRI) (CORMIER et al., 2010).

Dans l'analyse de l'occupation du sol, des 16,26 km<sup>2</sup> de la zone étudiée, 15% sont des surfaces d'eau, 17% sont des zones imperméables, occupées par les bâtiments et l'asphalte, 12% sont occupés par la végétation arborée (espaces boisés), 56% sont des végétation herbacée et autres zones perméables (Figure 10). Dans l'ensemble, Angers possède encore une bonne partie de sol perméable, ce qui peut s'expliquer par la présence des grandes plaines inondables au sud et au nord de la ville. Il est intéressant de noter que même si ces zones sont protégées en raison de leur importance pour la préservation de la biodiversité, elles restent accessibles et disposent d'infrastructures avec un bas impact environnemental, ce qui leur permet d'être caractérisées comme espace vert selon la classification utilisée par Garcia et al (2021).

La concentration de zones imperméables dans la zone centrale et industrielle (Saint Serge) est due à la forte occupation (Figure 10) survenue principalement au milieu des années

1960 (CARCAUD et al., 2019). Le choix de ces domaines pour la mise en œuvre des IVBs a contribué au maintien de ces zones perméables et multifonctionnelles.

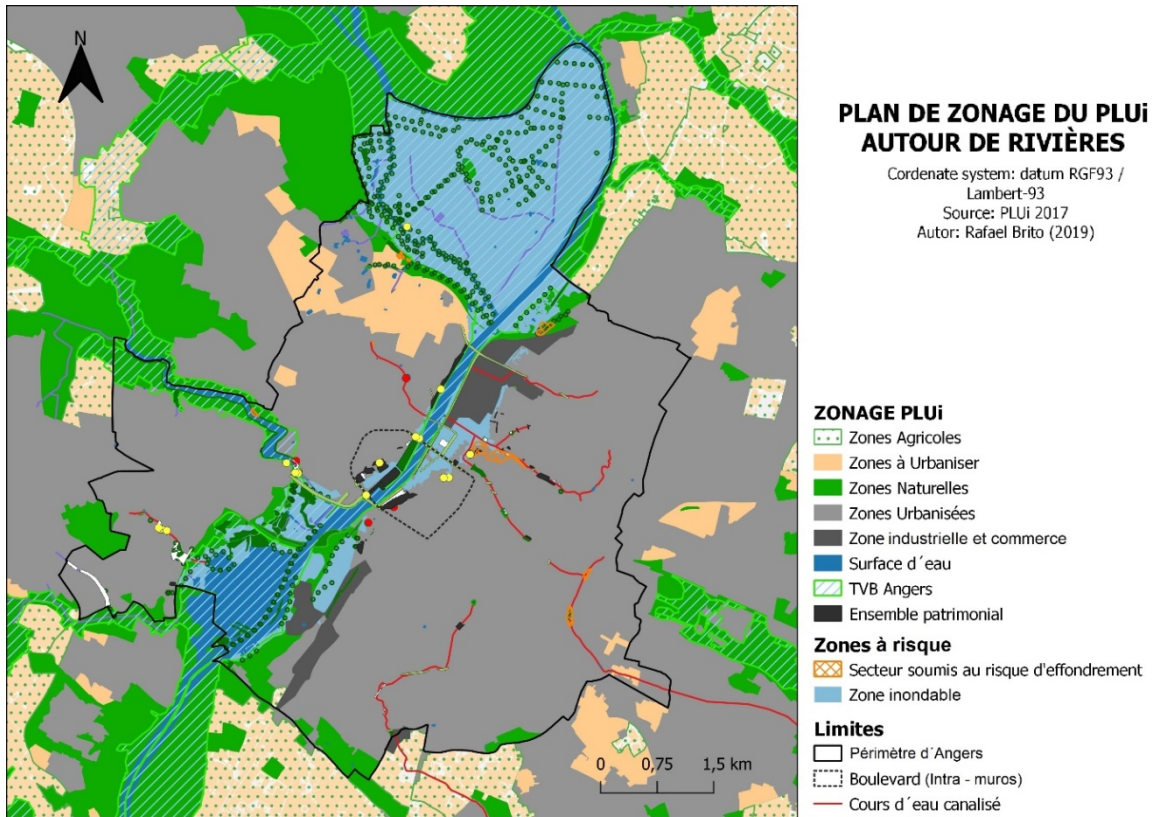
Figure 10 - Carte de l'occupation des sols avec la classification des zones bâties (imperméables) et des zones perméables couvertes ou non de végétation arborée.



Source: Auteur (2021).

Les nouveaux documents d'urbanisme (PLUi) ont considéré la législation en vigueur, en particulier en se concentrant sur l'identification et la préservation du patrimoine végétal du territoire, ainsi que sur la définition d'une IVB (PLUi, 2017). Les composants végétaux prévus par le code de l'urbanisme sont présents dans l'environnement des rivières urbaines et contribuent à la mise en valeur du patrimoine végétal et paysager de ces espaces (Figure 11).

Figure 11 - Carte représentant le plan de zonage du Plui autour des rivières, avec les différents composants végétaux et les zones à risque des rivières.



|  | Composantes Vegetales                            | Dimensions sur Angers<br>(ha/Km/ quantité) | Dimensions autour des<br>rivières<br>(m <sup>2</sup> /km/quantité) |
|--|--|--|--|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #006400;"></span>                     | Les espaces boisés classés                       | 115 ha                                     | 527.943 m <sup>2</sup>   |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #d2691e; border-radius: 50%;"></span> | Les jardins Patrimoniaux                         | 3,5 ha                                     | 6.688m <sup>2</sup>  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></span>                       | Les espaces paysagers à préserver                | 50 ha                                      | 120.810m <sup>2</sup>  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90ee90;"></span>                     | Les axes structurants paysagères                 | 107 ha                                     | 245.297 m <sup>2</sup>   |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008000;"></span>                     | Les présences arborées reconnues                 | 41 ha                                      | 91.991m <sup>2</sup>   |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ffff00;"></span>                     | Les coeurs d'îlots                               | 5 ha                                       | 703m <sup>2</sup>  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; border-radius: 50%;"></span>   | Arbres remarquables                              | 88   | 23   |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; border-radius: 50%;"></span>   | Les haies, ripisylves et alignements<br>d'arbres | 61 km                                      | 45,76 m <sup>2</sup>   |

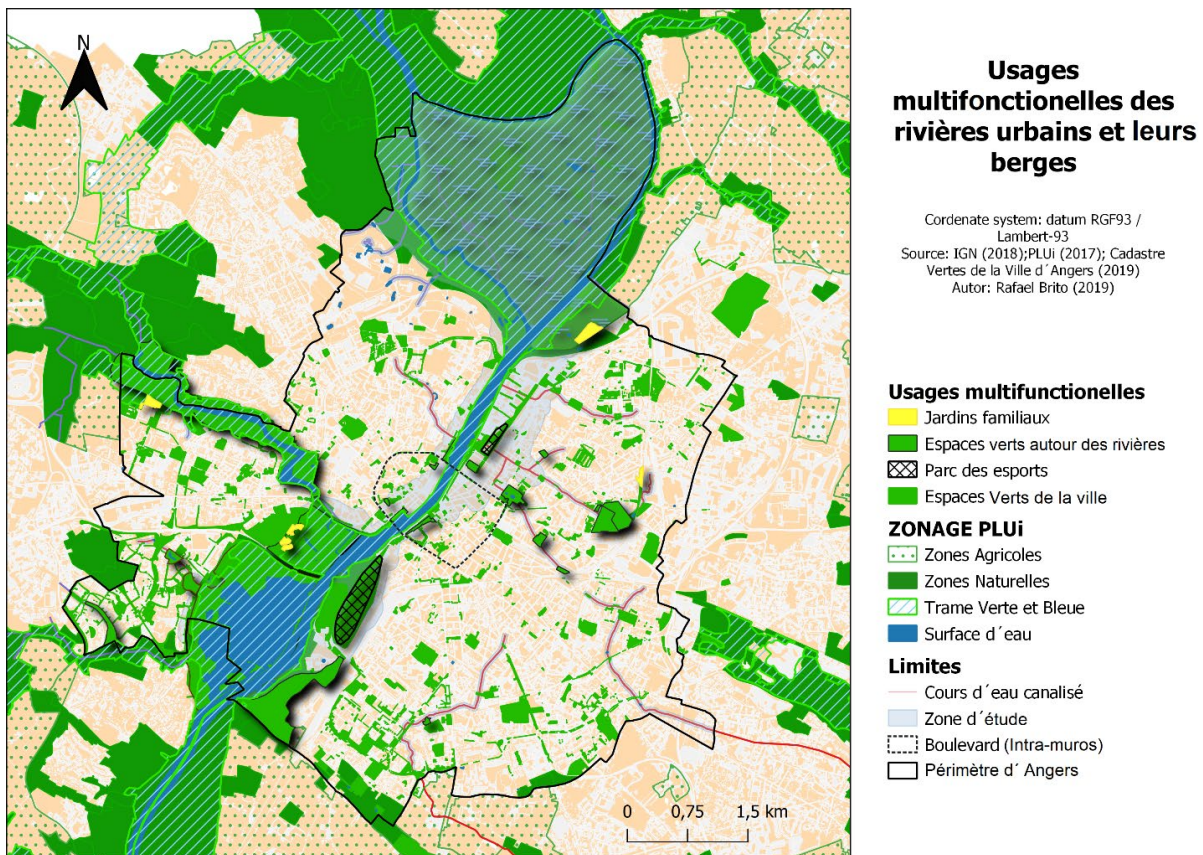
Source: Auteur (2021).

Après la mise en œuvre des PPRI, la mise en place d'espaces verts à l'intérieur des zones non urbanisables fait partie intégrante de l'atténuation des risques urbains (naturels et anthropiques) (LOTFI, 2017).

Angers possède un total de 6,1 km<sup>2</sup> d'espaces verts, ce qui représente un pourcentage d'espaces verts de 14,28%, répartis de manière à ce que tout le monde puisse y accéder à une distance inférieure à 500 m (ANGERS, 2019). Selon Garcia et al (2021) dans des villes telles que Newark (États-Unis), la législation municipale exige un valeur minimum de 7 à 17% de

territoire urbain destinées à des parcs publics, en fonction de critères tels que la densité de population. A Angers, près de la moitié de ces zones (48,95%) se trouvent autour des rivières, se présentant sous diverses formes telles que des réserves écologiques, parcs, jardins, places, parc de sport, cimetières, parterres, rond point, promenades publiques, jardins urbains, etc. (Figure 12).

Figure 12 - Carte représentative des usages multifonctionnels des rivières et de leur berges en composition avec l' IVB.



Source: Auteur (2021).

Angers est considérée par l'Union nationale des entreprises de paysages (UNEP) comme l'une des villes les plus vertes de France, avec 51 m<sup>2</sup> de surface verte / habitant en 2020 (PALMARES, 2020). Indice similaire, 50,2 m<sup>2</sup>/hab, également identifié pour la ville de Newark (États-Unis) (GARCIA et al, 2021). Les deux villes sont bien équipées en espaces verts, avec de grands parcs dans la zone urbaine.

Ainsi, le gouvernement français a proposé de relier les villes et leurs habitants aux zones naturelles et agricoles à travers d'une IVB à leurs différentes échelles (locale, régionale, nationale et continentale). La difficulté dans la mise en place d'une IVB dans les villes

françaises réside dans la reconnaissance, encore récente, des services écosystémiques dans les projets d'urbanisme qui ont des difficultés à trouver une cohérence entre des données quantitatives (espaces végétalisés, population, stockage de carbone, etc.) et des données qualitatives (perception, représentation, opinion, etc) (LOTFI, 2017).

### **3.3 Analyse quali-quantitative – questionnaire directif et entretiens semi-directifs**

"La société perçoit son environnement en fonction des changements qu'ils font, et ils changent en fonction de la perception qu'ils ont " (BERQUE, 1994:17).

#### **3.3.1 Questionnaires directifs**

D'après les répondants, au total 433, 24% étaient des hommes et 75% des femmes et 1% préférerait ne pas s'identifier. Les personnes interrogées ont entre 18 et plus de 75 ans, dont 30,7% de jeunes entre 18 et 25 ans. Les adultes âgés de 26 à 60 ans représentent 60% et les personnes âgées de plus de 61 ans 9,2% et seulement 2% d'entre eux ont dépassé 75 ans.

Parmi les personnes interrogées, 57% résidaient à Angers et 43% résidaient dans des villes voisines, dans la région métropolitaine d'Angers. Si l'on considère les habitants d'Angers, 80% des personnes interrogées vivent dans des quartiers voisins de la Maine. Le revenu moyen des répondants se situe entre moins d'un salaire minimum (SMIC) et 3000 euros, ce qui correspond à des classes populaires et moyennes en France, et 87% de l'échantillon total.

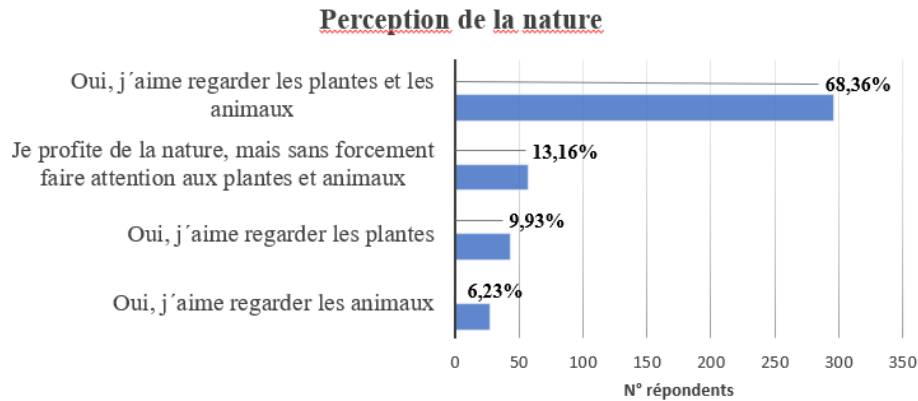
Avec la croissance de la population urbaine, il est important de trouver un moyen de gérer les espaces verts de manière à permettre une meilleure coexistence sociale et avec la nature dans les centres urbains.

Les 5 sites les plus cités par les répondants comme préférés pour profiter de la nature et se reposer étaient le Parc du Lac Maine (48,50%), le Parc Saint Nicolas (47,11%), le Parc Balzac (43,88%), l'Île Saint-Aubin (34,41%) et le Jardin des Plantes (33,26%). Tous sont situés à proximité ou au contact de la Maine ou d'un affluent. Les moins cités n'ont aucun lien avec les rivières, étant situés dans des quartiers non limitrophes de la Maine ou à des endroits éloignés de celui-ci. En marchant dans ces endroits, 68,4% disent faire attention aux animaux et aux plantes et 13,16% profitent de la nature, mais sans nécessairement faire attention aux plantes et aux animaux (Figure 13). Des auteurs comme Salgado et al. (2016) et



Giannakis et al. (2016) indiquent que l'expérience dans la nature est un motif puissant qui pousse les gens à fréquenter les zones vertes.

Figure 13 - Perception de la nature par les répondants dans les lieux qu'ils fréquentent.



Source: Auteur (2021).

Selon les répondants, qui devaient identifier les 3 environnements les plus agréables parmi les images de A) lieu boisé, B) Lac avec végétation dans les environs, C) Rivière et sa plaine inondable, D) Promenade boisée, E) Promenade avec bancs et jardins dans les environs, près de la voie de circulation et F) Une fontaine dans un espace arboré. La plus grande fréquence a été indiquée pour l'image B qui présentait le lac avec végétation dans les environs (92,14%), suivi par l'image A de lieu boisé et paysagé (86,6%). Au contraire, l'image présentant une promenade avec bancs et jardins dans les environs (E), près de la voie de circulation a été la moins sélectionnée (19,63%).

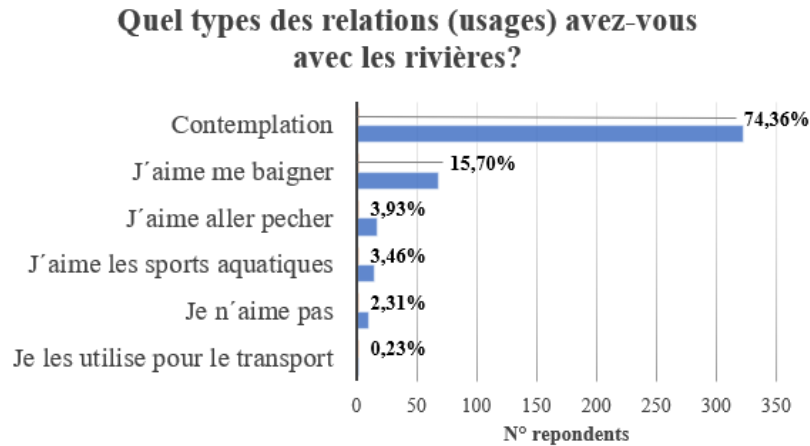
Deux des options préférées par les répondants ont montré l'eau sous la forme naturelle dans le paysage (Lac, Rivières), ce qui indique l'importance que les gens donnent à l'élément "eau" comme composant d'espaces verts, 90,53% ont confirmé cette importance. Les auteurs Chen et al. (2020) et Zhang et al (2021) démontrent également l'importance de l'élément "eau" dans l'attractivité des espaces verts et leur contribution à la santé humaine.

Lorsqu'on leur a demandé quels rivières et ruisseaux d'Angers ils connaissaient le mieux, la plupart des réponses ont été apportées à la Maine (82,22%), à la Mayenne (36,49%) et à la Sarthe (33,72%) qui sont les plus importants en volume d'eau, suivis par les ruisseaux des Jardins de Plantes (24,96%) et le Brionneau (15,70%) qui sont plus petits.

La principale relation (usages) établie entre les répondants et les rivières et leurs berges dans la ville est la contemplation (74,36% des répondants) (Figure 14). Parmi les

répondants qui ont dit qu'ils n'aimaient pas les rivières, 7% ont justifié leur choix en raison de la mauvaise qualité de l'eau, et 3% n'aiment tout simplement pas ces ambiances.

Figure 14 - Usages les plus courants des rivières d'Angers.

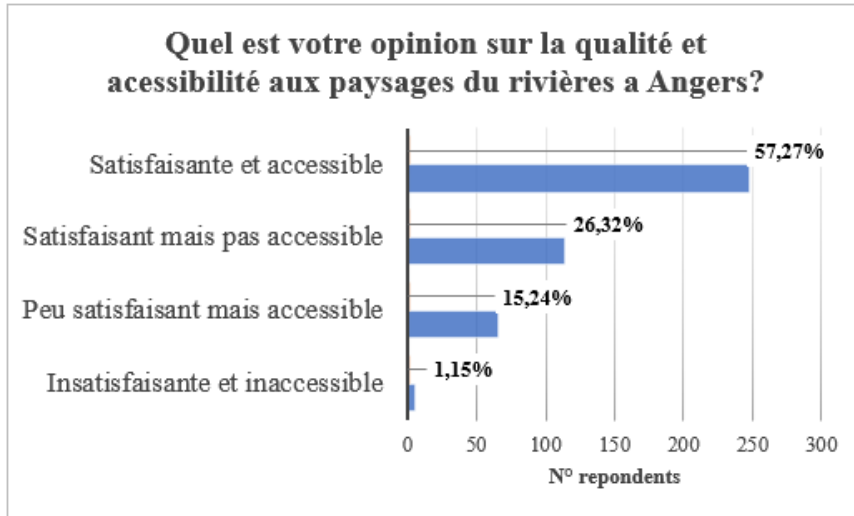


Source: Auteur (2021)

Il est utile d'associer l'information selon laquelle les personnes vivant à proximité des zones multifonctionnelles utilisent les espaces verts le plus souvent (SOGA, 2015). Ainsi, la mise en place de IVBs au bords des rivières a contribué à mieux intégrer le paysage des rivières à la ville d'Angers.

Pour que cette intégration ait lieu, il est également nécessaire de faire attention à la qualité et l'accessibilité (infrastructure appropriée) de ces espaces. Considérant la qualité et l'accessibilité des paysages autour des rivières d'Angers, 57,27 % des répondants estiment qu'elle est satisfaisante et accessible, 26,32 % qu'elle est de qualité satisfaisante, mais qu'elle est difficilement accessible, 15,24 % réproouvent la qualité, mais les considèrent accessibles, et seulement 1,15% la considèrent de qualité insatisfaisante et inaccessible (Figure 15). En ce sens, la ville d'Angers a investi dans l'amélioration de la qualité et de l'accessibilité des rivières de la ville dans un programme de reconquête des rives tel que présenté précédemment.

Figure 15 - Qualité et accessibilité des rivières d'Angers selon les répondants.

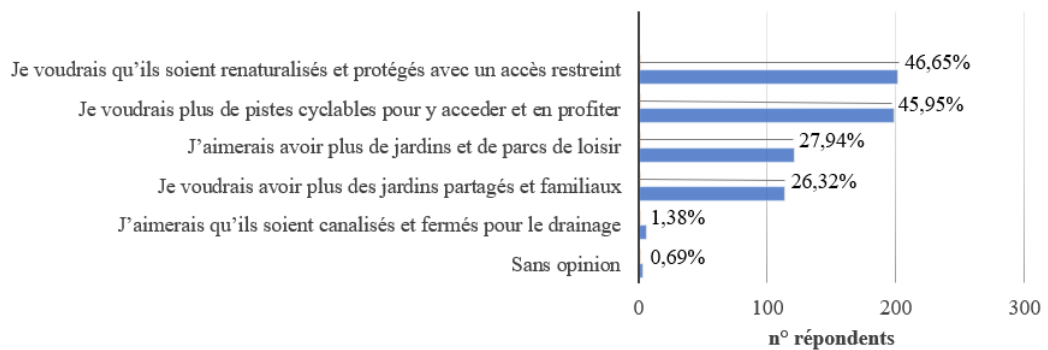


Source: Auteur (2021).

