



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Scalar mismatches in metropolitan water governance

A comparative study of São Paulo and Mexico City

van den Brandeler, F.A.

Publication date

2020

Document Version

Other version

License

Other

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

van den Brandeler, F. A. (2020). *Scalar mismatches in metropolitan water governance: A comparative study of São Paulo and Mexico City*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.



Scalar Mismatches in Metropolitan Water Governance

A Comparative Study of
São Paulo and Mexico City

Scalar Mismatches in Metropolitan Water Governance

Francine van den Brandeler

Francine van den Brandeler

Scalar Mismatches in Metropolitan Water Governance:

A Comparative Study of São Paulo and Mexico City

SCALAR MISMATCHES IN METROPOLITAN WATER GOVERNANCE:
A COMPARATIVE STUDY OF SÃO PAULO AND MEXICO CITY

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van de graad van doctor

aan de Universiteit van Amsterdam

op gezag van de Rector Magnificus

Prof. dr. ir. K.I.J. Maex

ten overstaan van een door het College voor Promoties ingestelde commissie,

in het openbaar te verdedigen in de Agnietenkapel

op vrijdag 13 maart 2020, te 12:00 uur

door Francine Aleide van den Brandeler

geboren te Amsterdam

Promotiecommissie

Promotor:	Prof. dr. J. Gupta	Universiteit van Amsterdam
Copromotor:	Dr. M.A. Hordijk	Universiteit van Amsterdam
Overige leden:	Prof. dr. I.S.A. Baud	Universiteit van Amsterdam
	Prof. dr. C. Pahl-Wostl	Osnabrück University
	Dr. A. Akhmouch	OECD
	Prof. dr. B.B. Hogenboom	Universiteit van Amsterdam
	Dr. F. de Castro	Universiteit van Amsterdam

Faculteit der Maatschappij- en Gedragwetenschappen

*The research/publication of this doctoral thesis received financial assistance from the Latin American Studies Programme at the Centre for Latin American Research and Documentation (CEDLA).

SCALAR MISMATCHES IN METROPOLITAN WATER GOVERNANCE:
A COMPARATIVE STUDY OF SÃO PAULO AND MEXICO CITY

FRANCINE VAN DEN BRANDELER

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis is the result of a journey that started in 2011, when I started my master's studies at the University of Amsterdam. I joined the Chance2Sustain research project and conducted fieldwork research on urban water governance in São Paulo, Brazil, under the supervision of Dr. Michaela Hordijk. By studying urban water challenges, I could combine my passions for social justice, environmental sustainability and the exciting dynamics of cities. A seed was planted and in 2015 I had the opportunity to return to Amsterdam to pursue a PhD on urban water governance.

Concluding this journey and dissertation would not have been possible without the support and guidance that I received along the way. There are no proper words to convey my deep gratitude and respect for my promoter, Prof. Joyeeta Gupta, and co-supervisor, Dr. Michaela Hordijk. Joyeeta, your dedication, great knowledge and hard work have been an inspiration. Thank you for sharing your knowledge and pushing me through guidance and critique. Michaela, thank you for believing in me from the beginning, for encouraging me to embark on this journey and for your invaluable input along the way.

I am deeply grateful to the Centre for Latin American Research and Documentation (CEDLA) and the Latin American Studies Programme (LASP) for funding this research and fostering a welcoming and dedicated community of Latin America scholars. Thank you to Dr. Annelou Ypeij for the hard work organizing this programme and to my LASP colleagues, Evi and Irene, for the inspiring and fun meetings.

I am thankful for the institutional support extended by the University of Amsterdam, the Netherlands. I would like to thank the members of the Governance and Inclusive Development (GID) Group for their support, meaningful discussions and feedback over these past four years. I am especially thankful for my PhD colleagues who not only helped me when I struggled with my thesis, but who were also a wonderful support network throughout, even when I was far from Amsterdam: Eva, Hilmer, Malin, Mustika, Catalina, Annisa, Aarthi, Likoko, Kyra, Sofie, Raquel, Janvier, Zach, Francesco, Tara and all other PhD colleagues. Thank you in particular to Hilmer for helping me with the Dutch translation of my summary and to Annisa for answering all my questions about the defence. I am honoured to have had such brilliant and committed individuals by my side.

I wish to thank the organizers of the Young Scientist Summer Programme (YSSP) at the International Institute for Applied Systems Analysis in Vienna, Austria. This experience allowed me to explore my research topic from a different perspective, in a diverse and interdisciplinary environment. I am grateful for the support from my supervisor Sylvia Tramberend and co-supervisor Simon Langan. Thank you to all the Vienna Würstels for an incredible Summer and giving me hope that the world's greatest challenges can be solved. Special thanks to my fellow Water group members, and in particular to Pablo for all his help with GIS and involving me in projects with his team at the University of California, at Davis, in the United States. Thank you to Jillian for your kindness and moral support and for joining me in therapeutic writing sessions, in Amsterdam and virtually.