Si ces personnes pouvaient participer à la gestion des espaces autour des rivières, il a été suggéré de revitaliser et de protéger avec un accès restreint pour 46,65% des répondants, suivi par la suggestion de construire des pistes cyclables pour y accéder et mieux les exploiter (45,95%). Selon les auteurs Barré et Besnard (2017), jusqu'en 2019 Angers comptait 215 km de pistes cyclables sur son territoire municipal (ANGERS, 2019), c'est la ville de la région où les gens utilisent le plus souvent le vélo pour aller travailler. Pour les répondants, l'action la moins indiquée était celle de la fermeture et de la canalisation des rivières (1,38%) (Figure 16).

Figure 16 - Graphique représentatif de ce que les gens voudraient construire autour des rivières d'Angers.

**Si vous pouviez participer à l'aménagements des ruisseaux de la ville et ses alentours que choisiriez-vous?**



Source: Auteur (2021).

Les zones situées le long des cours d'eau ont été utilisées pour encourager l'agriculture en construisant des jardins partagés et familiaux (ANGERS, 2019). En analysant le profil des répondants, compte tenu de leur contact avec la campagne ou l'agriculture, on voit que 90% ont déjà habité ou ont eu un contact étroit avec la vie rurale par rapport à 10% qui n'ont pas ou ont peu eu cette expérience. En outre, 59,35 % possèdent un jardin, contre 40,65 % qui n'en possèdent pas. Pour ceux qui n'ont pas de jardin, les justifications étaient principalement un manque d'espace (26,79%), un manque d'argent (7,39%), de temps (2,77%), même si 69,82% d'entre eux aiment les plantes et les animaux.

De même, lorsqu'on leur demande s'ils connaissent des jardins partagés et familiaux à Angers, 43,19 % affirment connaître et 56,81 % ne connaissent pas. En ce sens, des associations liées à la promotion de l'agriculture urbaine comme la Maison d' Agriculture Urbaine (MAU) réalisent des rencontres annuelles entre producteurs et citoyens afin de les faire mieux connaître et pratiquer l'agriculture en ville. On peut établir un lien entre ces résultats et ce que les gens voudraient qu'il soit construit autour des rivières urbaines s'ils pouvaient participer à la gestion de celles-ci, où 25,86% des répondants ont choisi de construire des jardins familiaux et partagés.

Pour comprendre les habitudes des répondants, les endroits préférés pour acheter des fruits et légumes sont les marchés (44,8%), ce qui valorise le produit local et le contact avec les producteurs (on peut y lire des prémisses de l'agriculture urbaine), suivies par les supermarchés (32,3%). Pourtant, pour insister sur la préférence pour des produits locaux, 84,76% achèteraient des produits locaux produits à proximité de leurs résidences et 25,4% n'achèteraient pas. Le reste (7, 6%) n'a pas su donner son avis.

### **3.3.2 Entretiens semi-directifs**

Afin d'identifier la perception des acteurs clés du territoire concernant les IVB à Angers, des entretiens ont eu lieu avec des représentants d'associations de la société civile comme la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) (Représentant 1) des représentants du secteur privé représentant de la Chambre du Commerce et Industrie (CCI) (Représentant 2) et des représentants du secteur public, y compris le chef de service de la Direction des Parcs et Jardins (Représentant 3) et une élue chargée de la transition écologique et des déplacements (Représentant 4). Il est entendu que l'intégration des rivières à la ville dépend de facteurs tels que l'économie, les formes de communication et de transport, les projets d'expansion urbaine, les politiques publiques ainsi que le comportement des habitants (COY, 2013).

En ce qui concerne le comportement des personnes, la représentante de la LPO affirme que l'une des principales difficultés est de modifier la perception de la IVB par les personnes :

il y a la pression humaine qui fait que tous les coins sont colonisés et occupés par eux [...] ne supportent pas l'idée de laisser un espace évoluer naturellement, ils verront et penseront qu'il est sale et mal entretenu (Représentant 1)

De même, l'acteur public représentant la direction des parcs et jardins d'Angers exprime combien il est difficile de sensibiliser les gens à l'importance de l'IVB, cependant, la société semble valoriser les espaces verts selon 90,53% des répondants aux questionnaires.

[...] la difficulté est de montrer que, étant dans une zone inondable, par exemple, l'intérêt de ce terrain à la construction d'une IVB est plus important que l'intérêt à construire logement, commerce ou industrie (Représentant 3).

En outre, selon les autres acteurs mentionnés ci-dessus, la chargée de la transition écologique et déplacements de la commune souligne la difficulté de passer de la théorie à la pratique en raison de la nécessité de changer l'habitude de la population par rapport à l'environnement :

[...] le plus difficile est de passer de bonnes intentions à de bonnes pratiques, car la société doit changer d'habitude, ce qui est parfois plus difficile que de changer la législation (Représentant 4).

Selon le représentant de la CCI, l'un des éléments qui incite les entreprises à avancer dans leurs stratégies concernant la protection des ressources naturelles telles que l'eau est le comportement et la demande de la population.

Et cela est prouvé par le fait que, malgré la conscience environnementale élevée de certaines sociétés, la plupart ne se voient pas comme partie intégrante de l'environnement, ne reliant pas leur vie quotidienne et leurs attitudes aux questions environnementales (MILANEZ, 2009)

Les pouvoirs publics de plusieurs villes ont déjà réalisé le potentiel des zones environnantes pour la réalisation de grandes œuvres d'intérêt commun comme IVBs, afin d'améliorer l'image de la ville et par conséquent son attirés par des investissements de haute qualité (COY, 2013; LOTFI, 2017). En outre, ces zones ont été reconnues comme importantes non seulement en raison de leur richesse biologique, qui contribue à la bonne connexion entre

les espaces verts, mais aussi en raison de leur capacité à contribuer à la réduction des risques liés au changement climatique (SEPE, 2008)

Selon le représentant de la Direction des Parcs et Jardins, Angers est dans une zone privilégiée en termes d'IVB et de connectivité écologique en raison de ses particularités géographiques, qui comptent 2 axes majeurs avec un axe E/W allant du Parc des Ardoisières à l'Étang Saint Nicolas et un axe N/S reliant l'île Saint Aubin à la vallée de la Loire à travers le parc du lac Maine et le rivière de la Maine.

Selon la responsable de la transition écologique, en France, outre la compétence de l'État et de la région, environ 30 à 40 % des actions liées à la mise en place d'une IVB relèvent de la responsabilité des villes. Il est donc important qu'il y ait une sensibilité politique à la question dans les gouvernements locaux, déclare le directeur de la Chambre du Commerce et Industrie :

En termes de politique nationale, les lois et règlements sont les mêmes, mais la sensibilité politique des gouvernements locaux est qu'ils ne sont pas au même niveau, certains ont une logique d'imperméabiliser et de concentrer les villes au détriment de la nature, tandis que d'autres seront plus sensibles à la construction d'espaces verts et à la réduction de la densité des habitations (Représentant 2).

Selon le représentant de la direction des parcs et des jardins d'Angers, les moyens les plus efficaces pour la mise en œuvre d'une IVB sont les documents d'urbanisme, la sensibilisation et la volonté politique, ce que démontrent également les auteurs Cormier et al, (2010). Selon le représentant de la CCI, outre la législation et la sensibilité politique, la sensibilisation des acteurs économiques est également importante :

[...]Au cours des 10 dernières années, la priorité a été donnée au développement économique et peut-être un peu moins environnemental. Nous sentons qu'après quelques années il y a une sensibilisation environnementale qui se fait un peu pour la législation et les contrats, mais je pense aussi, qu'avec une prise de conscience de la part des chefs d'entreprise pour trouver un équilibre[...]Nous sommes en retard dans la Région des Pays de la Loire sur la question de la gestion des ressources en eau, qui sont fortement polluées, nous avons des conflits d'usage agricole, économique, humain et population, et on sent effectivement, que depuis 2 ou 3 ans, les questions de ressources en eau et les sécheresses répétées sont une grande question (Représentant 2).

Cette sensibilisation des acteurs angevins a déjà montré ses effets à travers des projets comme "Rives vivantes" et "Requalification du Lac du Maine". Cependant, les acteurs

économiques reconnaissent qu'il reste encore beaucoup à faire en ce qui concerne les ressources en eau.

Interrogé sur ce que les entreprises ont fait concernant les politiques environnementales et l'amélioration de la qualité des rivières d'Angers, le représentant de la CCI indique qu'il y a plus de 20 ans, l'intégration des politiques environnementales au sein des activités industrielles et commerciales d'Angers a été suivie, mais ils ont un peu négligé la question de la ressource en eau, qu'ils s'efforcent d'examiner de plus près désormais.

Au cours des deux ou trois dernières années, la Chambre du Commerce et Industrie a travaillé sur la gestion des ressources en eau, cherchant à accompagner les entreprises dans la mise en œuvre de solutions durables telles que l'utilisation des énergies renouvelables, tout ce qui implique une économie circulaire, en limitant les déchets et en les réutilisant à d'autres fins, ainsi que dans la gestion des ressources en eau, en réduisant la consommation et le rejet d'eaux de meilleure qualité, etc. (Représentant 2).

En outre, il existe en France la politique de responsabilité sociale des entreprises (RSE), proposée par la commission européenne, qui attire l'attention sur la "responsabilité des entreprises face aux effets qu'elle exerce sur la société" et a transformé le comportement des entreprises en faveur du développement durable.

Bien que la sensibilité à la question des rivières et de leur environnement ait atteint les différentes sphères de la société, selon les représentants de la CCI et de la transition écologique et déplacements, il existe encore des groupes de lobbyistes qui ont des intérêts contraires à ceux proposés par l'IVB.

Bien que le sens de l'urgence des solutions soit large, la société cherche toujours une manière durable d'agir, et ces défis doivent être relevés par un écosystème diversifié d'acteurs privés, universités, société civile et politique (BACCARNE et al, 2016).

En analysant les questionnaires et les entretiens, on constate que la société angevine s'achemine vers une prise de conscience générale sur les services écosystémiques rendus par les rivières et leur environnement dans la ville. En dépit des conflits d'usage et des intérêts qui subsistent, les acteurs publics et privés se sont sensibilisés à la question des rivières urbaines et ont cherché des alternatives qui contribuent à leur réintégration dans le paysage urbain, compte tenu des préoccupations de la population, qui, par le biais de processus participatifs et démocratiques, participent également aux décisions.

## 4 CONCLUSION

L'analyse géo-historique a permis de constater que le paysage des rivières d'Angers a changé selon leurs fonctions au cours du temps, la période industrielle étant, marquée par la canalisation massive des rivières et ruisseaux urbains due à la valorisation de leurs fonctions économiques au détriment de leurs fonctions naturelles et sociales.

Le retour des fonctions naturelles et sociales des cours d'eau est rendu possible par des politiques de développement durable, qui ont intégré la notion d'infrastructure verte et bleue dans le plan local d'urbanisme et ont trouvé dans la conception d'espaces verts, une possibilité d'équilibre entre leurs fonctions tendant à la multifonctionnalité. Cela a été rendu possible par la reconnaissance, dans les documents d'urbanisme, du paysage des rivières comme patrimoine par l'identification de composants végétaux, qui avec les ensembles architecturaux composent ces paysages.

Les acteurs publics d'Angers qui ont été interrogés ont présenté leur reconnaissance et leur sensibilité quant au rôle des rivières et de leur environnement dans la connectivité écologique et le contrôle des inondations. Les acteurs privés ont cherché des alternatives plus durables comme l'économie circulaire, qui peuvent contribuer à l'amélioration de la qualité des rivières et donc de la qualité de vie des habitants.

Dans l'ensemble, l'opinion des habitants est favorable à la mise en valeur des rivières dans le paysage urbain d'Angers. Ils soutiennent et aspirent à des solutions multifonctionnelles telles que les infrastructures vertes et bleues, mais ils reconnaissent que la qualité de l'eau doit encore être améliorée.

L'eau étant fondamentale à la vie, la bonne qualité des rivières est indispensable pour avoir un développement économique avec une qualité de vie, que ce soit à la campagne ou en ville. Les rivières et leurs vallées sont sensibles aux effets du changement climatique, et sont envisagées dans la gestion du territoire urbain d'Angers, qui à travers des processus participatifs et transdisciplinaires (démocratiques) sensibilisent la société dans son ensemble à l'importance de leur rôle multifonctionnel en les réintégrant dans le paysage urbain et en contribuant à la qualité de vie des habitants.



## RÉFÉRENCES

AAKER, D.A.; KUMAR, V.; DAY, G.S. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Atlas, 2001.

ALM - ANGERS LOIRE METROPOLE Communauté Urbaine 2019. Disponible em: <http://www.angersloiremetropole.fr/un-territoire-en-mouvement/urbanisme/site-patrimonial-remarquable/index.html> Acesso: 19 de jun 2019

ANDRÉ, E. F. **L'art des jardins: traité général de la composition des parcs et jardins**. Ed. Jeanne Laffitte, 1879.

ANGERS - SCHÉMA DIRECTEUR DES PAYSAGES ANGEVINS. Disponible em: <http://www.angers.fr/l-action-municipale/transition-ecologique-et-developpement-durable/schema-directeur-des-paysages/index.html> Acesso em: 20 out 2019

ANGERS - PLAN VÉLO ANGERS 2019-2025. Disponible em: [https://www.angers.fr/uploads/tx\\_pdfbox/plan\\_velo.pdf](https://www.angers.fr/uploads/tx_pdfbox/plan_velo.pdf) Acesso em: 20 jun 2021

BACCARNE, B. et al. Governing quintuple helix innovation: urban living labs and socio-ecological entrepreneurship. **Technology Innovation Management Review**, v. 6, n. 3, p. 22-30, 2016.

BAPTISTA, M. B.; CARDOSO, A. S.. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 20, n. 2, p. 124-153, 2013.

BARRÉ, M.; BESNARD, S. Aller au travail à vélo: une pratique assez bien ancrée dans les grandes villes de la région. **INSEE Flash Pays de la Loire**, n° 63, Janvier 2017.

BERNHARDT, E.S.; PALMER, M. A. Restoring streams in an urbanizing world. **Freshwater biology**, v. 52, n. 4, p. 738-751, 2007.

BERQUE, A.. **Cinq propositions pour une théorie du paysage**. Editions Champ Vallon, 1994.

BERTOLDI, S. De l'Eau et une fontaine pour Angers. Archives d'Angers. **Vivre à Angers** n°142, janvier 1991

BERTOLDI, S. Les lavoirs municipaux. Archives d'Angers. **Vivre à angers** n° 232, janvier 2000

BERTOLDI, S. L'eau ferrugineuse... oui ! Archives d'Angers. **Vivre à Angers** n° 320, février-mars 2008

BERTOLDI, S. Le premier établissement de bains chauds. Archives d'Angers. **Vivre à angers** n° 348, décembre 2010

BERTOLDI, S. Le premier réseau d'eau potable. Archives d'Angers. **Vivre à Angers** n° 391, juin 2015

BIQUET, O. **Angers Formation de la ville, Evolution de l'habitat**. Nantes: 303 Editions Revue, 2016, 528 p.

BLANCHET, A.; GOTMAN, A. **L'enquête et ses méthodes : l'entretien**. Paris: Nathan, 1992, 125 p.

BODÉLAN, P. Le jardin: une clé de lecture du végétal en milieu urbain. **Projets de paysage. Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace**, n. 9, 2013.

BONIN, S. Fleuves en ville: enjeux écologiques et projets urbains. **Strates. Matériaux pour la recherche en sciences sociales**, n. 13, 2007.

CARCAUD, N.; ARNAUD-FASSETTA, G.; ÉVAIN, C.; **Villes et rivières de France**. Paris: CNR Editions, 2019. 293. p. 24-33

CARDOSO, J. L.; QUINTELA, A. C.; MASCARENHAS, J. M. Os romanos e a água. **Portugal romano: a exploração dos recursos naturais**, p. 17-29, 1997.

CENGIZ, B. Urban river landscapes. *In: Advances in landscape architecture*. IntechOpen, 2013.

CHEN, C. et al. Impact of perception of green space for health promotion on willingness to use parks and actual use among young urban residents. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 15, p. 5560, 2020.

CLERGEAU, P. Services écologiques et Trame Verte Urbaine. Note de recherche. **Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement**, n. Hors-série 12, 2012.

CLERGEAU, P.; BLANC, N. **Trames vertes urbaines**. De la recherche scientifique au projet urbain. Éditions du Moniteur, 2013.

CORMIER, L.; DE LAJARTRE, A. B.; CARCAUD, N. La planification des trames vertes, du global au local: réalités et limites. **Cybergeog: European Journal of Geography, Aménagement, Urbanisme**. 504, p. 1-33, 2010. Disponível em: <http://cybergeog.revues.org/index23187.html> Acesso em: 19 set. 2019

COY, M. A interação rio-cidade e a revitalização urbana: experiências europeias e perspectivas para a América Latina. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 18, 2013.

COUTTS, C.; HAHN, M. G. Infrastructure, Ecosystem Services, and Human Health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, n. 12, v. 8, 2015.

DAVODEAU, H. Le parc de Balzac à Angers: donner formes au développement durable. **Banc Public**, v. 12, 2014.

DERMODY, B. J. et al. A virtual water network of the Roman world. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 18, n. 12, p. 5025-5040, 2014.

- MENEZES, P. M. L.; FERNANDES, M.C. **Roteiro de cartografia**. Oficina de Textos, 2016.
- ESNAUT, A.; Angers, Musée des Beaux-Arts Ce guide propose un riche et vaste panorama des arts en Europe du Moyen Âge au 21e siècle et fait découvrir ou redécouvrir les œuvres du musée des Beaux-Arts] / Anne Esnault, Conservateur chef du Musées d'Angers, 2016 - 128 p.
- EUROPEIA, Comissão. Pacto Ecológico Europeu. **Comissão Eur**, 2019
- FLAMINIO, S.; COTTET, M.; LAY, Y.-F Le. A la recherche de l'Yzeron perdu: quelle place pour le paysage dans la restauration des rivières urbaines?. **Norois. Environnement, aménagement, société**, n. 237, p. 65-79, 2015.
- FOURNIER, M. Flood Governance in France: From Hegemony to Diversity in the French Flood-Risk Management Actors' Network. **Facing Hydrometeorological Extreme Events: A Governance Issue**, p. 125-139, 2019.
- FRIOUX, S. Fléau, ressource, exutoire: visions et usages des rivières urbaines (XVIIIe-XXIe s.). **Géocarrefour**, v. 85, n. 3, p. 188-192, 2010.
- GARCIA, C. S. G. et al. Distribuição das áreas verdes públicas: análise comparativa entre cidades em diferentes países. **Ornamental Horticulture**, v. 27, n. 1, p. 8-19, 2021.
- GERMAINE, M.-A.; BARRAUD, R. Restauration écologique et processus de patrimonialisation des rivières dans l'Ouest de la France. **Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement**, n. Hors-série 16, 2013.
- GIANNAKIS, E. et al. Linear parks along urban rivers: Perceptions of thermal comfort and climate change adaptation in Cyprus. **Sustainability**, v. 8, n. 10, p. 1023, 2016.
- GIEC - GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'EVOLUTION DU CLIMAT. "Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (2013) 1535 pp.
- HANSEN, R.; PAULEIT, S. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. **Ambio**, v. 43, n. 4, p. 516-529, 2014.
- HOEGH-GULDBERG, O. et al. The human imperative of stabilizing global climate change at 1.5 C. **Science**, v. 365, n. 6459, 2019.
- HOYUELA JAYO, J. A. A paisagem como instrumento para um planeamento sustentável: uma visão dialética entre Europa e o Brasil. *In*. OLIVEIRA M.L, CUSTÓDIO M.M, LIMA C.C (org.), **Direito e paisagem: a afirmação de um direito fundamental individual e difuso**. Belo Horizonte: Editora D'Plácido, 2017.

IAU îdF. Institut d'Aménagement et d'Urbanisme – Île de France. La multifonctionnalité des trames verte et bleue en zones urbaines et périurbaines. Synthèse bibliographique / décembre 2011.

IG - INSTRUCTION DU GOUVERNEMENT. Relative à la cartographie et l'identification des cours d'eau et à leur entretien. 2015. Disponible en: [legifrance.gouv.fr/download/pdf/circ?id=39701](http://legifrance.gouv.fr/download/pdf/circ?id=39701) Acesso em: 23 fev 2019

INSEE - INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ÉTUDES ÉCONOMIQUES - Séries historiques du RP, exploitation principale - 2020. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5001880?geo=COM-49007> Acesso em : 24 jan 2021

KIM, G.; COSEO, P. Urban park systems to support sustainability: the role of urban park systems in hot arid urban climates. **Forests**, v. 9, n. 7, p. 439, 2018.

LAMOND, J.; EVERETT, G. Sustainable Blue-Green Infrastructure: A social practice approach to understanding community preferences and stewardship. **Landscape and Urban Planning**, v. 191, p. 103639, 2019.

LAUGIER, R. Trame verte et bleue, Synthèse documentaire établie par Robert Laugier pour le compte du Centre de Ressources Documentaires Aménagement Logement Nature (CRDALN), 2010. Disponible : <http://www.paysagistes-conseils.org/sites/apce/files/contenus/tramevertebleue.pdf> AccesS: 10 out 2020

LECHNER, G. **Le fleuve dans la ville: la valorisation des berges en milieu urbain**. Direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction, 2006.

LESPEZ, L. et al.. The anthropogenic nature of present-day low energy rivers in western France and implications for current restoration projects. **Geomorphology**, v. 251, p. 64-76, 2015.

LOTFI, M. et al. Les services écosystémiques urbains, vers une multifonctionnalité des espaces verts publics: revue de littérature. **Environnement Urbain/Urban Environment**, n. v. 11, 2017.

MARTINS, G.A.; THEÓFILO, C.R. **Metodologia da investigação científica para Ciências Sociais Aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2009.

MBALLO, S. et al. Impact of well-watered trees on the microclimate inside a canyon street scale model in outdoor environment. **Urban Climate**, v. 37, p. 100844, 2021.

MCDONALD, R. I. Ecosystem service demand and supply along the urban-to-rural gradient. **Journal of conservation planning**, v. 5, n. 5, p. 1-14, 2009.

MEHDI, L. et al. Évolution de la place du végétal dans la ville, de l'espace vert à la trame verte. **VertigO: la revue électronique en sciences de l'environnement**, v. 12, n. 2, 2012.

MILANEZ, B. **Modernização ecológica no Brasil: limites e perspectivas.** Desenvolvimento e meio ambiente, v. 20, p. 12387, 2009.

MOK, H.-F. et al. Strawberry fields forever? Urban agriculture in developed countries: a review. **Agronomy for sustainable development**, v. 34, n. 1, p. 21-43, 2014.

MONDRAGÓN-MONROY, R.; HONEY-ROSÉS, J. Urban River Restoration and Planning in Latin America: A systematic review. Vancouver: University of British Columbia. 2016.

MONTEBAULT, David. L'histoire comparée du Val d'Authion et de la Loire armoricaine en Anjou. Pour comprendre la nouvelle appropriation citadine des paysages ligériens. **Norois. Environnement, aménagement, société**, n. 192, p. 47-62, 2004.

NOVARESI P. **Great Rivers of the World.** New York: Barnes&Noble, 2006. 304p.

OLIVEIRA, A. M.; COSTA, Heloisa Soares de Moura. A trama verde e azul no planejamento territorial: aproximações e distanciamentos. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 20, n. 3, p. 538-555, 2018.

PAIVA, P.D.O.; SOUSA, R.B.; ALVES, Schirley Fátima Nogueira da Silva Cavalcante. Patchwork quilt: A methodology proposed for the study of historic gardens. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 62, p. 127169, 2021.

PALMARÈS 2020 des Villes les plus vertes de France » établi par l'Union des Entreprises du Paysage (UNEP) Disponible em: <http://www.observatoirevillesvertes.fr/> Acesso em: 16 jan 2021

PAVIE, C.; RIVIÈRE, L.-M.. L'émergence du pôle végétal angevin (1965-1985). **Archives d'Anjou**, n. 2011, p. 133-146, 2011.

PBMC - PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. "Mudanças Climáticas e Cidades". Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (org.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 2016. 116p.

PITHON, M. Angers – Tramway, secteur 3 (centre-ville), secteur 4 (Létanduère) et secteur 5 (Roseaie). Pays de la Loire: ADLFI. Archéologie de la France - Informations, 2008. Disponible em: <http://journals.openedition.org/adlfi/2379> Acesso em: 20 out 2020.

PLUi - PLAN LOCAL D'URBANISME INTERCOMMUNAL, 2017. Disponible em: <http://www.angersloiremetropole.fr/un-territoire-en-mouvement/plan-local-d-urbanisme-intercommunal/consulter-le-plui/index.html> Acesso em: 15 abril 2019

PLUi - PLAN LOCAL D'URBANISME INTERCOMMUNAL - Révision générale (2020) Disponible em: <https://www.angersloiremetropole.fr/un-territoire-en-mouvement/plan-local-d-urbanisme-intercommunal/revision-generale/index.html> Acesso em: 17 dez 2020

POINTEREAU, R. - Rapport d'information n° 807 - fait au nom de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable sur le bilan de l'application de la loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques, par le sénateur M. Rémy POINTEREAU. 2016

PPri – PLAN DE PRÉVENTION DE RISQUES INONDATIONS - Rapport de présentation du Plan de Prévention des Risques Inondations dans le secteur de la confluence de la Maine (16/10/2009 - 07/07/2017) Article créé le 08/09/2015 par Direction Départementale des Territoires; Mis à jour le 16/06/2020. Disponível em: <http://www.maine-et-loire.gouv.fr/ppri-confluence-maine-16-10-2009-07-07-2017-a3605.html> Acesso em: 27 jul 2019

QGIS Development Team. Quantum GIS Geographical Information System v3.16.1. Open Source Geospatial Foundation project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org> Acesso em: 8 mai 2017.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, 2016. Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/> Acesso em: 19 mai 2021

RAIMUNDO, S.; SARTI, A.C. Parques urbanos e seu papel no ambiente, no turismo e no lazer da cidade. **RITUR-Revista Iberoamericana de Turismo**, v. 6, n. 2, p. 3-24, 2016.

SACHS, W. **Dicionário do desenvolvimento**: guia para o conhecimento como poder. 2000. p. 399-399.

SALGADO, M. C. R. et al. Parque ecológico Quedas do Rio Bonito: percepções da frequência de visita. **Ornamental Horticulture**, v. 22, n. 2, p. 172–179, 2016.

SCoT - SCHÉMA DE COHÉRENCE TERRITORIAL - Loire Angers / Approuvé // Rapport de presentation - etat initial de l'environnement 2016

SEPE, P.M.; GOMES, S. Indicadores ambientais e gestão urbana: desafios para a construção da sustentabilidade na cidade de São Paulo. 2008 São Paulo: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, Centro de Estudos da Metrópole. Disponível em: [http://www.centrodametropole.org.br/v1/pdf\\_2009/LivroMeioAmbiente.pdf](http://www.centrodametropole.org.br/v1/pdf_2009/LivroMeioAmbiente.pdf). Acesso em: 02 mai 2020.

SILVA, L. S.; TRAVASSOS, L. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos Metrópole**. São Paulo, n. 19, p. 27-47, 2008.

SOGA, M. et al. Reducing the extinction of experience: association between urban form and recreational use of public greenspace. **Landscape and Urban Planning**, v. 143, p. 69-75, 2015.

TEIXEIRA, R.L.P.; PESSOA, Z. S. Mudanças climáticas, experimentação de políticas públicas e capacidade adaptativa na cidade de Curitiba/pr-brasil. **Revista Inter-Legere**, v. 3, n. 27, p. c18712-c18712, 2020.

VERBRUGGE, L. et al. Integrating sense of place in planning and management of multifunctional river landscapes: experiences from five European case studies. **Sustainability Science**, v. 14, n. 3, p. 669-680, 2019.

WECH, P. Autour du culte de l'eau : phénomènes d'acculturation gallo-romaine à l'époque augustéenne *In* : **Adoption et adaptation**. Paris : Éditions de la Sorbonne, 2013 . Disponível em : <<http://books.openedition.org/psorbonne/5330>>. Acesso em: 07 nov 2020

ZHANG, L.; TAN, P. Y.; RICHARDS, D. Relative importance of quantitative and qualitative aspects of urban green spaces in promoting health. **Landscape and Urban Planning**, v. 213, p. 104131, 2021.

### **Entretiens**

Entretien: Répresentant 1 - Ex presidente da Associação Liga de Proteção dos Pássaros (LPO). Angers, 7 de julho 2020. Entrevista concedida a Rafael de Brito Sousa

Entretien: Répresentant 2 - Gerente Geral da Associação de Comércio e Indústria (CCI). Angers, 10 de julho 2020. Entrevista concedida a Rafael de Brito Sousa

Entretien: Répresentant 3 - Chefe de Serviços e Obras na Direção de Parques e Jardins. Angers, 9 de outubro 2019. Entrevista concedida a Rafael de Brito Sousa

Entretien: Répresentant 4 - Eleita encarregada da Transição Ecológica e Deslocamento. Angers, 30 de junho 2020. Entrevista concedida a Rafael de Brito Sousa

**APPENDICE A - CORPS CARTOGRAPHIQUE ET PHOTOGRAPHIE AERIENNE  
SELON LES ECHELLES D'ETUDE**

| <b>Cartes et photographie aérienne</b> |   |  |   |                  |
|--|---|--|---|------------------|
| Date                                   | Titre   | Auteur   | Origine de la commande                                  | Detail (échelle) |
| 1736                                   | Nouveau plan de la Ville D'Angers   | Simon L.   | Gallica.bnf.fr /<br>Bibliothèque Nationale<br>de France |                  |
| 1776                                   | Plan historique de la ville d'Angers assujetti à ses accroissements, embellissements et projets, dédié et présenté à Monsieur, frère du Roi | Moithey M. A<br>(Gravure)                              | Ville d'Angers  | 1/5400           |
| 1809                                   | Plan parcellaire de la commune d'Angers<br>(Cadastre Napoléonien)   | Perny  | Département de<br>Maine-et- Loire Ville<br>d'Angers     | 1/2500           |
| 1840                                   | Carte de la France – Angers<br>- Partie Nord Ouest<br>- Partie Sud Ouest (Carte d'état major)   | - Allard (N.- O.)<br>- Allard et<br>Beaugendre (S.- O) | Dépôt de la Guerre                                      | 1/ 40 000        |
| 1844                                   | Plan géométrique de la ville d'Angers   | Hippolyte<br>Priston<br>(cartographe)                  |   | 1/2500           |
| 1877                                   | Plan de la commune d'Angers   | Demoget  | Ville d'Angers  | 1/ 7500          |
| 1883                                   | Plan de la ville d'Angers et des ses environs   | A. Moreau  | Ville d'Angers  | 1/7600           |
| 1936                                   | Commune d'Angers.<br>Plan d'aménagement, d'embellissement et<br>d'extension   | Inconnu  | Ville d'Angers  | 1/10 000         |
| 1963                                   | Angers et ses environs  | M. Kervarec vérifié<br>par M. Albert                   |   | 1/10000          |
| 1972                                   | Plan d'Angers   |  | Archives Ville<br>d'Angers                              |                  |
| 1958                                   | Photographies aériennes<br>N°2-3-110-111-148 Mission (18/07/1958):<br>C1322-0021_1958_F1322-1622_0266                                       | Institut Géographique<br>National (IGN)                |   | ~1/25 108        |
| 2016                                   | Sources : ©IGN – BD Ortho® ; ©IGN –<br>Photographie aérienne  |  |   | 20cm             |
| 2019                                   | Angers, coeur de Maine  |  | Ville d'Angers  |                  |



## APPENDICE B – QUESTIONNAIRE DIFFUSE PARMIS LES HABITANTS ET UTILISATEURS DES COURS D’EAU

Ce questionnaire est anonyme. Les informations personnelles sont pour faire une caractérisation générale de la population. **\*Obligatoire**

1. **Dans quelle commune habitez-vous?** *\*Une seule réponse possible.*

- Angers  Autre :

2. **Si à Angers, dans quel Quartier?** *\*Une seule réponse possible.*

- Belle-Beille  
 Centre  
 Deux-Croix / Banchaix  
 Doutre / Saint-Jacques  
 Gare/ La Fayette/ Eblé  
 La Madeleine  
 La Roseraie  
 Lac de Maine  
 Les Hauts de Saint Aubin  
 Monplaisir  
 Saint-Léonard / Justices  
 Saint Serge / Ney / Chalouère  
 Autre :

3. **Sexe?** *\*Une seule réponse possible.*

- Homme  Femme  Je ne souhaite pas le préciser

4. **Âge?** *\*Une seule réponse possible.*

- 18-25  26-40  41-60  61-75  +75

5. **Profession?** *\**

6. **Quel est votre revenu mensuel ?** *\*Une seule réponse possible.*

- moins du SMIC  Entre 1500€ et 3000€  Entre 3000€ et 5000€  Plus de 5000€  
 Je ne sais pas

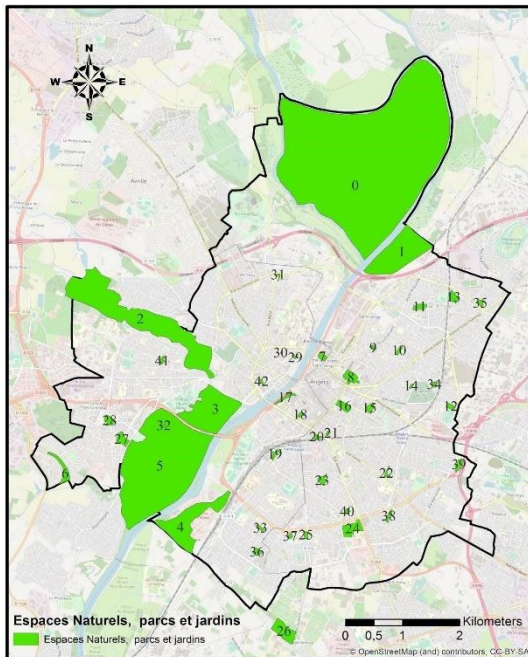
7. **Quel est le plus haut diplôme que vous ayez obtenu?** *\*Une seule réponse possible.*

- Diplôme de 3ème cycle universitaire, doctorat, grand école, ingénieur  
 Diplôme de 2ème cycle universitaire  
 Diplôme du 1er cycle universitaire, BTS, DUT, ou équivalent, niveau BAC + 2  
 Baccalauréat général, technologique, professionnel ou équivalent  
 CAP, BEP ou diplôme de même niveau  
 Brevet des collèges, BEPC  
 Certificat d'études primaire, aucun diplôme

## La nature en ville

Avec la croissance de la population urbaine, il est important de trouver des moyens de gérer les espaces publics pour permettre une meilleure convivialité sociale et aussi avec la nature dans les centres urbains.

8. Selon vous, en regardant le plan ci-dessous, quels sont les endroits où vous aimez plus vous détendre et profiter de la nature? \*Plusieurs réponses possibles.



- o 0 Ile Saint-Aubin
- o 1 Prairies de la Tournerie
- o 2 Parc Saint-Nicolas
- o 3 Parc de Balzac
- o 4 Prairies de la Baumette
- o 5 Parc du lac de Maine
- o 6 Coulée verte / Bois de Molière
- o 7 Parc François-Mitterrand
- o 8 Jardin des Plantes
- o 9 Parc de la Chalouère
- o 10 Parc Desjardins
- o 11 Jardin Monplaisir
- o 12 Jardin de l'Arceau
- o 13 Parc Hébert de la Rousselière
- o 14 Jardin du saule
- o 15 Parc Bellefontaine
- o 16 Jardin du Mail
- o 17 Promenade Jean-Turc
- o 18 Jardin du musée des beaux-arts
- o 19 Jardin Eblé
- o 20 Parc du Haras
- o 21 Parc d'Ollone
- o 22 Jardin de la Madeleine
- o 23 Parc du Pin
- o 24 Parc de l'arboretum
- o 25 Jardin de la Roseraie
- o 26 Parc du Hutreau
- o 27 Parc du Vallon

- o 28 Parc Démazis
- o 29 Jardin du musée Jean-Lurçat
- o 30 Place de la Paix
- o 31 Jardin des Schistes
- o 32 Jardin bio
- o 33 Plaine de jeux Gagarine
- o 34 Plaine de jeux du Daguinet
- o 35 Plaine de jeux Alfred de Musset
- o 36 Parc des collines
- o 37 Plaine de jeux Marcel-Pagnol
- o 38 Plaine de jeux Saint-Augustin
- o 39 Plaine de jeux de Villechien
- o 40 Plaine de jeux de la Morellerie
- o 41 Plaine de jeux de Belle-Beille
- o 42 Plaine de jeux Saint-Nicolas
- o 43 J'ai un jardin chez moi ou à la campagne

9. Lorsque vous vous promenez dans ces endroits, faites vous attentions aux plantes et animaux? \*Une seule réponse possible.

- Je profite de la nature, mais sans forcément faire attention aux plantes et animaux
- Oui, j'aime regarder les plantes
- Oui, j'aime regarder les animaux
- Oui, j'aime regarder les plantes et les animaux

10. À votre avis, en regardant les photos ci-dessous, quelles sont les 3 ambiances les plus agréables et reposantes? \*Plusieurs réponses possibles.



Fontes: (A: PML; B: Do Autor; C: Robson Rodarte; D e E: Autor desconhecido; F: Arquivo Renato Libeck)  
 A  B  C  D  E  F

11. Quel type de relation avez-vous avec les lacs, rivières et ruisseaux? \*Une seule réponse possible.

- Contemplation
- J'aime me baigner
- J'aime aller pêcher
- Je les utilise pour le transport
- J'aime les sports aquatiques
- Je n'aime pas
- Autre :

12. Si tu n'aimes pas, c'est pour quel raison? Une seule réponse possible.

- Je trouve dangereux
- L'eau n'est pas propre
- Il n'y a pas assez d'infrastructures
- Je n'aime pas
- Autre :

13. En général, comment décrivez-vous la qualité des paysages et des espaces verts autour des rivières et ruisseaux d'Angers? \*Une seule réponse possible.

- Très satisfaisante et accessible
- Satisfaisant mais pas accessible
- Peu satisfaisant mais accessible
- Insatisfaisante et inaccessible

14. Quels sont les rivières et ruisseaux d'Angers que vous connaissez? \*

- La maine
- La Mayenne
- La Sarthe
- Le Brionneau
- Le ruisseaux du jardin de plantes
- Le ruisseaux du Coulée verte / Bois de Molière
- Autre :

15. **À votre avis l'eau (fontaine, lac, miroir d'eau, etc.) est en élément important dans la composition des espaces verts?** *\*Une seule réponse possible.*

- Oui     Non     Indifferent (e)

16. **Si vous pouviez participer à l' aménagement des ruisseaux de la ville et ses alentours, que choisiriez-vous?** *\*Plusieurs réponses possibles.*

- Je voudrais qu'ils soient renaturalisés et protégés avec un accès restreint  
 Je voudrais plus de pistes cyclables pour y accéder et en profiter  
 J'aimerais avoir plus de jardins et de parcs de loisir  
 Je voudrais avoir plus des jardins partagés et familiaux  
 J'aimerais qu'ils soient canalisés et fermés pour le drainage                       Autre :

17. **Quelle est votre opinion sur les nouveaux espaces verts en travaux autour de la Maine? (Nouvelle esplanade, Parc saint serge, etc)** *\*Une seule réponse possible.*

1            2            3            4

Mouvais .....Excellent

18. **Vous avez déjà habité ou vous avez déjà eu un contact direct avec la vie à la campagne?** *\*Une seule réponse possible.*

- Oui             Non

19. **Avez-vous un jardin?** *Une seule réponse possible.*

- Oui             Non

20. **Si non, pour quelle raison?** *Une seule réponse possible.*

- Je n'ai pas le temps de m'occuper d'un jardin                       Je n'ai pas d'espace pour cultiver un jardin  
 Je ne sais pas comment cultiver un jardin                       Je n'ai pas d'argent pour avoir un jardin  
 Ça ne m'intéresse pas                       Autre :

21. **Où préférez-vous acheter des fruits et légumes?** *\*Plusieurs réponses possibles.*

- Supermarché             Marché             Magasin Bio  
 Je les produis moi-même (jardins partagés et familiaux ou chez moi)  
 Je ne mange pas des fruits et légumes                       Autre :

22. **Connaissez-vous quelques jardins partagés à Angers?** *\*Une seule réponse possible.*

- Oui             Non

23. **S'il y avait plus de jardins partagés et de produits locaux près de chez vous, préféreriez-vous acheter ou cultiver vos produits qu'acheter au supermarché?** *\*Une seule réponse possible.*

- Oui             Non             Autre :

## **APPENDICE C - GUIDE D'ENTRETIENS AVEC DES ACTEURS PUBLICS ET PRIVES**

**Guide d'entretien auprès des acteurs (LPO, Direction de Parcs et Jardins, CCI, Élus) les questions ont été plus ou moins adaptées pour les différents acteurs.**

### **LA NOTION DE TRAME BLEUE: GENERAL**

- Quelle définition donnez-vous à la notion de TVB?
- A votre avis quel doit être l'échelle d'une trame bleue (sources, ruisseau, fleuve, rivière)?
- Quels sont les types d'espaces et usages qui peuvent recouvrir la TVB à Angers? (différents usages)

### **LEGISLATION**

- Que pensez-vous des objectifs affichés par la Directive cadre sur l'eau (2000) concernant la TVB au niveau local?
  - Quels sont les principales difficultés rencontrées pour mettre en place la TVB?
  - Pensez-vous que les actions liées au TVB proposées par le gouvernement sont bien intégrées dans le PLUi?
  - Pensez-vous que les lois municipales (ex : PLUi) vous aident à mettre en place vos objectifs?
  - Selon vous quels sont les acteurs angevins particulièrement impliqués dans la mise en place de la trame bleue de l'agglomération?
- Quels sont les principaux changements des dernières années?
  - Par rapport aux aménagements de la TVB à Angers, Quelles-sont vos attentes pour les années à venir ?