My gratitude also goes to all the kind and generous individuals in Mexico and Brazil who accepted to participate in this research. I learned a lot from their unique experiences, extensive knowledge and valuable insights into the topics of this thesis. They also helped me see certain issues from a different standpoint and reconsider my own biases. My friends in Mexico City and São Paulo helped me disconnect and enjoy my fieldwork experience. Thank you in particular to Edward Lugo, Hector Nava, Alexandre Leite, Dalia Flores and Gerson Salviano. I am also very grateful for the opportunity of working with Fernanda Meirelles at the Fundação Getúlio Vargas prior to starting my PhD studies as this inspired some of the key questions behind this thesis.

Returning to Amsterdam has allowed me to return to my roots and to count on the support of my extended family. I was able to spend months and months living with my aunt Francien and uncle Christian and I am eternally grateful for how they always welcomed me in their home whenever I needed it. My fieldwork in Brazil was also made easier and more enjoyable thanks to my wonderful parents-in-law, who gave me a home in São Paulo, treated me like their own daughter and taught me so much about Brazil's culture and way of life.

I am grateful to my parents for their love, trust and for always having supported my education and the pursuit of my dreams, no matter how impractical or where they would take me. Without you none of this would have been possible. Thank you to my Willem, Kiren, Pietro, Francesca and to my friends who are family for your support these past few years and for needed distractions. Lastly, I have no words to express my gratitude to Filippo, my husband. Without him I would not have had the courage to start this journey nor the confidence that I could finish it. I had your unwavering support throughout, even though it meant spending many months apart. Thank you for reading and re-reading this manuscript, for sharing your thoughts on it and making sure I used a reference manager, for holding me up when I was down and for celebrating every small (and big!) milestone along the way. I could not be luckier to share my life with you.

PUBLICATIONS AND TRAININGS

Peer-Reviewed Journal Articles and Book Chapters

- Brandeler, F. van den, J. Gupta (Forthcoming) The Evolution of Water Resources Management. In Fath, B. (Ed) Managing Water Systems and Hydrological Systems, Volume Four.
- Brandeler, F. van den, J. Gupta and M. Hordijk, (2018) Megacities and Rivers: Scalar Mismatches between Urban Water Management and River Basin Management. [Special Issue: Water and Megacities]. Journal of Hydrology.
- Hordijk, M. A., F. Van Den Brandeler and M. E. Filippi (2016) Facing the Floods: Community Responses to increased rainfall in Guarulhos, Brazil and Arequipa, Peru. In Roy, M., S. Cawood, M. A. Hordijk, D. Hulme (Eds) Urban Poverty and Climate Change: Life in the slums of Asia, Africa and Latin America, Routledge, London.
- Brandeler, F. van den, Hordijk, M., von Schönfeld, K., Sydenstricker-Neto, J. (2014) Decentralization, Participation and Deliberation in Water Governance: a case study of the implications for Guarulhos, Brazil. *Environment and Urbanization*.

Other Publications

- Brandeler, F. van den, Hordijk, M., Sara, L. M., Sutherland, C., Sydenstricker-Neto, J. and Batata, A. (2013) Convergence or Divergence in Metropolitan Water Governance? Comparing Changes in Guarulhos (Brazil), Lima (Peru) and Durban (South Africa). 4° Encontro Internacional da Governança da Água Governança da Água: Dimensões Institucionais.
- Brandeler, F. van den (2017) Conflicts of Interest Around Urban Water: Informal Settlements, Endangered Species and Cultural Heritage in Mexico City. *Voices*, Global South Study Center, University of Cologne.

Trainings

- Research School for Resource Studies for Development (CERES), Training 2015
- Young Summer Scientist Programme, Water Programme Group, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Summer 2017

EXECUTIVE SUMMARY

Between 2013 and 2015, a major drought brought São Paulo to the edge. Water was running so low that even in the central areas of the city, bars and restaurants shut doors or started using plastic cups because they had no water to rinse dishes. In 2018, Cape Town was within weeks of ‘Day Zero’, when municipal water supplies would be shut off, leaving a population of roughly 3.75 million people without access to water. Jakarta and Mexico City are sinking. Groundwater over-exploitation has contributed to land subsidence of 10 inches a year in Jakarta, further exposing the mega-city to coastal flooding and rising sea levels; In Mexico City, aquifer depletion has led some areas of the city to sink by more than 10 metres, causing deaths and the destruction of buildings and public infrastructure. Ironically, land subsidence has inverted the slope of canals expelling drainage waters out of the city, and these now need to be pumped out – a failure to do so causes heavy floods.