### **Questions supplémentaires pour la CCI – ENTREPRISE X ENVIRONNEMENT**

- Il y a des actions internes liées aux enjeux environnementaux? Lié à l'eau spécifiquement?
- Selon vous que représente l'environnement/ la nature pour les entreprises ? (opportunité business? Bien-être ? RSE ?)
- A votre avis quelles sont les principales difficultés des entreprises pour mettre en place les exigences? (technologie, infrastructure, \$\$)
- Que-ce que c'est la RSE - Responsabilité sociale des entreprises (Economie Circulaire) par rapport à l'eau et rivières ?

## **ARTICLE 2 - TRAJECTORY OF THE LANDSCAPE AND FUNCTIONALITY OF URBAN WATERCOURSES OF LAVRAS - MG**

### **ABSTRACT**

Due to the growth of the urban population, there is a strong pressure to occupy open spaces in the urban center, particularly around watercourses. Canalization and drainage techniques favored urban expansion and occupation of these spaces, but in the long term they did not prove to be very efficient, let alone sustainable, in view of the challenges posed by climate change. The purpose of this work was to analyze the landscape and multifunctionality of watercourses and their borders in the city of Lavras, Brazil, identifying their functions and evolution, as well as the contribution of public actors and their influence on the population's quality of life. In Lavras, it was observed that the watercourses and their surroundings in urbanized areas lost a large part of their natural and social function after the 1980s, starting to have only a drainage function. With the economic valuation of land, especially in the central areas, the implementation of green and blue infrastructure has not yet been prioritized. Even with legislation providing for multifunctional uses for rivers and their banks, they remain largely monofunctional, not contributing to the increase in the city's green areas and the reintegration of watercourses into the urban landscape of Lavras. The population values the presence of water in the landscape and yearns for multifunctional solutions such as green areas and urban gardens, but these have not yet been implemented. Public and private actors recognize the lack of clarity in the legislation, in the definition of concepts and techniques to be adopted. Multifunctional solutions can favor and reconcile different interests, promoting the reintegration of rivers into the urban landscape of Lavras.

**Keywords:** Green and Blue Infrastructure. Sustainable cities. Multifunctionality.

## 1 INTRODUCTION

The emergence of the first cities and urban developments has always been linked to watercourses (GARCIA et al. 2011; COY, 2013; BAPTISTA; CARDOSO 2013; ALVES et al., 2017). These have always been important elements for establishing human settlements, not only as a vital asset, but also as input for agriculture, means of communication and transportation of goods, and aesthetic, spiritual and cultural values (EVERARD; MOGGRIDGE, 2012; COY, 2013; YEAKLEY et al. 2016)

However, with the industrial revolution, unrestrained urban growth became one of the main factors reducing the resilience of cities (MOREIRA; VITORINO, 2019). The suppression of natural ecosystems has generated different environmental problems, such as the increase in heat islands, air pollution, floods, among others (FOLONI, CONSTANTINO, 2016; MARTINES, 2020). Due to climate change, the effects of these problems are going to be strongly noticed in a local scale (IPCC, 2013; PBMC, 2016).

As a result, greater attention has been given to urban areas to propose solutions to environmental problems and reconcile economic development with the preservation of natural resources, especially watercourses and springs. From the Rio conference in 1992 arises the notion of “multifunctionality” (SELMÍ et al., 2013).

Initially studied in the agriculture and forestry fields, multifunctionality is broadly defined as a set of environmental, social and economic functions (HERVIEU, 2002; WIGGERING, 2006), the three pillars of sustainability.

This concept gradually extended to different landscape structures in both rural and urban areas (KATO; AHERN, 2009), such as the ecological corridors, already widespread in other countries (CORMIER et al., 2010), with denominations like Green and Blue infrastructure (GBI) or “Greenways”. The advantage of watercourses (known as Blue Infrastructure) over green areas (corresponding to Green Infrastructure) is that they work as both reservoirs and corridors for biodiversity (LAMOND; EVERETT; 2019).

In Brazil, the concept of ecological corridor was established through the Permanent Preservation Zones (PPZs) - Law No. 12,651 of 2012 of the Brazilian Forest Code being defined as legally protected, fragile and environmentally vulnerable spaces, consisting of public or private land, urban or rural, covered or not by native vegetation (BRASIL, 2012). However, there are many conflicts concerning the use and occupation in urban PPZs in Brazil, among which are the canalization of watercourses and occupation of their banks by low-

income population (REZENDE; ARAÚJO, 2016; MEIRELLES FILHO; MIRANDA, 2016; PBMC, 2016).

The maintenance of PPZs in an urban environment can offer several ecosystem functions, which can be grouped into four categories: regulation, habitat, production, and information (DE GROOT et al., 2002). As a result, there are several ecosystem services (ES) assigned to these areas, ranging from health, leisure and entertainment, reduction of damage from environmental problems and biodiversity reserves (CONAMA, 2006; CORMIER; CARCAUD, 2010; LAUGIER, 2010; BRAZIL, 2012), in addition to an essential role in urban sustainability (COUTTS; HAHN, 2015; KIM; COSEO, 2018).

According to McDonald (2009) and Clergeau (2012), one of the challenges of public policies is correlating ecosystem services and multifunctionality. Considering the complexity of urban ecosystems, the integration of the ES concept within the decision process can contribute to advances in biodiversity preservation in urban areas. This is confirmed by authors Zinia and McShane (2018) for the city of Dhaka, Bangladesh. The actions of local governments in relation to GBI are fundamental for the development of more resilient and sustainable cities and should minimize the effects of climate change (TEIXEIRA, 2020).

Lavras is an example of a municipality that has land use and occupation conflicts in its PPZs (REIS, 2012). The city has an Index of Green Areas below to the one recommended by the Brazilian Society for Urban Afforestation (15m<sup>2</sup>/inhabitant), in addition, there is not an homogeneous distribution (BOLDRIN, 2016; GARCIA, 2021).

Located in the transition zone between the Atlantic Forest and Cerrado biomes, Lavras has some remnants of endemic species of fauna and flora, and proven importance of its forest fragments for the maintenance of biodiversity in urban areas (LOMBARDI, 2012; LOPES, 2018, CRUZ; POMPEU, 2020). However, in these areas, water erosion and gullies are also common, aggravated by the absence of vegetation and soil impermeability in urban basins (FURTINI et al., 2007; GUIMARÃES, 2012).

In this context, the objective was to analyze the landscape and multifunctionality of the surroundings of watercourses in the city of Lavras, Brazil, identifying their functions and evolution, together with the contribution of public actors, and their influence on the population's quality of life.



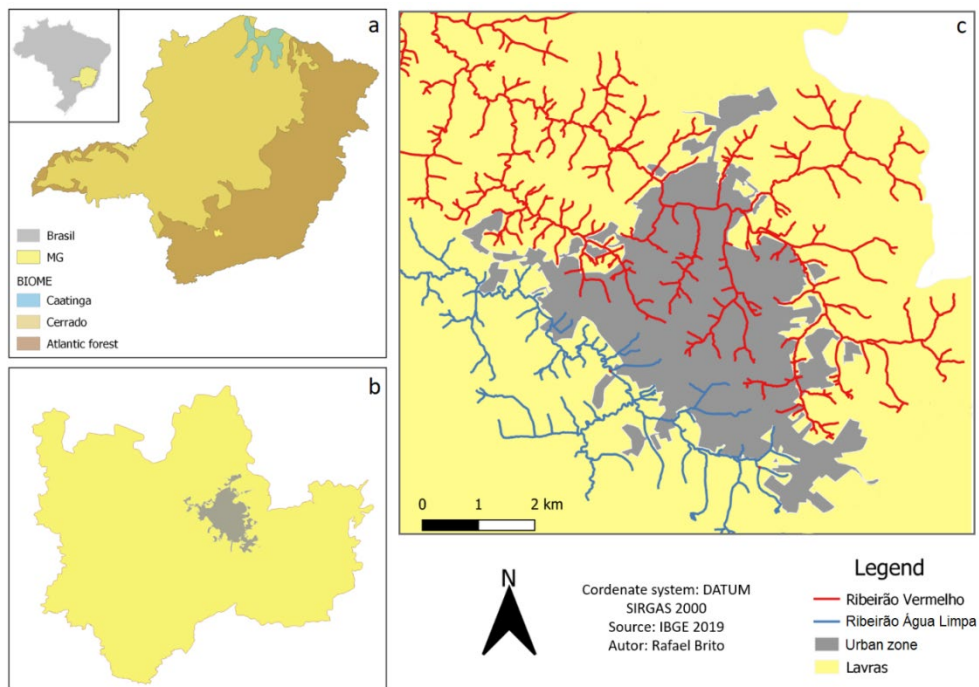
## 2 METHODOLOGY

### 2.1 The city of Lavras

The study area corresponds to the region within the urban perimeter of the municipality of Lavras (Figure 1). This city is located in the Campo das Vertentes region, in the south of Minas Gerais, Brazil, latitude 21°13'35"S, longitude 44°58'43" W, and average altitude of 918 meters. The climate is rainy temperate (mesothermal) with dry winter and rainy summer, subtropical, class Cwa, according to the Köppen climate classification (DANTAS et al., 2007). The municipality has a total area of 564.7 km<sup>2</sup>. According to the estimated population census for 2018, the population is approximately 103,773 inhabitants, 95% of them living in the urban area (IBGE, 2018).

The urban area of Lavras is mainly established on two micro-basins, the Ribeirão Vermelho and the Ribeirão Água Limpa, both tributaries of the Alto Rio Grande basin. The municipality's territory presents the montane seasonal semideciduous forest as the predominant forest formation, with areas of countryside, rupestrian field and cerrado (CARVALHO; SCOLFORO, 2008) (Figure 1).

Figure 1 - Geographic location of the urban area of Lavras and its main basins (c) in the municipality of Lavras (b) in the state of Minas Gerais, Brazil (a).



Source: Author (2021) adapted from IBGE (2019).

## **2.2 Delimitation of the study zone around urban watercourses**

The study area was delimited based on Art. 4 of Law No. 12,651 of May 25, 2012 of the Brazilian Forest Code, which defines permanent preservation areas around watercourses and springs, with 30 m for watercourses less than 10 m wide, and 50 m for areas around springs (BRASIL, 2012).

Based on this law, and using QGIS 3.16.1 software (QGIS, 2017), the city's hydrographic grid was drawn from the digital elevation model (DEM) available in the City Hall database, corrected by manual vectorization after field visits and analysis of high-resolution images. The springs were determined considering the beginning of watercourses. For the delimitation of PPZs, a buffer zone was created around springs and watercourses based on the limits imposed by the law.

As this study focuses on watercourses crossing urban areas, only the PPZs around springs and watercourses that compose the two main hydrographic basins in the urban area of Lavras were analyzed: Ribeirão Vermelho and Ribeirão Água Limpa.

The Master Plan of the city of Lavras, described by Complementary Law No. 097, of April 17, 2007, defines the delimitations of the urban zone (UZ) according to the availability of infrastructure, the densification capacity, and the degree of nuisance and pollution of the urban environment (PML, 2007). Also, it should consider areas that offer at least two urban services, such as sanitation, lighting, etc. (BRASIL, 1966).

In this work, only the urbanized area within the urban perimeter until the year 2019 was analyzed, following its evolution. The methodology aimed at analyzing how natural, sociocultural, economic processes, as well as their interactions, materialize in the landscape of urban watercourses and how public policies contribute to this. For the analysis, three methodologies were combined: geo-historical landscape analysis, quantitative analysis of land use and occupation around watercourses and quali-quantitative analysis (questionnaires and interviews).

## **2.3 Geo-historical analysis of the landscape around watercourses**

To understand the evolution of natural and sociocultural processes, a compilation of geo-historical information about the origin and formation of the city was made through bibliographies, iconographies, and topographic maps from 1898 to 1975, according to the Patchwork Quilt methodology (PAIVA et al. 2021). Aerial photographs from 1958 to 2019

available at the Minas Gerais Public Archive (APM) were also used, as well as the personal archives of historian Renato Libeck and Professor Alcione de Oliveira (APPENDIX A).

All maps and aerial photographs were georeferenced and processed based on the most recent images available, referring to the year 2019. Geoprocessing used the QGIS 3.16.1 software (QGIS, 2017) following the cartographic standardization proposed by Menezes (2016). Subsequently, the changes in the landscape of watercourses and springs were analyzed according to the social, economic and environmental dimensions, by identification in bibliographic records.

## 2.4 Quantitative analysis of land use and occupation around watercourses

Based on the most recent image, referring to year 2019, a classification of land use and occupation was made through the method of visual interpretation and manual vectorization. They were quantified and separated into three categories:

- a) **Impermeable areas** – built up zones and/or paved areas with non-permeable surfaces;
- b) **Herbaceous vegetation and other permeable areas** – herbaceous formations (lawn and pasture, arable land, gardens); wood plants formations such as vineyards and *lianas* (vines) and Zones with mineral material (rock-earth, railways, trails, flowerbeds, salt marshes);
- c) **Arboreal vegetation (wooded spaces)** – arboreal formations with a predominance of broadleaved and coniferous trees with variable surface (from woodland to forest). Shrub and sub-shrub formation.

The choice of this method is justified by the presence of shadow and high spatial resolution of the images, which hinders their automatic classification. Furthermore, specific landscape factors can be better interpreted visually (ANTROP, 2000).

The results obtained were related to the current environmental, social, and economic uses of these spaces in an attempt to identify possible combinations of uses in a functional way, for instance, with the implementation of green and blue infrastructures. These are provided for in the Urban Zoning of the Municipality for some areas around watercourses:

- a) Economic Activity Zone (Zona de Atividade Econômica - ZAE): areas suitable for diversified economic uses, in conflict with general residential use and suitable for installation along the main accesses to the city;
- b) Special Zone of Historic-Cultural Interest (Zona Especial de Interesse Histórico e Cultural - ZEIHC): areas listed in the patrimonial inventory of the city, where it is necessary to protect cultural heritage, considering everything that comprises culture, identity, reference, memory and the symbolism of society;
- c) Special Zone of Urban-Environmental Interest (Zona Especial de Interesse Urbanístico e Ambiental - ZEIUA): areas of gullies in the urban zone, where the interventions necessary for their recovery combine urban and environmental interest. Moreover, their urban parameters must be defined in each project;
- d) Environmental Protection Zone (Zona de Proteção Ambiental - ZPA): areas protected by environmental legislation in force, due to their natural characteristics and/or the functions they play in the urban environment. A few examples are the protective strips of springs and watercourses, within the limits established by law, slopes with a declivity above 30%, and areas with significant vegetation cover, as well as those the municipality considers important to protect;
- e) Special Zone of Environmental Interest (Zona Especial de Interesse Ambiental - ZEIA): corresponding to the areas where interventions for the implementation of leisure and recreation areas and environmental recovery must be carried out, for which special projects must be developed.

## **2.5 Quali-quantitative analysis - questionnaire and interviews**

To understand the actions and perceptions of different actors from urban watercourses in Lavras, questionnaires were applied to the population and interviews were directed to the public and private managers.

### **2.5.1 Structured questionnaires**

The local population and visitors took part in an survey, which sought to identify opinions about watercourses and the surrounding landscapes. Respondents should consider quality and accessibility, presence of water in green public spaces, desired uses for these spaces and their relationship with green spaces and contact with gardens.

The questionnaire consisted of direct and descriptive questions, applied to 418 inhabitants of Lavras and visitors. The questionnaire was applied between May 2020 and March 2021, using Google Forms platform (APPENDIX A). All respondents were volunteers and remained anonymous. The non-probabilistic sampling by accessibility was adopted, as the elements are selected by convenience, volunteering, or even by accident, according to the methodology indicated by AAKER et al. (2001). This sampling considered a margin of 5% error, with 95% confidence level.

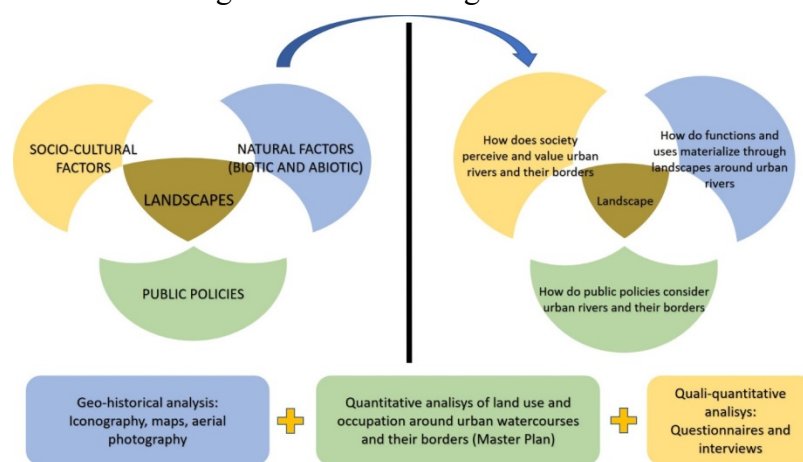
For the analysis, descriptive statistics of frequency distribution was used (MARTINS; THEÓPHILO, 2009), and the data were compiled and analyzed by the R software (R CORE TEAM, 2016).

### 2.5.2 Semi-structured interviews

For the interviews, the key actors of the urban territory were identified. Some of these respondents worked for the public sector, such as the Department of Public Works (Interview 1), Candidate for Mayor for year 2020 (Interview 2), Department of Environment (Interview 3), and for the private sector, such as a Forestry Engineer from a Construction Company from Lavras (Interview 4). The interviews were carried out between October 2020 and March 2021. They were semi-structured, which allowed exploring facts whose discourse is the main vector (APPENDIX B). These facts refer to representation systems (constructed thoughts) and social practices (experienced facts) (BLANCHET; GOTMAN, 1992).

This combination of analyses, outlined in Figure 2, was performed using the Patchwork Quilt methodology (PAIVA et al, 2021), developed for studies of historic gardens.

Figure 2 - Methodological scheme.



Source: Author (2021).

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1 Geo-historical analysis of the landscape around watercourses

##### 3.1.1 City origins

Although there is archaeological evidence of indigenous occupation before the arrival of the pioneers in the region of Lavras (RESENDE et al, 2010), the confluence of three rivers (Rio Grande, Rio das Mortes and Rio Capivari) and the presence of gold from alluvium in the streams of the region are believed to have been determining conditions for its occupation by the São Paulo pioneers around 1720 (NÉMETH-TORRES, 2018). According to reports by French soldier Millet de Saint-Adolphe, "*Several streams and rivers fertilize the district of this new village, which is circumscribed to the north by Rio Grande, and to the south by Rio Verde, tributary of the Sapucaí.*" (SAINT-ADOLPHE, 1845 p. 557)

The hydronyms given to watercourses register characteristics identified by the Indians and pioneers at that time: *Capivari* (capybara river), *Ingá* (ingá river), *Faisqueira* stream (gold ore in granules, “spark”), *Grupiara* stream (washed gravel)) (NÉMETH-TORRES, 2018).

The main gold mine of the village was known as “*Real Grandeza*” in a place called *Tapera* (which means “extinct village”) near where it is now the Madeira farm (COSTA, 2015), on the banks of *Ribeirão Vermelho*, formerly called *Faisqueira* stream, the basin over which the city was developed (Figure 3).

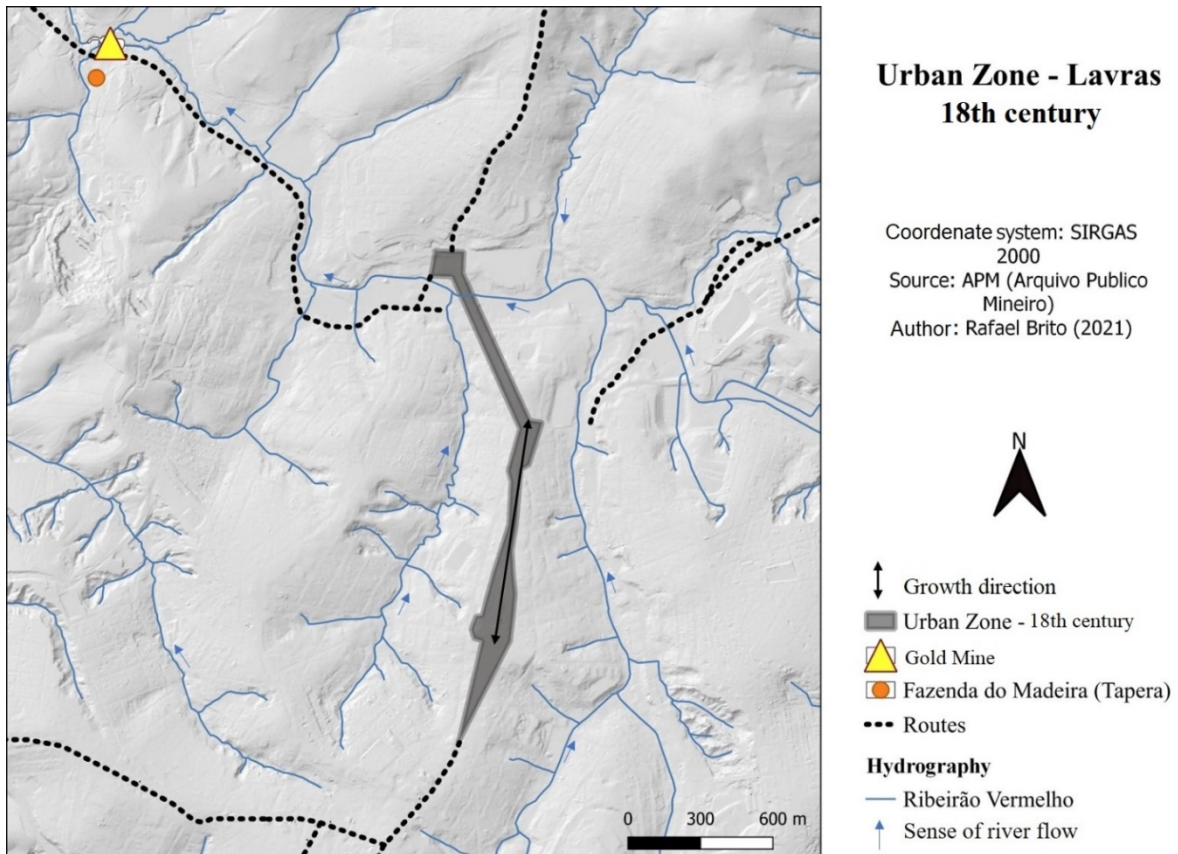
Figure 3 - Old bridge crossing the *Ribeirão Vermelho* in front of the *Madeira* farm.



Source: Author (2021).

Even though there is no precise definition of where the village was first settled, it is believed that the village might have started its development close to the mine situated on Northern region of the city, during the first half of the 18th century, expanding along the north-south axis (NÉMETH-TORRES, 2018) (Figure 4).

Figure 4 - Formation of the urban area of Lavras in the Ribeirão Vermelho basin (18<sup>th</sup> century).



Source: Author (2021).

### 3.1.2 Mine depletion and agricultural development

Once gold mines in the village were exhausted, the inhabitants resorted to working with agriculture. Therefore, watercourses played an important role moving water mills for cattle breeding, providing irrigation for corn, rice, beans, castor beans, cotton, sugarcane, and tobacco, as well as fruit such as orange, jaboticaba<sup>2</sup>, pineapple, mango, cambucá<sup>3</sup>, among other crops (NÉMETH-TORRES, 2018).

<sup>2</sup> *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg: native plant.

<sup>3</sup> *Plinia edulis*: native plant from Atlantic forest.

Until the end of the 19th century, the village did not have running water for basic needs, so the water used in the houses came either from springs and tributaries of the *Ribeirão Vermelho*, located in thalwegs, or from one of the six wells located in the lower parts of the city (VEIGA, 1874). The same author reports that, in the far north of the village, there were sources of iron water, used for medicinal purposes.

From year 1855 on, the local government began to study alternatives to solve the water problem, trying to channel water from another stream in the Southern part of the village (COSTA, 2015). Only in 1885 was the service finished, providing drinking water through 29 public and 103 private fountains.

Some of these public taps (Figure 5) were built as fountains, the most famous of which was installed in front of the Mercês church (Delphim, 2020).

Figure 5 - Public fountain installed in 1885 at Praça Dr. Jorge.



Source: Renato Libeck's personal archives (2020).

Because only a few families had a private fountain, most of the population would often wash and whiten their clothes in springs, such as *Mata Cabrito* spring. This spring received this name due to the habit of boys making barbecues of the goats that roamed around there (DELPHIM, 2020).

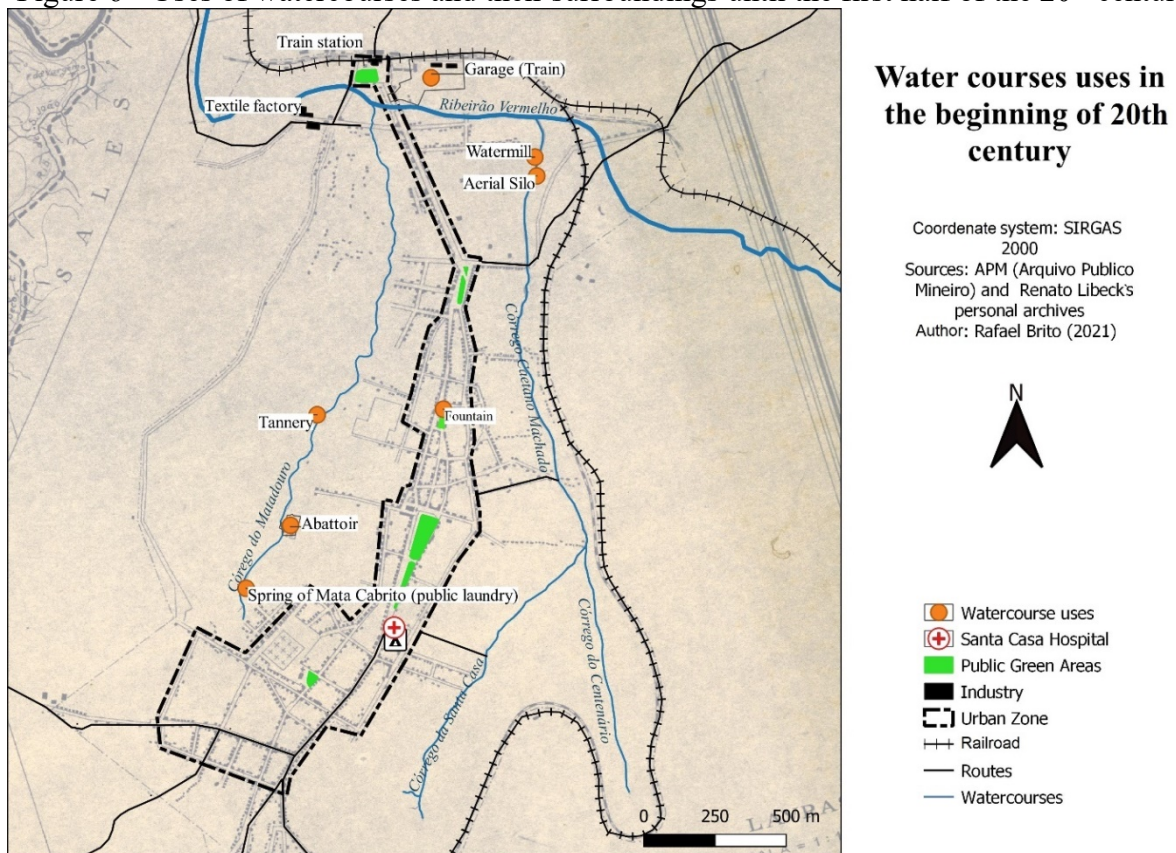
From this spring came the *Matadouro* (Abattoir) Stream, whose hydronym is explained by the presence of an abattoir built by Bernardino Maceira at the end of the 19<sup>th</sup> century (SILVA; PAIVA, 2008). Intended for the slaughter of animals, it was later transferred to another location due to sanitary reasons. Other cattle-related uses for watercourses and their



surroundings have also emerged, including tanneries, silos, watermills, and pestle machines (NÉMETH-TORRES, 2018).

At the end of the 19<sup>th</sup> century and the first half of the 20<sup>th</sup> century, the *Ribeirão Vermelho* and its banks received an important railway line connecting the industrial zone in the Northern part of the city to big centers as São Paulo and Rio de Janeiro (LUZ et al, 2017). In the Northern area, the first bridges over the watercourse were built due to the great movement in the industrial zone (Figure 6).

Figure 6 - Uses of watercourses and their surroundings until the first half of the 20<sup>th</sup> century.



Source: Author (2021).

This region usually floods after heavy rains during the summer when water flows down the slopes and joins the tributaries of the *Ribeirão Vermelho*, damaging the houses in the neighborhood (LOPES, 2015).

A federal environmental law of 1965 (Law No. 4,771) allowed the occupation of watercourse banks up to a limit of 5 meters in distance from the edge of watercourses up to 10 m wide, which may have contributed to the occupation and impermeabilization around rivers in Lavras. In some places, not even the 5-meter limit was respected, and some watercourses were gradually obliterated.

### 3.1.3 Urban expansion and the canalization of watercourses

In the 1980s, Lavras received an Urban Complementation Plan, financed by program CURA (Urban Community for Accelerated Recovery). One of the main goals of CURA was to occupy idle land, increasing urban density, which, according to Mascaró (1989), should reduce urbanization costs. In addition to canalizing watercourse banks, the program directed most of its resources to paving streets and building rainwater drains, to accelerate the occupation of open spaces (FRANCO, 2014), such as the valleys.

Following the hygienist model, the urban drainage system aimed at collecting and keeping rainwater away (SILVEIRA, 2018). This model remained in Brazilian cities until the end of the 20<sup>th</sup> century. In 1986, a new law (Law No. 7.511/1986) changed the Brazilian Forest Code, extending the protection limits of watercourses to 30 m (for streams up to 10 m wide) and a 50-meter radius around springs, which led to conflicts that persist nowadays.

Studies carried out by Furtini et al. (2007) indicated an increase in impermeable zones on the stream borders due to the urbanization process. With the increasing degradation of the city's watercourses, a Master Plan was passed in 2007, providing for recovery and qualification actions for landscaping and urban treatment of the valley of the *Centenário/Santa Casa* and *Matadouro* streams, as well as the *Ribeirão Vermelho* and *Água Limpa*, including the implementation of green areas for leisure where possible (PML, 2007). However, until 2019, these areas were yet to receive any landscaping and urban treatment.

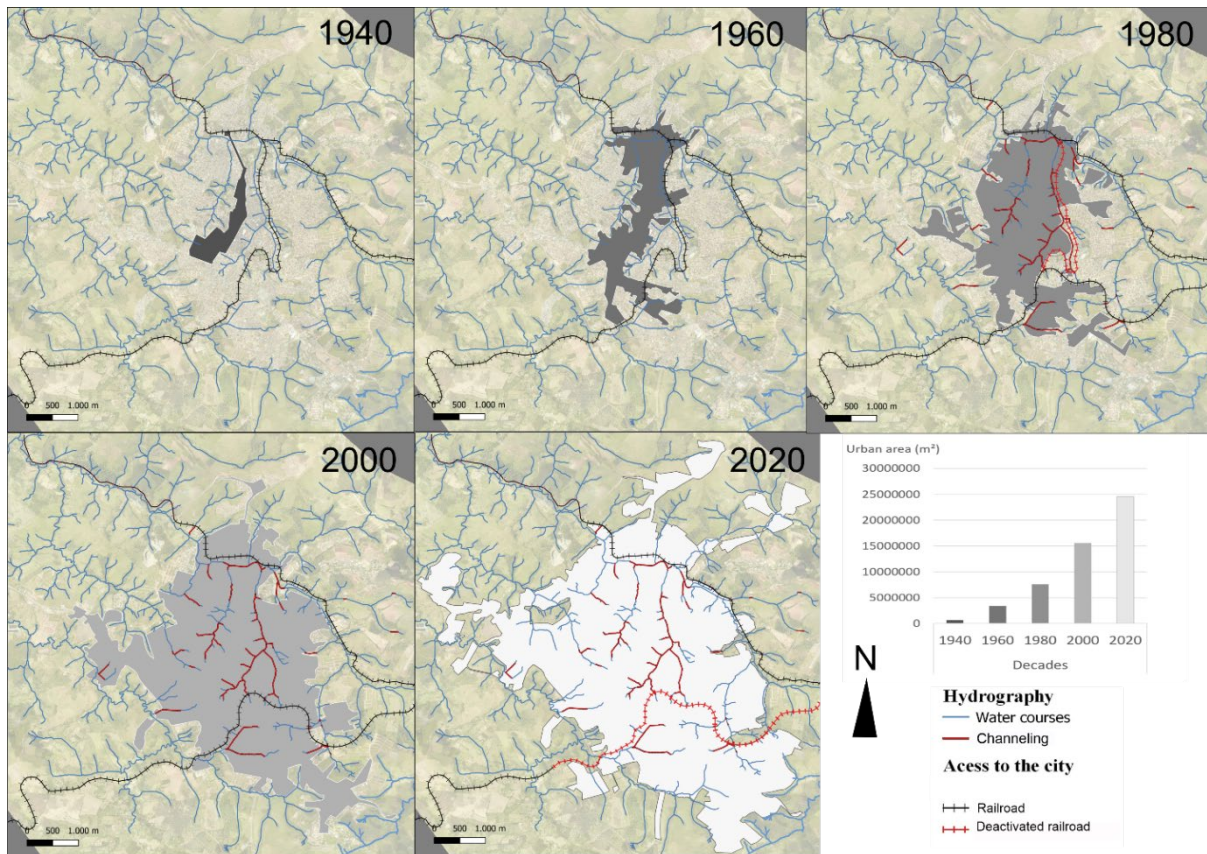
According to Bueno (2006), in Brazil, new ventures insist on following old engineering and urbanism practices, obtaining environmental licenses to fill springs and floodplains, channel streams, thus creating large impermeable areas. This paradigm prevailed for decades in the urbanization plans of several cities, eliminating watercourses from the urban landscape, since they are considered “a health hazard” (REYNOSO et al., 2010).

### 3.1.4 New Forest Code and conflicts of use and occupation around watercourses

As demonstrated by Andrade (2019), in 2012, the city of Lavras registered several approvals for new subdivisions, which resulted in several interventions in permanent preservation areas around watercourses and springs. This is reflected in the absence of green areas, either due to the lack of inspection or to the lack of accurate data on springs and watercourses (Figure 7). This planning model, aimed at the real estate sector, hardly ever

considers water as an integral element of the urban landscape, which is a recurring attitude in other cities in Brazil (SILVA-SÁNCHEZ, 2012; FAGUNDES, 2020).

Figure 7 - Urban expansion of Lavras and its consequences for watercourses from the second half of the 20<sup>th</sup> century to the first decades of 21<sup>th</sup> century.



Source: Author (2021).

Since 2012, after the approval of the new Brazilian Forest Code, the local government mitigated this failure by requiring new settlements with at least 10% of the area destined to the green areas, and by demarcating and recovering PPZs for watercourses and springs.

Between 2003 and 2014, the urban area of Lavras grew 28%, and despite the increase in arboreal vegetation in PPZs, soil sealing by buildings also continued to increase (Sousa et al., 2021).

Currently, 27.74% of the watercourses in the urban zone of Lavras are channeled, either as an open or a closed channel. The remaining 72.26% do not have any infrastructure to access, and have not been used for leisure and contemplation, being largely uncharacterized and often polluted by sewage from illegal constructions on their banks. The surroundings of the streams in the central zone are considered as a consolidated urban area, under the precept

that they have lost their natural characteristics, which could be explained by the canalization of watercourses and solid waste management in the areas surrounding them.

### **3.1.5 Urban Land Regularization and the multifunctionality proposal**

As a result, many of the areas surrounding watercourses and springs are undergoing a land regularization process, through the Urban Land Regularization Program (Reurb). Article 9, paragraph 1 of the new law (Law no. 13,465, of 2017) provides for the multifunctional use of these areas:

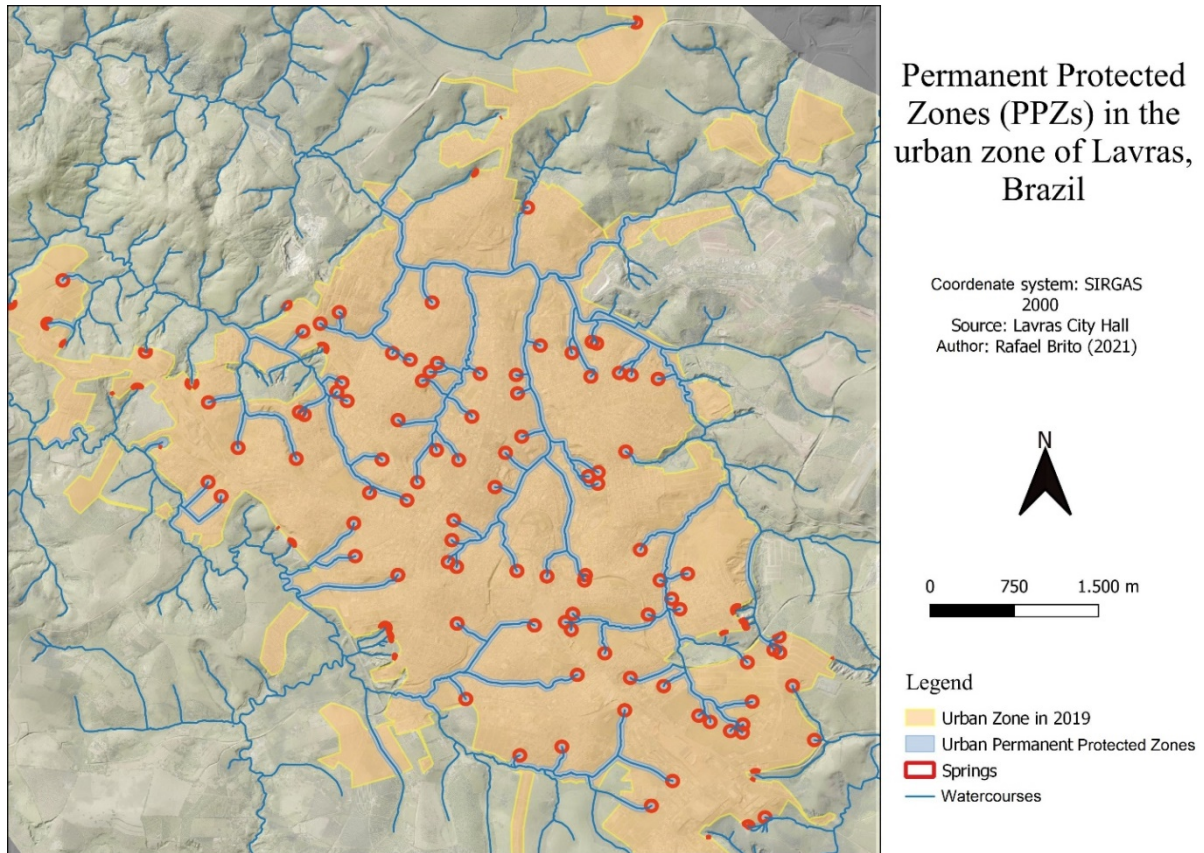
Public authorities shall formulate and develop policies for their competences in the urban space according to the principles of economic, social, and environmental sustainability and territorial ordering, seeking to occupy the land in an efficient manner, combining its uses in a functional way (BRASIL, 2017)

Although the legislation provides for land occupation that combines uses in a functional way, the law is not clear about the use of the same territory for different simultaneous functions, which can raise questions about how stakeholders should behave, leading to fragmentation and discontinuity of the landscape along watercourses. Combining different land uses on the same terrain seems to be the best way to protect ecosystem services, and further enhance the value of open spaces in cities (IAU, 2011).

### **3.2 Quantitative analysis of land use and occupation around watercourses and springs (Master Plan)**

In order to identify how the land is used and occupied inside the urban PPZs of Lavras, an analysis was carried on August 2019. The urbanized area covered a surface area of 24.27 km<sup>2</sup>, 4.3% of the municipal territory. 97 springs and 51.80 km of watercourses up to 10m wide were identified, totaling a legal area of PPZs corresponding to 3.40 km<sup>2</sup> within the studied urban perimeter (Figure 8).

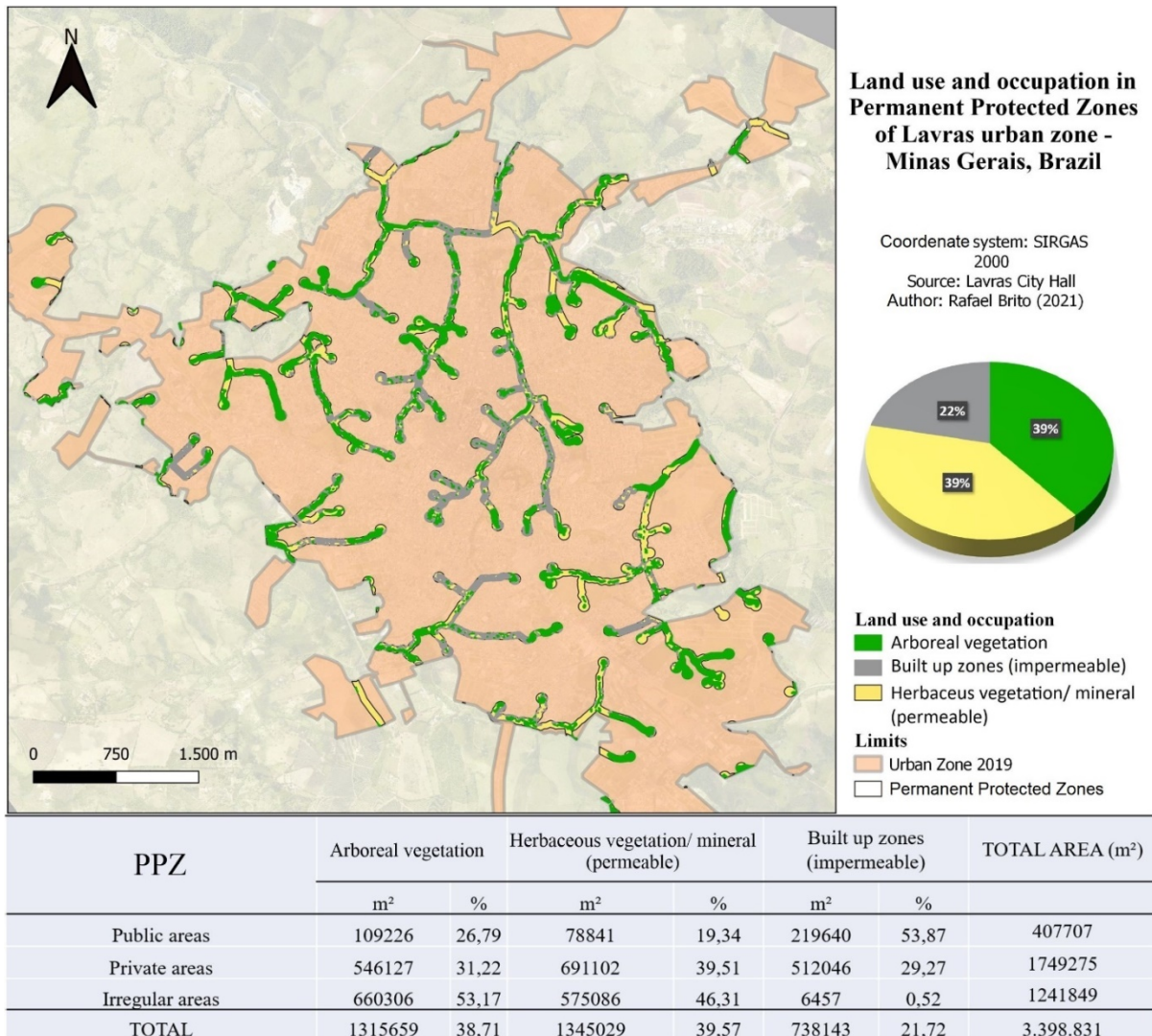
Figure 8 - Map of the urbanized perimeter and area referring to the springs and watercourses identified in Lavras – MG.



Source: Author (2021).

Within the classes of land use and occupation, 39% of urban PPZs were occupied by arboreal vegetation, while 39% had herbaceous vegetation and/or mineral (permeable) and 22% had built-up zones (impermeable) (Figure 9). Although most of the PPZs of watercourses and springs are still free from buildings, studies demonstrate a tendency of increasing the impermeable zones of some basins within the urban area, harming the natural flow of drainage from the watercourses (FURTINI et al., 2007; SOUSA et al., 2021).

Figure 9 - Analysis of land use and occupation in PPZs of springs and watercourses in the urban area of Lavras - MG, in 2019.



Source: Author (2021).

Riparian vegetation is important for the maintenance of hydrographic basins, as it promotes the containment of erosions in the form of gullies, that are common in the urban area of Lavras (PINTO et al., 2004; FURTINI et al., 2007; GUIMARÃES, 2012). It also contributes to the maintenance of biodiversity in urban areas (MOURA; CORRÊA; ABRANCHES, 2010; LOMBARDI, 2012; LOPES, 2018, CRUZ; POMPEU, 2020).

The presence of arboreal and shrubby vegetation is also an important factor to be considered for the implementation of public green areas, since it plays ecological, scenic, and recreational functions. Furthermore, this type of vegetation improves the aesthetic, functional and environmental quality of the city, being endowed with vegetation and spaces free from waterproofing. (CONAMA, 2006)

Lavras has a low green area index,  $GAI = 0.62\text{m}^2/\text{inhabitant}$  (GARCIA et al., 2021), considering that the minimum recommended value is  $15\text{m}^2/\text{inhabitant}$  (SBAU, 1996). The city also has a low green space ratio (0.29%), and a disproportional distribution of green areas, with GAI close or equal to zero in the peripheral sectors, normally inhabited by low-income population (GARCIA et al., 2021).

Bolund and Hunhammar (1999) highlight how low-income settlements lack access to urban green spaces (UGS), and tend to be in undesirable and environmentally problematic areas (SIMON, 2010; MEIRELLES FILHO; MIRANDA, 2016). These areas often coincide with surrounding watercourses, subject to flooding and receiving diffuse pollution from urban drainage (ROY et al., 2018). This fact reinforces the need to transform these spaces into green areas and urban gardens (green and blue infrastructure), which perform not only natural, but also economic and social functions such as income increase, leisure, entertainment, and socialization. (ARAÚJO; ASSIS, 2016).

The idea of multifunctionality in green and blue infrastructure planning means the intentional combination of ecological, social, and economic functions, not only products of chance (HANSEN; PAULEIT, 2014). In Lavras, this does not happen, considering that many areas around watercourses and springs do not have structures that allow access to recreational or educational use by the population, and, therefore, are not considered in the city's green area index.

Analyzing the public areas in urban PPZs of Lavras, there are forest fragments without public access, sports spaces and institutional areas with little or no vegetation and permeability, and free spaces subject to invasion and solid waste management.

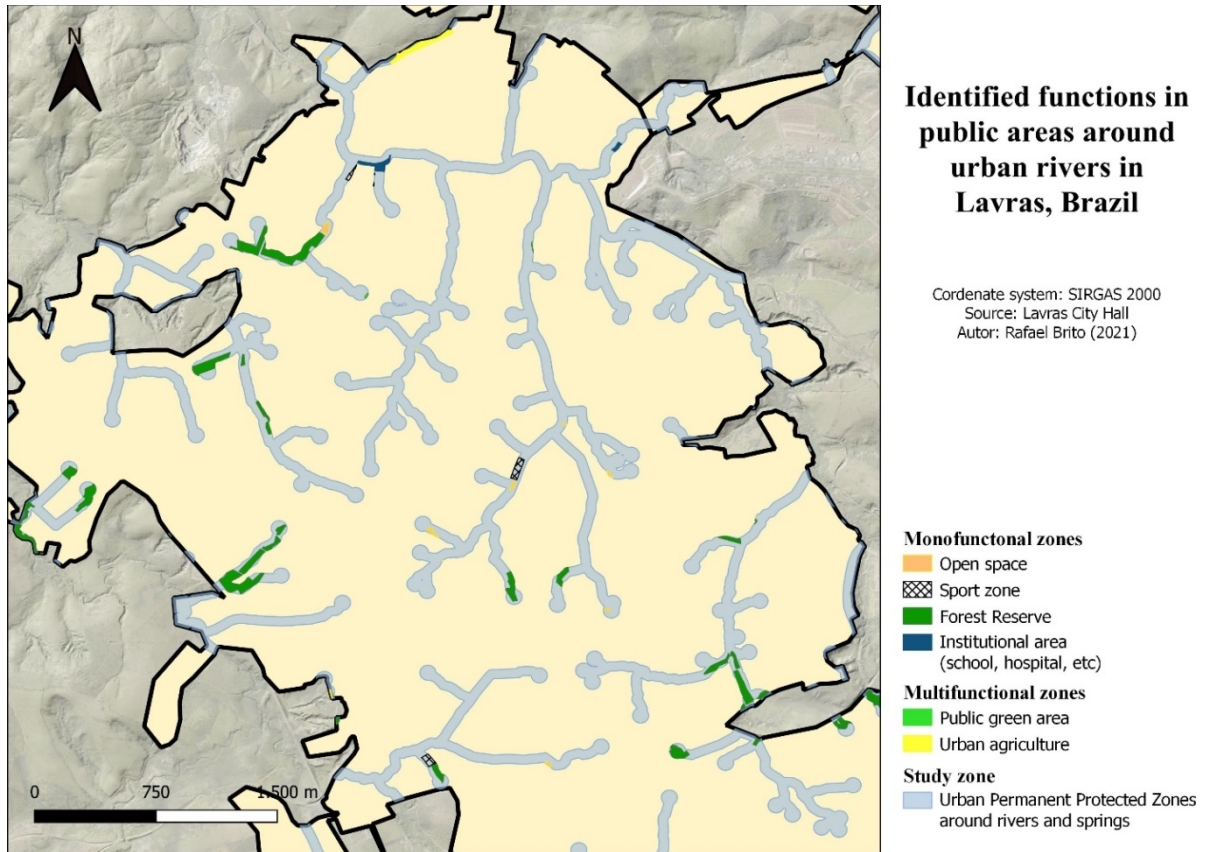
A multifunctional alternative that has worked in several cities is the implementation of urban gardens in open spaces adjacent to PPZs. Around 40% of the inhabitants who answered the questionnaire do not have gardens at home, mostly due to lack of space.

As an example, the housing project in Lavras brought multifunctionality to an area, previously used for solid waste management, through the construction of an urban community garden (ARAÚJO; ASSIS, 2016). Although other urban gardens have already been implemented in Lavras, this is the only one that currently remains active.

The Local Master Plan (PML, 2007) promotes the construction of urban gardens in the section on food security. However, urban land use planning is still underestimating the potential of urban agriculture as a multifunctional nature-based solution (ARTMANN; SARTISON, 2018) which, in addition to providing diverse ecosystem services, contributes to

supplying food and neutralizing several other urban challenges (LANGEMEYER, 2021) (Figure 10).

Figure 10 - Functions identified in public areas around Lavras watercourses.



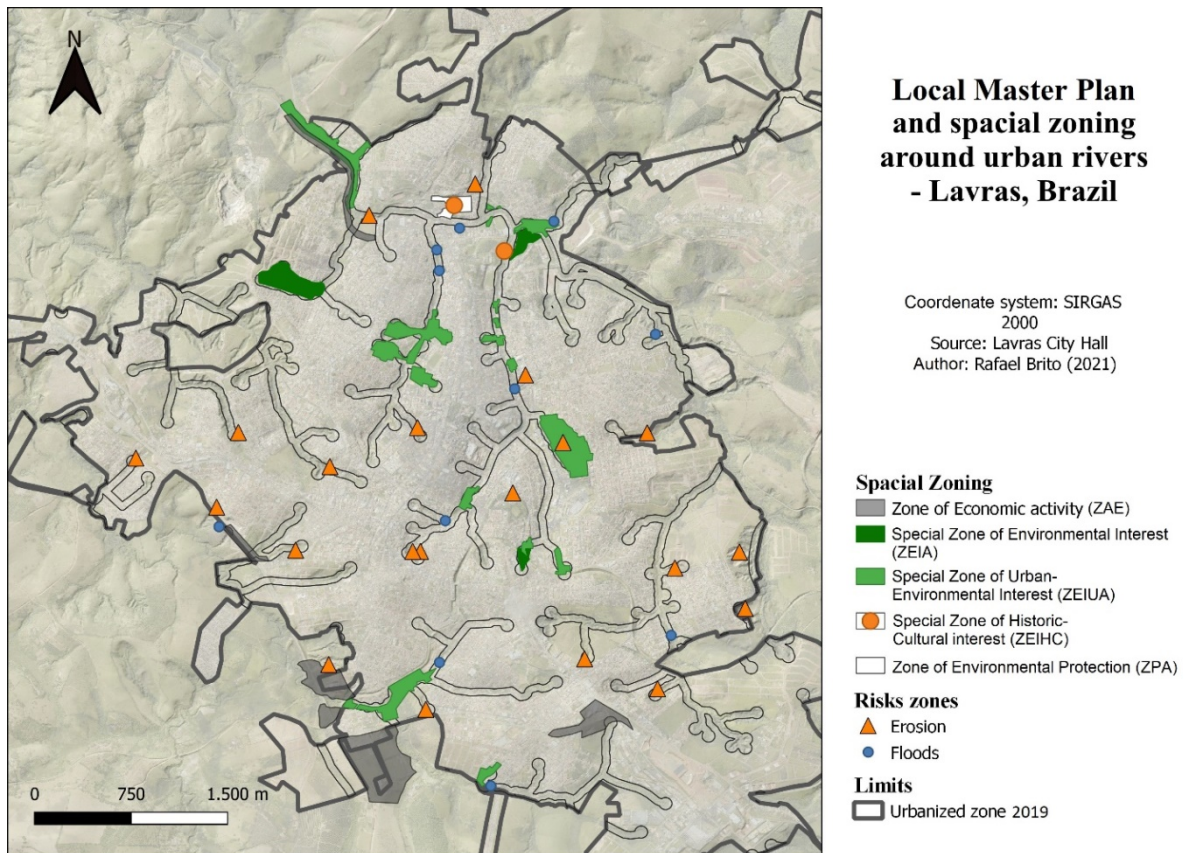
Source: Author (2021).

According to the Local Master Plan (PML, 2007), to identify possible multifunctional uses provided for in the Urban Zoning of the area under study, there are zones with potential multifunctional uses, such as Special Zone of Historical-Cultural Interest (ZEIHC), Special Zone of Urbanistic-Environmental Interest (ZEIUA), Environmental Protection Zone (ZPA) and Special Zone of Environmental Interest (ZEIA). Nevertheless, there are no specific laws or effective actions for the revitalization or implementation of GBIs or other solutions based on nature (Figure 11).

Considering that one of the hypotheses of the city's origin was related to the exploitation of alluvial gold, as suggested by the city's name, the city's streams should be viewed as a natural site to be protected. However, according to the Lavras Cultural Collection Protection Inventory (PML, 2019), there is still no protected natural site in the municipality, other than a tree (*Tipuana tipu*) in the city's main square.



Figure 11 - Urban zoning proposed in the area under study according to the Local Master Plan.



Source: Author (2021).

Although the revitalization and construction of green areas along the watercourses have been sanctioned for more than 10 years in the Master Plan (PML, 2007), solutions that contribute to that have not yet been implemented. Moreover, it is known that revitalizing watercourses is fundamental for benefiting ecosystem services, and not only for being used as draining and transporting sewage, residues, and flood waters (SELLES et al. 2001).

For Coy (2013), the explanations may differ depending on each specific case, the political-institutional framework of the place, power relations, the interests of possible investors, among other factors. In Campinas/SP, Brazil, the *Ribeirão das Pedras Linear Park* is a successful example of the implementation of green-blue infrastructure for the revitalization of watercourses (FOLONI; CONSTANTINO, 2016). Other ongoing projects indicate the importance of public-private partnerships and the consideration of river basins and sub-basins for the urban zoning present in local master plans (FOLONI; CONSTANTINO, 2016).

According to the City Statute for Brazil (BRASIL, 2001), the elaboration and implementation of Master Plans must occur with the participation of all segments of society. They should also define impacts on the various environmental, social, and economic areas, favoring the multifunctional use of areas susceptible to geological and hydrological processes, as well as new expansion areas.

### **3.3 Quali-quantitative analysis – structured questionnaires and semi-structured interviews**

According to Berque (1994, p. 17) “*society perceives its environment as a function of the changes they make, and they change as a function of the perception they have*”. The integration of a river into the city depends on factors such as economy, means of communication and transport, urban expansion projects, public policies, and the behavior of the inhabitants (COY, 2013). To understand how different segments of society perceive spaces around watercourses and whether there is an idea of multifunctionality, different actors, public, private and civil society were interviewed.

#### **3.3.1 Questionnaires**

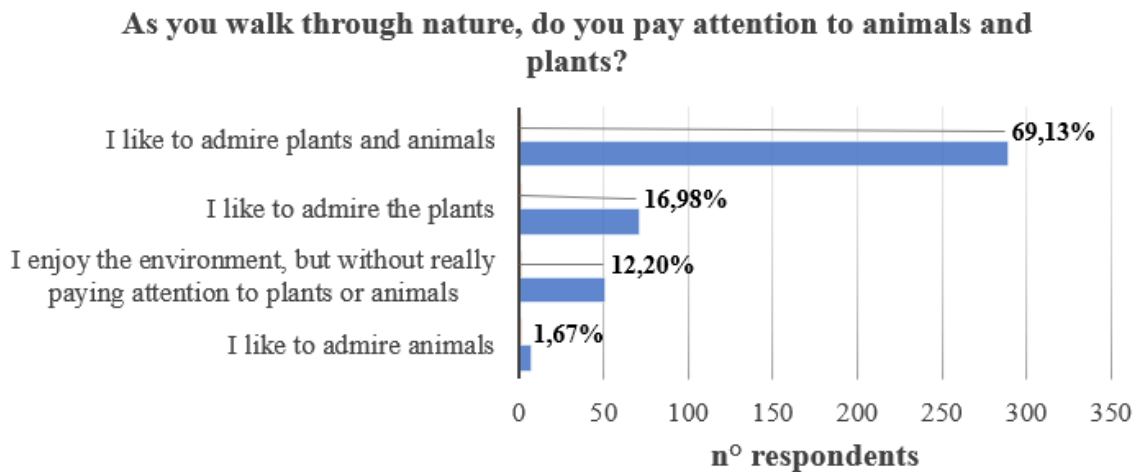
Out of the 418 respondents, 59.09% were women, 40.66%, men and 0.24% preferred not to identify their gender. The ages of respondents ranged from 18 to over 75 years, being 19.13% between 18-25 years, 43.78% between 26-40 years, 21.77% between 41-60 years, 15.31% over 61 years old, of which only 3% were over 75 years old.

The average income of most respondents was between 1,000 and 3,000 reais per month, which represents 37.32% of the total sample. Among those interviewed, 97.13% resided in Lavras and 2.87% lived elsewhere. Considering the residents of Lavras, most respondents (24.13%) live in the city center.

The five green areas most cited by the respondents were UFLA (76.55%), Praça Dr. Augusto Silva (66.02%), Represa do Funil (47.13%), Parque Quedas do Rio Bonito (36.60%) and Praça Dr. Jorge (25.59%). It is important to highlight that the first 4 have a water element in the landscape in the form of lakes, rivers, or fountains. The least mentioned ones coincide with the results found by Garcia et al. (2021), consisting of squares without adequate infrastructure, without vegetation and with high impermeabilization. When walking through these places, 69.13% say they pay attention to animals and plants (Figure 12). The experience

in nature is the motivation to lead people to attend green areas more often (SALGADO et al., 2016).

Figure 12 - Perception of nature in green areas.



Source: Author (2021)

The respondents were asked to identify the three most pleasant environments, according to their own opinion, based on images presented to them. The images were A) a wooded park, with paths and benches, B) a fountain surrounded by shrubs and statues, C) a dam surrounded by vegetation, D) a straight path with shrubs, E) a lawn with exposed rocks and vegetation with few leaves, and F) a small lake surrounded by paths, benches, trees, and a lawn. The highest frequency was indicated for F) a small lake surrounded by paths, benches, trees and lawn (84.21%), followed by C) a dam surrounded by vegetation (74.40%), and A) a wooded park, with paths and benches (74.16%).

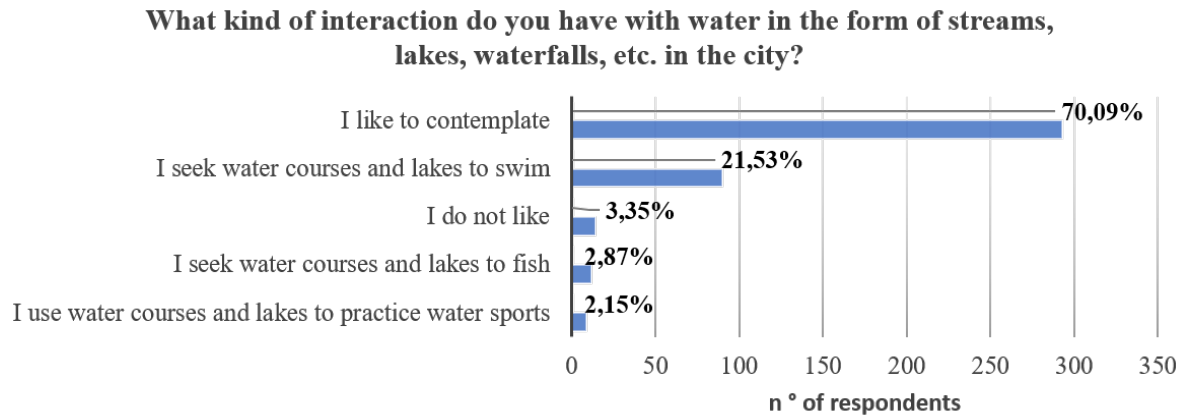
Two of the respondents' favorite options included water in different forms in the landscape (Lake, Dam), which may indicate the importance people give to the water element as a component of green spaces. 94.49% of participants confirmed this importance.

When asked which streams in Lavras they knew best, most respondents indicated Ribeirão Vermelho (62.44%), Córrego do Centenário (33.25%) and Ribeirão Água Limpa (30.62%) followed by the Ribeirão Santa Casa (19.61%) and the Ribeirão Matadouro (18.18%).

The main relationship established between respondents and the landscapes of rivers and lakes in the city is for contemplative use (70.09%) (Figure 13). Among respondents who

said they do not like rivers, 42.85% justified their choices due to poor water quality, 28.57% thought it was dangerous and 21.42% said they did not have infrastructure.

Figure 13 - Most common uses for the rivers of Lavras.

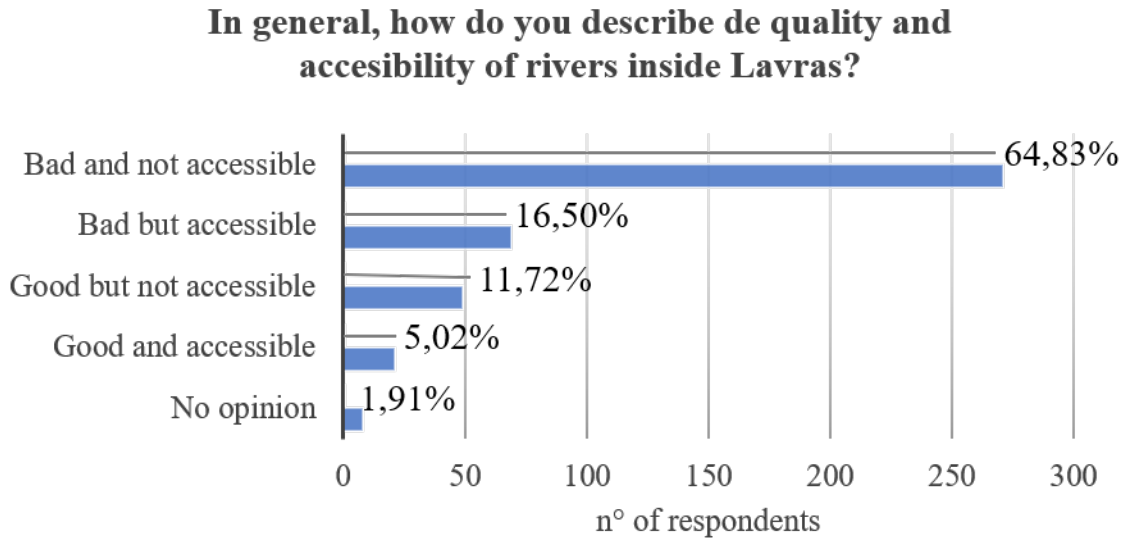


Source: Author (2021).

From these results, it is worth pointing out that, as shown in the analysis of land use and occupation, most of the uses determined in the urban zoning of the study area do not allow a simultaneous use of different functions such as, nature preservation, leisure, economic activities, which does not contribute to integration of rivers into the city. According to Soga (2015), people who live close to multifunctional areas, such as green areas, use them more often.

The largely contemplate use can be explained by the poor quality and accessibility of these spaces declared by 64.83% of respondents. In a small proportion, 16.51% believe access to rivers is easy but poor in quality, 11.72% of respondents consider them inaccessible, but of good quality. Only 5.02% were satisfied with the quality of and accessibility to river landscapes and 1.91% did not have an opinion (Figure 14).

Figure 14 - Opinion on quality of and accessibility to streams of Lavras.

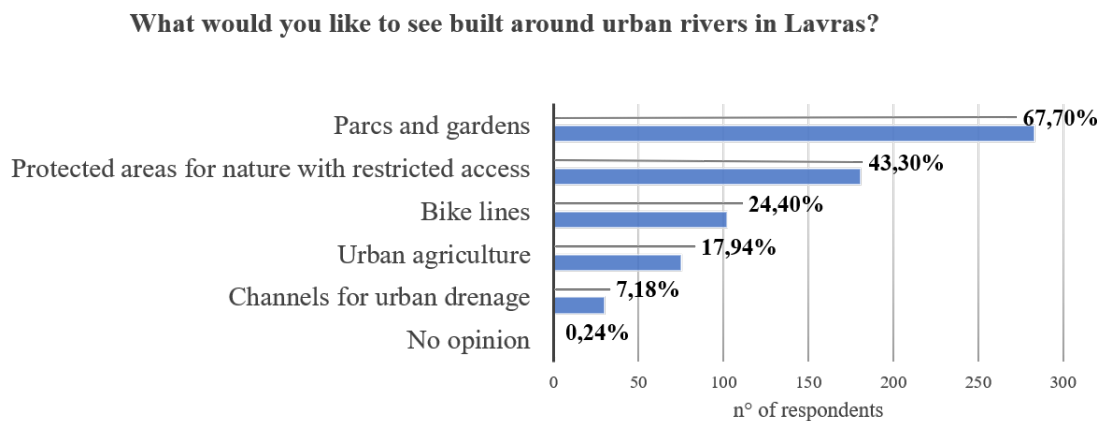


Source: Author (2021).

Despite the poor quality and difficult access to spaces around the rivers, the population values water as an important element in the composition of green spaces. In other words, the conditions in which these spaces are do not meet the population's expectations in relation to the water element in the city.

In order to understand the uses respondents would expect of these places, the sense revealed that 67.70% of the interviewees suggest the construction of parks and gardens (GBIs), followed by revitalization and protection with restricted access (43.30%) and construction of bike paths (24.40%). The least indicated action was the closing and canalizing rivers (7.17%) (Figure 15).

Figure 15 - Uses of watercourses desired by the population.



Source: Author (2021).

According to Jim (2013), watercourses provide an important landscape element for the development of green and blue infrastructure, as people's affinity for the water element can increase the appeal of public green areas and, thus, help to revitalize or preserve natural waterways that run through cities.

In addition, some areas around watercourses in Lavras have been used to encourage urban agriculture through community gardens (ARAÚJO; ASSIS, 2016). Analyzing the profile of the respondents, considering their contact with the countryside or agriculture, 81.58% have already lived or had a close contact with life in the countryside, compared to 18.42% who neither have nor have had this experience. Also, 22.96% of the respondents have a garden and or a vegetable garden, 22.48% have only a vegetable garden, 14.35% have only a garden, and 40.19% have neither. For those who do not have a garden or a vegetable garden, the reason was lack of space (31.81%).

When asked if they know of shared gardens in Lavras, 38.04% said they do and 61.96% do not. These results may relate to what people would like to see built around urban rivers if they could participate in their management, given that 17.94% of respondents chose to build urban gardens.

To understand the respondents' habits, the preferred places to buy fruit and vegetables are open-air markets (60.52%), followed by supermarkets (18.66%). Furthermore, to verify the preference for local products, 95.21% would buy local products grown close to their homes.

Society has been looking for a sustainable lifestyle, and these challenges need to be faced by a diverse ecosystem of private actors, universities, civil society, and politicians (BACCARNE et al, 2016).

### **3.3.2 Interviews**

According to Andrade (2019), there is a low participation of civil society in the elaboration of urban policies in Lavras, mostly built by representatives of the economic sector. Thus, to capture the perceptions of Lavras' stakeholders on the issue of watercourses in the city, representatives of the public sector were interviewed, such as the Department of Public Works (Interview 1), a Candidate for Mayor for year 2020 (Interview 2), and a member of Environment office (Interview 3), and from the private sector, a Forestry Engineer of a Construction Company in Lavras (Interview 4).

When asked about the perception of uses and occupations around watercourses, an interviewed from the private sector from Lavras (Interview 4) states that, currently, all areas around rivers and springs must be isolated and protected (PPZs), upon delivery of new allotments:

Nowadays, 100% of the PPZs that are requested from us must be isolated without any possibility of interaction with the population. The current legislation of the municipality of Lavras treats a green area as a square, outside the PPZ. The level of interaction that exists among the population for the environmental use of a green area is a square, which is an interlocked floor, 2, 3, 10 planted (Ipês - *handroanthus albus*) and benches, which is practically urbanization. It doesn't offer interaction opportunities as a linear park do, which you can sit on the grass and have a picnic, for example, it's another kind of environmental service (Interview 4)

Among the difficulties encountered in defining uses for these areas, the respondent from the private sector also states that there is great difficulty dialoguing with public stakeholders and environmental councils, especially regarding the definition of concepts such as restoration and green area to be applied:

[...] there is an extremely harmful technical bottleneck... the legislation is flawed, yes, but we find a much greater difficulty in the technical discussion of the councils, in the technical dialogue with secretariats, which today does not exist in Lavras. Restoration has different meaning for each one (Interview 4)

Given the difficulty defining these concepts, even among researchers (BARGOS, 2011), the specification of concepts and techniques is necessary.

Still on the difficulties encountered, now about the management of PPZs by the public sector, the representative of the works department (Interview 1) mentions the reduced staff of the city hall and the difficulty establishing partnerships with universities as limitations.

The city hall does not have a technical body to go "in loco" to check if there is a spring, so the responsibility falls on the Technical Manager of the developer, who tells us that there are no springs, and we are forced to believe. [...] I believe that from 2016 onwards, the delay for approval of subdivisions has been greater, as there are several guidelines, and in these, one thing that is very well observed is the preservation of PPZs. Visiting the place and in case of doubts, we leave it to the entrepreneur. (Interview 1)

Although the public sector in several cities has already realized the potential of the areas surrounding watercourses for carrying out works of common interest, to improve the

city's image and its attractiveness for high quality investments (COY, 2013; LOTFI, 2017), multifunctional solutions, such as public green areas and other green infrastructures, have not yet been used in the city of Lavras.

When asking public sector representatives (Interviews 1 and 3) about the function of watercourses in the city, it was alleged that some springs preserved in the city still have a certain natural function; however, most watercourses in old settlements are seen only as drainage systems. Furthermore, the importance of specific legislation and a policy to invest in green infrastructure is emphasized:

The urban area is consolidated in many places, but I think that what we could do, when the area does not offer a risk, is something that brings some benefit to the population [...] There could be other leisure and environmental functions if there were one specific legislation and a mayor to invest in it. (Interview 1)

Both for the representative from the public sector (Interview 3) and for the representative from the private sector (Interview 4), the law is still not clear about the uses of PPZs in urban areas. When referring to canalized streams, open streams, and consolidated areas, so far, there have been no actions to improve accessibility and interaction between inhabitants and the watercourses in Lavras.

In an interview given to the public during the pre-election period in 2020, candidates expressed their opinion on how the city's flooding problems should be addressed. According to them, the solution would be to invest heavily in rainwater drainage and cleaning of channels to accelerate surface drainage.

We have to invest heavily in rainwater drainage. No mayor likes to do it because it is a work that is done underground, but we did many kilometers of rainwater drainage, it has improved a lot, but if you do not maintain these streams that pass through the city, and remove weeds and stones from the path when the rainy season starts, we will have floods.[...] There are still some channels to close, some galleries, but today the Local Environment Department prefers to maintain the channel open. (Interview 2)

On the other hand, Cengiz (2013) and other authors recommend avoiding rigid artificial systems, but rather installing natural landscapes, as they make it possible to restore the natural functions of watercourses, filter pollutants, prevent erosion of the banks and the canalization of the stream's bed.



In this context, watercourses and their geomorphologies form “landscape systems” that should comprise all types of management involving the landscape. In different scales, landscape systems have unique elements, with the potential to exert changes to contribute to the lost balance between man and nature in urban centers (HOYUELA JAYO, 2017).

## 4 CONCLUSIONS

Through the geo-historical analysis, it was possible to observe that after the 1980s, the watercourses present in the consolidated areas in the center of Lavras underwent major changes, undermining their natural, social, and economic functions, but maintaining only their drainage functions. From the implementation of the new Brazilian Forest Code in 2012, the areas in expansion prioritize the preservation of the natural function, but lack the incentive to implement the other functions such as social and economic.

Despite current legislation providing for the multifunctional use of watercourses and their surroundings, many have a predominance of one function over the others. Others are monofunctional and do not contribute to reintegrating watercourses into the urban landscape of Lavras or to improving the population's quality of life.

Public and private actors recognize the lack of clarity and specificity of current legislation, regarding the possible uses of these urban spaces. The government has not yet managed to implement green and blue infrastructures (GBIs) to reconcile the natural, social, and economic functions of streams and creeks, but still allows the use of techniques for sealing soils and canalizing watercourses.

Although the inhabitants value the presence of watercourses in the urban landscape and prefer multifunctional solutions, such as green and blue infrastructure, a low participation in public decisions hinders the implementation of these solutions. Lavras does not have an established blue infrastructure, considering that the existing watercourses are not used by the population with social and economic functions.

The lack of information about these spaces and the difficult access to them contribute to the lack of clarity in the legislation. Participatory and transdisciplinary processes could help stakeholders and sensitize the population to the importance of urban rivers and their multifunctional role.

## REFERENCES

- AHERN, J. Greenways as a planning strategy. **Landscape and urban planning**, v. 33, n. 1-3, p. 131-155, 1995.
- ALVES, S. F. N. S. C.; SOUSA, R.B. ; PAIVA, P. D. O. **História da Praça Severiano Rezende - o Largo do Tamandaré em São João del-Rei**. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, 2017. v. 1. 39p .
- ANDRADE, L. F. S. **Construção das políticas urbanas em Lavras - MG: A busca pelo direito à cidade em um espaço disputado**. Tese (Doutorado em Administração). Universidade Federal de Lavras. 2019
- ANTROP, M.; VAN EETVELDE, V.. Holistic aspects of suburban landscapes: visual image interpretation and landscape metrics. **Landscape and urban planning**, v. 50, n. 1-3, p. 43-58, 2000.
- APM - ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO - Disponível em <http://www.siaapm.cultura.mg.gov.br/> Acesso em: 18 jan 2021
- ARAÚJO, H.M.; ASSIS, T. R. P. ; MARTINS, A. P.B.. Agricultura urbana e segurança alimentar: estudo de caso da horta comunitária da COHAB em Lavras/MG. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.
- ARTMANN, M.; SARTISON, K.. The role of urban agriculture as a nature-based solution: A review for developing a systemic assessment framework. **Sustainability**, v. 10, n. 6, p. 1937, 2018.
- BACCARNE, B. et al. Governing quintuple helix innovation: urban living labs and socio-ecological entrepreneurship. **Technology Innovation Management Review**, v. 6, n. 3, p. 22-30, 2016.
- BAPTISTA, M. B.; CARDOSO, A. S.. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história.. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 20, n. 2, p. 124-153, 2013.
- BARGOS, D.C ; MATIAS, L.F . **Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 6, p. 172-188, 2011.
- BERQUE, A.. **Cinq propositions pour une théorie du paysage**. Editions Champ Vallon, 1994.
- BLANCHET, A. GOTMAN, A.. L'enquête et ses méthodes: l'entretien. **Nathan**, Paris, 1992
- BOLDRIN, K.V.F. et al. Quantitative inventory and analysis of the green areas in Lavras-MG and index evolution. **Ornamental Horticulture**, v. 22, n. 2, p. 138-142, 2016.
- BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S.. Ecosystem services in urban areas. **Ecological economics**, v. 29, n. 2, p. 293-301, 1999.

BRASIL. **Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966.** Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Municípios. Disponível em : [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/15172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15172.htm) Acesso: 20 Fev. 2019.

BRASIL. **Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, 2001. Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)> Acesso em: 26 abril 2020.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm) . Acesso em: 7 abril. 2019.

BRASIL, **Lei nº 13.465, de 2017.** Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/113465.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113465.htm) Acesso em: 7 jan. 2020.

BRASIL - PORTARIA MMA Nº 443, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014. Disponível em: [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria\\_mma\\_443\\_2014.pdf](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf) Acesso: 17/06/2020

BUENO, L. M. M.. Faixas marginais aos rios urbanos: o que fazer? **Oculum Ensaios: Revista de arquitetura e urbanismo**, n. 6, p. 9, 2006.

CAR - CADASTRO AMBIENTAL RURAL. Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads?sigla=MG> Acesso: 20 jan 2021

CARVALHO, L. M. T.; SCOLFORO J. R. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Monitoramento da flora nativa 2005-2007.** Lavras: Editora UFLA, 2008.

CENGIZ, B.. Urban river landscapes. *In: Advances in landscape architecture.* IntechOpen, 2013.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Disponível em: Acesso em 17 jan. 2020.

CORMIER, Laure; DE LAJARTRE, Arnaud Bernard; CARCAUD, Nathalie. La planification des trames vertes, du global au local: réalités et limites. **Cybergeo: European Journal of Geography**, Aménagement, Urbanisme. 504, p. 1-33, 2010. Disponível em: <http://cybergeo.revues.org/index23187.html> Acesso em: 19 set. 2019

COY, M. A interação rio-cidade e a revitalização urbana: experiências europeias e perspectivas para a América Latina. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia**, n. 18, 2013.

COSTA, F. **Vida Escolar de Firmino Costa (1907 – 1908); organização e notas por Geovani Németh-Torres.** Lavras, MG; Geovani Németh-Torres. 2015

COUTTS, C.; HAHN, M. G. Infrastructure, Ecosystem Services, and Human Health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, n. 12, v. 8, 2015.

CLERGEAU, P. Services écologiques et Trame Verte Urbaine. Note de recherche. **Vertigo- la revue électronique en sciences de l'environnement**, n. Hors-série 12, 2012.

CRUZ, L. C.; POMPEU, P .S. Drivers of fish assemblage structures in a Neotropical urban watershed. **Urban Ecosystems**, p. 1-11, 2020.

DANTAS, A.A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E.. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.

DELPHIM, A.A. M., 1942-. **Dicionário de Lavras de A a Z/ Ângelo Alberto de Moura Delphim**. Lavras, MG: Geovani Németh-Torres, 106p. 2020

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. MJ. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.

DELLAS, E.et al. Realising synergies in follow-up and review: The role of local and regional governments and their partners in the follow-up and review of global sustainability agendas. **Adelphi consult GmbH and Cities Alliance**, 2018.

EVERARD, M.; MOGGRIDGE, H. L. Rediscovering the value of urban rivers. **Urban Ecosystems**, v. 15, n. 2, p. 293-314, 2012.

FAGUNDES, B.. Rios urbanos e a política de canalização. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 416-425, 2020.

FOLONI, F. M.; CONSTANTINO, N. RT. Reconciliando rios urbanos com a paisagem: levantamento de estudos de caso. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 4, n. 23, 2016.

FRANCO, R. M. As políticas habitacionais e as mudanças na paisagem urbana de Londrina. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 1, n. 2, p. 32-50, 2014

FURTINI, M. B.; FERREIRA, E.; SAMPAIO, F. M. T. Análise temporal da permeabilidade da superfície urbana da sub-bacia do córrego centenário em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1145-1154, 2007.

GARCIA, C.S.G.; ALVES, S. F.N. S. C. ; PAIVA, P. D. O. **História do jardim da avenida Tancredo Neves - a praia de São João del-Rey**. Lavras: Editora UFLA, 2011. 35p

GARCIA, C.S. G. et al. Distribution of urban green spaces: Comparative analysis between cities in different countries. **Ornamental Horticulture**, v. 27, n. 1, p. 8-19, 2021.

GUIMARÃES, J. C. C. et al. Abordagem de práticas conservacionistas na recuperação de voçorocas. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia**, v. 8, n. 14, 2012.

HANSEN, R.; PAULEIT, S.. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. **Ambio**, v. 43, n. 4, p. 516-529, 2014.

HERVIEU, B.. La multifonctionnalité de l'agriculture: genèse et fondements d'une nouvelle approche conceptuelle de l'activité agricole. **Cahiers agricoles**, v. 11, n. 6, p. 415-419, 2002.

HOYUELA JAYO, J. A. A paisagem como instrumento para um planejamento sustentável: uma visão dialética entre Europa e o Brasil. *In*. OLIVEIRA M.L, CUSTÓDIO M.M, & LIMA C.C (org.), **Direito e paisagem: a afirmação de um direito fundamental individual e difuso**. Belo Horizonte: Editora D'Plácido, 2017.

IAU îdF. Institut d'Aménagement et d'Urbanisme – Île de France. La multifonctionnalité des trames verte et bleue en zones urbaines et périurbaines. Synthèse bibliographique / décembre 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 21 de fev. 2018

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. “Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (2013) 1535 pp.

JIM, C. Y.. Sustainable urban greening strategies for compact cities in developing and developed economies. **Urban Ecosystems**, v. 16, n. 4, p. 741-761, 2013.

KATO, S.; AHERN, J.. Multifunctional landscapes as a basis for sustainable landscape development. **Journal of the Japanese Institute of Landscape Architecture**, v. 72, n. 5, p. 799-804, 2009.

KIM, G.; COSEO, P. Urban park systems to support sustainability: the role of urban park systems in hot arid urban climates. **Forests**, v. 9, n. 7, p. 439, 2018.

LAMOND, J.; EVERETT, G.. Sustainable Blue-Green Infrastructure: A social practice approach to understanding community preferences and stewardship. **Landscape and Urban Planning**, v. 191, p. 103639, 2019.

LANGEMEYER, J. et al. Urban agriculture—A necessary pathway towards urban resilience and global sustainability?. **Landscape and Urban Planning**, v. 210, p. 104055, 2021.

LAUGIER, R.. Trame verte et bleue, Synthèse documentaire établie par Robert Laugier pour le compte du Centre de Ressources Documentaires Aménagement Logement Nature (CRDALN), 2010. Disponível em : <http://www.paysagistes-conseils.org/sites/apce/files/contenus/tramevertebleue.pdf> Acesso em: 10 out 2020

LOMBARDI, V. T. et al. Registros notáveis de aves para o sul do estado de Minas Gerais, Brasil. **Cotinga**, v. 34, n. 1012, p. 32-45, 2012.

LOPES, L. E.; PEIXOTO, H. J.C. Aves campestres ameaçadas de extinção encontradas nos Campos do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais: notas sobre sua história natural e

proposições para estudos futuros. **Atualidades Ornitológicas** 201, 2018. Disponível em: [http://www.ao.com.br/download/AO201\\_40.pdf](http://www.ao.com.br/download/AO201_40.pdf) Acesso em: 21 out 2020

LOPES, N. D.; GOES, H. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: Lavras, MG.** CPRM, 2015.

LOTFI, M. et al. Les services écosystémiques urbains, vers une multifonctionnalité des espaces verts publics: revue de littérature. **Environnement Urbain/Urban Environment**. v. 11, 2017.

LUZ, I. C. A.; PAIVA, P. D.O.; ALVES, S. F. N. S. C.. Train station area gardens: the creation and evolution of Dr. José Esteves Square, in Lavras-MG. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 4, p. 432-443, 2017.

MARTINES, M. R. et al. Spatial segregation in floodplain: An approach to correlate physical and human dimensions for urban planning. **Cities**, v. 97, p. 102551, 2020.

MARTINS, G.A.; THEÓPHILO, C.R. **Metodologia da investigação científica para Ciências Sociais Aplicadas.** São Paulo: Atlas, 2009.

MASCARÓ, J. L. **Desenho urbano e custos de urbanização**, 2ed. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editora, 1989. 175p.

MCDONALD, R. I. Ecosystem service demand and supply along the urban-to-rural gradient. **Journal of conservation planning**, v. 5, n. 5, p. 1-14, 2009.

MEIRELLES FILHO, J.; MIRANDA, E. E. **Rios do Brasil. História e cultura.** 1.ed. São Paulo: Metalivros. 304 p. 2016

MENEZES, P. M. L.; FERNANDES, M.C. **Roteiro de cartografia.** Oficina de Textos, 2016.

MOURA, A. S.; CORRÊA, B. S.; ABRANCHES, C. T. S. Distribuição da avifauna em um fragmento de mata nativa em área urbana no município de Lavras, Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 2, n. 2, 2010.

MOREIRA, F. S. A.; VITORINO, M. I.. Elementos Para Uma Sustentabilidade Urbana e Ambiental em Belém, Pará: Um Ensaio da Trama Verde e Azul. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 264-279, 2019.

NÉMETH-TORRES, G.. **História Geral de Lavras.** Volume I/ Geovani Németh-Torres. - Lavras, MG: Geovani Németh-Torres. 296 p. 2018

PAIVA, P.D.O.; SOUSA, R.B.; ALVES, S.F. N. S.C. Patchwork quilt: A methodology proposed for the study of historic gardens. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 62, p. 127169, 2021.

PBMC - PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. “Mudanças Climáticas e Cidades”. **Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [RIBEIRO, S.K., SANTOS, A.S. (org.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p. 2016.

PINTO, L. V. A. et al. **Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG**. Scientia Forestalis (IPEF), v. 65, p. 197-206, 2004.

PML – PREFEITURA MUNICIPAL DE LAVRAS – **Lei complementar nº 097, de 17 de abril de 2007**. Institui o plano diretor do município de Lavras. Disponível em: <<http://www.lavras.mg.gov.br>>. Acesso em: 21 Fev. de 2018

PML - PREFEITURA MUNICIPAL DE LAVRAS - **Inventário de Proteção ao Acervo Cultural de Lavras**. Disponível em: <http://www.ipatrimonio.org/wp-content/uploads/2018/10/Lista-de-bens-da-Prefeitura-Municipal-de-Lavras-MG.pdf>. Acesso: 02 Jun 2019

QGIS Development Team. Quantum GIS Geographical Information System v3.16.1. Open Source Geospatial Foundation project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 8 mai 2017.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/> Acesso em: 2016

REIS, A.A. et al. Land use and occupation analysis of Permanent Preservation Areas in Lavras County, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 3, p. 300-308, 2012.

RESENDE, M. L. C.; SALES, C.L.; ROCHA, L.C.; FONSECA, B.M. Mapeamento da arte rupestre na Estrada Real. **Revista do Arquivo Público Mineiro**, p. 109-125, 2010.

REYNOSO, A. E. G. Teorías e métodos para la restauración de ríos. *In: Rescate de ríos urbanos*. Propuestas conceptuales y metodológicas para la restauración y rehabilitación de ríos. Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinación de Humanidades. Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad. México, p. 56-67, 2010

REZENDE, G.B. M.; ARAÚJO, S. M. S. As Cidades e as Águas: ocupações urbanas nas margens de rios. **Revista de Geografia**, v. 33, n. 2, 2016

ROY, M. et al. Climate change and declining levels of green structures: Life in informal settlements of Dar es Salaam, Tanzania. **Landscape and Urban Planning**, v. 180, p. 282-293, 2018.

SAINT-ADOLPHE, J. C. R. M. **Diccionario Geographico, Historico e Descriptivo, do Imperio do Brazil**. Paris: J. P. Aillaud, , tomo I, pp. 556-557. 1845

SALGADO, M. C. R.; FIGUEIREDO, P. H. F.; BOLDRIN, K. V. F.; SOUSA, R. B.; PAIVA, P. D. O. Parque ecológico Quedas do Rio Bonito: percepções da frequência de visita. **Ornamental Horticulture**, v. 22, n. 2, p. 172-179, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v22i2.894>

SBAU - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA. **Carta a Londrina e Ibiporã**. Boletim Informativo, v.3 , n.5, p.3, 1996.



SELLES, I. M. et al. **Revitalização de rios—orientação técnica**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001, v.11.78p.

SELMI, W.; WEBER, C.; MEHDI, L. Multifonctionnalité des espaces végétalisés urbains. **Vertigo: la revue électronique en sciences de l'environnement**, v. 13, n. 2, 2013.

SILVA, A.T. ; PAIVA, P.D.O. **Do Romantismo à Atualidade: Lavras, história de uma praça**. Lavras; UFLA, 2008. 192p.

SILVA-SÁNCHEZ, S.; JACOBI, P. R. Políticas de recuperação de rios urbanos na cidade de São Paulo. Possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 14, n. 2, p. 119-132, 2012.

SILVEIRA, A. L.L. Trama verde-azul e drenagem urbana sustentável. **Planejamento e gestão territorial: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos**. Criciúma: EDIUNESC, 2018. cap. 3, p. 69-91

SIMON, D. The challenges of global environmental change for urban Africa. *In: Urban Forum*. Springer Netherlands, 2010. p. 235-248.

SOGA, M., et al. Reducing the extinction of experience: Association between urban form and recreational use of public greenspace. **Landscape and Urban Planning**, 143,69–75.2015

SOUSA, R. B.; PAIVA, P.D.O.; CARCAUD, N. Análise diacrônica de uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanentes (APPs) ao longo de rios urbanos. *In: FIDALGO, P. (org) Dinâmicas da paisagem: entre a realidade e o desejo*. Lisboa: HTC - História, Territórios, Comunidades Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa. v.4. 2021

SOUZA, D. T. P. et al. Regenerating the Socio-Ecological Quality of Urban Streams: The Potential of a Social Learning Approach. *In: Environment and Development*, p.67-98., 2021.

TEIXEIRA, R. L.P.; PESSOA, Z. S.. Mudanças climáticas, experimentação de políticas públicas e capacidade adaptativa na cidade de curitiba/pr-brasil. **Revista Inter-Legere**, v. 3, n. 27, p. c18712-c18712, 2020.

VEIGA B. S. **Almanach Sul- Mineiro**. Campanha, MG: Typographia do “Monitor Sul-Mineiro”. 1874

WIGGERING, H. et al. Indicators for multifunctional land use—Linking socio-economic requirements with landscape potentials. **Ecological indicators**, v. 6, n. 1, p. 238-249, 2006.

YEAKLEY, J. A..et al. Ecosystem services of streams and rivers. *In: GILVEAR D, GREENWOOD M, THOMS M, WOOD P (org) River science: research and management for the 21st century*. Wiley-Blackwell, Chichester, p.335–352, 2016

ZINIA, N. J.; MCSHANE, P. Ecosystem services management: An evaluation of green adaptations for urban development in Dhaka, Bangladesh. **Landscape and urban planning**, v. 173, p. 23-32, 2018.

**Interviews**

Interview 1 – Member of Department of Public Works. Lavras, 26 de outubro 2020. Interview recorded by Rafael de Brito Sousa

Interview 2 - Candidate for Mayor for year 2020. Lavras, 03 de novembro 2020. Public Interview registered in Instagram (Direct Messenger)

Interview 3 – Member of Department of Environment. Lavras, 10 de fevereiro 2021. Interview recorded by Rafael de Brito Sousa

Interview 4 - Forestry Engineer from a Construction Company from Lavras. Lavras, 23 de março 2021. Interview recorded by Rafael de Brito Sousa

**APPENDIX A – SOURCES OF MAPS AND AERIAL PHOTOGRAPHS ACORDING  
TO THEIR SCALE AND SPACIAL RESOLUTIONS**

| <b>Mapas e fotografias aéreas</b> |  |  |   |  |
|-----------------------------------|--|--|---|--|
| <b>Data</b>                       | <b>Título</b>  | <b>Autor</b>   | <b>Fonte</b>  | <b>Detalhe (escala/<br/>resolução)</b> |
| 1898                              | Comissão Geographica e Geologica do Estado de Minas Gerais Folha nº8 {S102     | Chefe: Alvaro da Silveira                                  | Arquivo Público Mineiro   | 1/100.000                              |
| 1927                              | Município de Lavras  | Affonso de Guayra Heberle                                  | Album Chorographico do Estado de Minas Gerais                                 | 1/300.000                              |
| 1939                              | Estado de Minas Gerais Município de Lavras                                     | Chefe do Serviço Geográfico: Benedicto Quintino dos Santos | Arquivo Público Mineiro   | 1/10.000                               |
| 1960                              | Fotografias aéreas Lavras  | -  | Arquivo pessoal de Renato Libeck (em memória) e Alcione de Oliveira           | -                                      |
| 1969                              | Carta do Brasil Folhas Nepomuceno SF-23-I-II-4 Carmo da Cachoeira SF-23-I-II-2 | Serviço Geográfico da Fundação IBGE                        | IBGE  | 1/50.000                               |
| 1975                              | Carta do Brasil Folhas Lavras SF-23-X-C-I-1 Itumirim SF-23-X-C-I-3             | Serviço Geográfico da Fundação IBGE                        | IBGE  | 1/50.000                               |
| 1985                              | Fotografia aérea   | CEMIG 1985   | Arquivo Pessoal de Alcione de Oliveira  | -                                      |
| 2003                              | Imagem de aérea Worldview-2 (DigitalGlobe)                                     | -  | Google Earth  | Resolução 0,5m                         |
| 2014                              | Fotografia aérea ortoretificada  | -  | Conselho Municipal de Conservação e Defesa do Meio Ambiente (CODEMA - Lavras) | Resolução 0,07m                        |
| 2019                              | Fotografia aérea   | Alan da Silva  | Prefeitura Municipal de Lavras  | 0,07m                                  |

Tabela: Rafael Brito, 2021.

## APPENDIX B – SURVEY MADE WITH INHABITANTS AND VISITORS OF LAVRAS

### CÓRREGOS E RIBEIRÕES DE LAVRAS E SEUS USOS

Com a expansão da cidade as áreas livres, dentre as quais destacam-se as áreas em torno de nascentes, córregos e ribeirões, sofrem conflitos de uso e ocupação. O objetivo deste questionário é saber qual sua percepção sobre essas áreas na cidade de Lavras. Esta pesquisa é anônima. As informações pessoais são apenas para obter uma ideia geral da população.

#### \*Obrigatório

**1** Em qual cidade você mora? \*Marcar apenas uma.

- Lavras - Outro:

**2** Se em Lavras, em qual bairro? \*

#### Natureza na cidade

**3** Na sua opinião, olhando os mapas abaixo, quais praças ou lugares você prefere ir para admirar a natureza e se repousar? (Marque os locais que vêm primeiro a sua mente. O mapa e a lista são para auxiliar caso não se lembre o nome do local) \*

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1 Praça Dr. Leonardo Venerando        | 28 Praça Floriano Ignácio de Jesus               |
| 2 Praça Dr. Augusto Silva             | 29 Praça John Wheelock                           |
| 3 Praça Mariana Rosa de Souza         | 30 Praça do Alta Villa Lavras                    |
| 4 Praça das Rosas                     | 31 Praça dos Ipês                                |
| 5 Praça Maria Pádua Menicucci         | 32 Praça Artur Santos Penoni                     |
| 6 Praça dos Crisântemos               | 33 Praça do Postinho                             |
| 7 Praça Sebastião Alcântara           | 34 Praça Jardim Campestre III                    |
| 8 Praça São Pedro                     | 35 Praça nova Monte Líbano                       |
| 9 Praça José Esteves                  | 36 Praça das Margaridas                          |
| 10 Praça Dr. Jorge                    | 37 Praça corredor COHAB                          |
| 11 Praça Monsenhor Domingos Pinheiro  | 38 Praça João Albex                              |
| 12 Praça Dona Josefina                | 39 Praça do Cemitério da Saudade                 |
| 13 Praça Tenente Francisco Souza Lima | 40 Praça do Cruzeiro                             |
| 14 Praça Bocaina I                    | 41 Praça Duque da Rocha                          |
| 15 Praça Bocaina II                   | 42 Praça da Água Limpa (em cima)                 |
| 16 Praça Dr. Rafael Menicucci         | 43 Praça entrada do Rex/ Shopping                |
| 17 Praça Joaquim Vitor                | 44 Praça da UNILAVRAS                            |
| 18 Praça dos Governadores             | 45 Praça NS de Fátima (Acima do Lavras Shopping) |
| 19 Praça Gilbram Simão                | 46 Parque Quedas do Rio Bonito                   |
| 20 Praça da Igreja São Sebastião      | 47 UFLA  |
| 21 Praça da JK                        | 48 Represa do funil                              |
| 22 Praça da Água Limpa (embaixo)      | 49 Meu jardim ou casa de campo                   |
| 23 Praça Antônio Vilela de Andrade    | 50 Pedreira                                      |
| 24 Praça do Jardim Fabiana            | 51 Parque leste                                  |
| 25 Praça do Monte Líbano              | 52 Aeroporto                                     |
| 26 Praça Juca da Serra                | 53 Serra da Bocaina                              |
| 27 Praça Elba Terra                   |  |

4 À medida que você caminha por esses lugares, você presta atenção em animais e plantas? \*  
*Marcar apenas uma.*

- Eu aproveito o ambiente, mas sem realmente prestar atenção em plantas ou animais
- Eu gosto de admirar plantas
- Eu gosto de admirar os animais
- Eu gosto de admirar as plantas e os animais

5 Na sua opinião, olhando as fotos abaixo, quais os 3 ambientes você acha mais agradável e repousante? \*



*Marque todas que se aplicam. (Fonte: Do autor)*

A    B    C    D    E    F

6 Em geral, como você descreve a qualidade da paisagem no entorno dos ribeirões e córregos urbanos de Lavras? \**Marcar apenas uma.*

- Boa e acessível   -Boa porém inacessível   -Ruim porém acessível   -Ruim e inacessível

**7** Quais os córregos e ribeirões de Lavras que você conhece? *\*Marcar apenas um X por linha.*

|                        | Conheço bem (já o vi uma ou mais vezes) | Já ouvi falar | Não conheço |
|------------------------|---|---------------|-------------|
| Ribeirão Vermelho      |   |               |             |
| Ribeirão Água Limpa    |   |               |             |
| Córrego da Santa Casa  |   |               |             |
| Córrego do Centenário  |   |               |             |
| Córrego do matadouro   |   |               |             |
| Córrego do resfriado   |   |               |             |
| Córrego Santa Efigênia |   |               |             |
| Córrego da saudade     |   |               |             |
| Córrego da Vitória     |   |               |             |
| Córrego do Gambá       |   |               |             |
| Córrego da Lagoa       |   |               |             |
| Córrego do carico      |   |               |             |

**8** Na sua opinião, a água (piscinas, fontes, lagos, cascatas, espelho d 'água, etc.) é um elemento importante na composição de espaços verdes? *\*Marcar apenas uma.*

-Sim -Não -Sem opinião

**9** Na sua opinião, como gostaria que fossem os rios, nascentes e seu entorno nos centros urbanos? *\*Marque todas que se aplicam.*

Gostaria que fossem revegetados e protegidos com acesso restrito / Gostaria que fossem construídos jardins e parques / Gostaria que fossem construídas ciclovias / Gostaria que fossem construídas hortas urbanas / Gostaria que fossem canalizados e fechados para drenagem urbana

**10** Qual tipo de interação você tem com a água na forma de córregos, lagos, cachoeiras, etc na cidade? *\*Marcar apenas uma.*

Gosto de observar e admirar / Frequento lagos e rios e ribeirões para nadar / Frequento lagos e rios e ribeirões para pescar / Utilizo os rios para transporte / Gosto de praticar esportes aquáticos / Não gosto

**11** Não gosto de interagir com rios, lagos, cachoeiras, etc. porque *\*Marcar apenas uma oval.*

- Acho perigoso
- Impróprio para banho (sujo)
- Não sei nadar
- Falta de infraestrutura
- Não gosto

### Horticultura urbana

Lavras já foi uma cidade cujas casas possuíam grandes hortas e quintais ajardinados. Com a pressão da expansão urbana esses espaços foram aos poucos sendo ocupados por novas construções anexas.

12. **Você já morou ou teve contato próximo com a vida no campo?** *\*Marcar apenas uma.*  
Sim / Não
13. **Onde você prefere comprar frutas e verduras?** *\*Marcar apenas uma*  
Supermercados / Feiras e verdurões / Loja de produtos orgânicos ou direto com produtor orgânico / Horta urbana (comunitária ou produzidas em casa) / Não compro frutas e verduras
14. **Você conhece alguma horta comunitária em Lavras?** *\*Marcar apenas uma.*  
Sim / Não
15. **Se houvesse um espaço com horta urbana próximo de sua casa, você preferiria produzir e/ou consumir produtos dela aos encontrados em supermercados?** *\*Marcar apenas uma*  
Sim / Não
16. **Você possui um jardim ou uma horta no terreno onde mora?** *\*Marcar apenas uma*  
Possuo um jardim / Possuo uma horta / Possuo um jardim e uma horta / Não possuo nenhum
17. **Não possuo um jardim ou horta no terreno onde moro Porque...** *\*Marcar apenas uma.*  
Não tenho tempo de cuidar / Não tenho espaço / Não sei cultivar e/ou manter um jardim ou horta / Não tenho dinheiro para manter um jardim ou horta / Não gosto / Tenho na fazenda

### Habitante

Esta pesquisa é anônima. As informações pessoais são apenas para obter uma ideia geral da população.

18. **Gênero?** *\*Marcar apenas uma*  
-Masculino      -Feminino      -Não quero informar
19. **Idade?** *\*Marcar apenas uma*  
18-25      26-40      41-60      61-75      +75
20. **Qual seu mais alto grau de escolaridade?** *\*Marcar apenas uma*  
-Ensino Fundamental (1° ao 9° ano)      -Ensino médio (1° ao 3° ano)      -Técnico profissionalizante  
-Ensino superior (graduação)      -Pós graduação (mestrado, doutorado, pós-doutorado)
21. **Profissão?** \*
22. **Qual sua renda mensal?** *\*Marcar apenas uma*  
-Até 1 salário mínimo (próximo de mil reais)      - Entre 1 e 3 mil reais      -Entre 3 e 5 mil reais  
-Entre 5 e 10 mil reais      -Entre 10 e 20 mil reais      Mais de 20 mil reais

## APPENDIX C – INTERVIEWS GUIDE FOR PUBLIC AND PRIVET STAKEHOLDERS

### NOÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS E APP DE NASCENTES E CURSOS D'ÁGUA:

1. Qual definição você daria a ideia de APPs urbanas?
2. Qual deve ser a escala de apreensão de uma APPs de nascente e curso d'água? Concorda com a legislação atual?
3. Quais são os tipos de espaços e elementos que podem compor uma APP? (reservas, áreas verdes, baixo impacto)
4. O que você pensa dos objetivos estipulados pelo Código Florestal Brasileiro em relação as APPs nascentes e cursos d'água.
5. Você acha que as ações propostas pelo CF referentes às APPs de nascentes e cursos d'água devem ser aplicadas igualmente em área urbana?
6. Você acha que as APPs devem estar delimitadas no plano diretor?
7. Você acha que a questão das APPs urbanas estão bem claras no plano diretor?
8. Na sua opinião como deve ser resolvido a questão das inundações e áreas de risco?
9. Quais as principais dificuldades encontradas para integrar os rios e as APPs em meio urbano?
10. Na sua opinião qual a maneira mais eficaz de resolver o problema de uso e ocupação em APPs em áreas consolidadas no meio urbano?

### APPs URBANAS EM LAVRAS:

1. Na sua opinião, existe uma boa conexão entre as áreas verdes da cidade?
2. Qual a função dos cursos d'água e nascentes em Lavras? (econômica, social, ambiental?)
3. Acredita que os habitantes tenham consciência do papel das APPs?
4. O que você acha da posição de Lavras em relação aos rios e nascentes em meio urbano? Código Florestal e Plano Diretor?
5. Na sua opinião quais os principais atores responsáveis pela gestão desses espaços em lavras?
6. Você conhece alguma ação já feita em lavras que possa ter contribuído com a construção desses corredores ecológicos?
7. Quem financia as obras em espaços verdes da cidade? Existe parceria público-privada?
8. Na sua opinião, os usuários habitantes têm acesso fácil aos espaços presentes nas APPs da cidade? (Notoriamente espaços privados e cercados)
9. A sociedade civil participa de alguma forma nas decisões referentes ao uso e ocupação de APPs?

### PASSADO E FUTURO DA PAISAGEM NO ENTORNO DOS RIOS EM LAVRAS:

1. Na sua opinião, quais as maiores mudanças na paisagem dos rios nesses últimos anos?
2. Como você vê Lavras nos próximos 20 anos? Quais melhorias você espera? *(existe a noção de corredor ecológico e os cursos d'água então presentes?)*