The world is urbanizing rapidly and without planning, especially in the Global South. More people are living in cities and these are getting larger - the UN estimates that by 2030 at least a billion people will reside in metropolises of more than five million inhabitants. Larger cities heavily impact their surrounding areas. Although the world’s 100 largest cities occupy less than 1% of the planet’s land area, the basins that provide their water resources cover more than 12% of it (ARUP, 2018). Estimates indicate that cities with populations of more than 750,000 people obtain water from almost half of the global land surface and transport it over a cumulative distance of 27,000 km (McDonald *et al.*, 2014). In addition, in 2000, about 30% of global urban land was in high-frequency flood zones. By 2030, this will rise to 40 per cent (Güneralp *et al.*, 2015). The examples above illustrate the escalating tensions between cities and the very river basins they depend upon to exist. The policy community is trying to deal with the challenges of urban issues and water issues. In 2015, the UN General Assembly adopted the Sustainable Development Goals, which highlight areas of priority for the global community to work on following the expiration of the Millennium Development Goals (UNGA, 2015). Goals 6 (Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all), 11 (Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable) and 13 (Take urgent action to combat climate change and its impacts) and their associated targets and indicators are particularly relevant for this research.

While scholars have written extensively about River Basin Management and Urban Water Management, they are yet to develop a cohesive framework that addresses both the complexity of large metropolises and their river basins: currently, cities and their water systems are mostly studied in isolation.

This thesis helps fill-in this gap by examining in-depth the tensions between urbanization and river basins through interactions between urban water governance regimes and basin management regimes. Hence, this thesis aims to answer: **How do interactions between drivers and institutions at different spatial and institutional scales levels shape metropolitan water challenges, and how can policy instruments from river basin and urban water governance frameworks be (re)designed to foster more sustainable and**

inclusive metropolitan water governance? This research question is further divided into four sub-questions:

- (i) What does the literature on urban water governance and on river basin governance tell us about how to understand and address metropolitan water challenges?
- (ii) How do multiple drivers as well as river basin and urban water governance institutions shape current metropolitan water challenges? (enabling the understanding of causality);
- (iii) Which policy instruments are effective, and which are not, in dealing with these water challenges and their drivers? (enabling the understanding of policy performance); and
- (iv) Based on this analysis, how can more appropriate instruments be designed to address metropolitan water challenges, with the aim to guide metropolitan regions towards inclusive and sustainable development? (enabling the potential redesign of policies)

In sum, the thesis studies São Paulo and Mexico City, two large metropolises that are facing important (yet different) water challenges, to explore: (i) the role that institutions play in urban water challenges; (ii) how effective existing policy instruments are in addressing these challenges within metropolitan regions; and (iii) how more sustainable and inclusive institutions could be designed for this purpose. It develops the concepts of Scalar Mismatches and of Metropolitan Water Governance. The first concerns the design of governance frameworks at spatial scales that are inadequate for the issue they address. The second, defines the key elements that must be considered in water governance in metropolitan regions.

In order to do so, this thesis is divided into ten chapters. The **first chapter**, the introduction, outlines the challenges summarized above, the knowledge gap (developed further in Chapters 3 and 4), the nature of and the multi-disciplinary scope of the study.

The **second** chapter presents the methodology which combines a literature review on Urban Water Management and River Basin Management, a case study approach which links qualitative content analysis of policies with data collection through interviews, and applies an institutional analysis approach based on the environmental change framework of the IHDP/IDGEC Science Plan and its research foci of causality, performance and design. The adoption of the comparative case study method in general is important to understand complex dynamics. This chapter justifies the choice of Mexico City and São Paulo as large metropolises of the Global South that have urbanised rapidly and without proper city planning. Both cities are economic capitals of their respective countries, Mexico and Brazil, and are also within federal regimes where responsibilities are shared between federal, state and municipal governments. Both cities are the conurbation of dozens of different municipalities. They have also been striving to implement Integrated Water Resources Management and Urban Water Management (see below). Notwithstanding, both cities have been facing important and different water challenges, which is likely to be further exacerbated by climate variability and change. These characteristics allow me to learn important lessons that are not only applicable to these cities (with a combined population of more than 40 million people), but also to other metropolises in developing countries that are facing or will face similar problems. This chapter also presents the three units of analysis of the thesis: drivers, institutions and instruments (further divided between regulatory, economic, infrastructure and suasive). Finally, it

introduces the fieldwork approach, focused on document analysis and semi-structured interviews with around 100 key water policy stakeholders.

The **third** chapter reviews the relevant literature on urban water governance. For decades, Urban Water Management (UWM) was the dominant paradigm in urban water. UWM emphasized supplying affordable water and expelling sewage out of the city rapidly, through large-scale, standardized infrastructure. With time this concept evolved into Integrated Urban Water Management ('IUWM') and Sustainable Urban Water Management ('SUWM'), which embrace sustainable and inclusive development principles. They all define responsibilities mainly at the local level (although the national government often issues norms and regulations) and there is an increasing focus on decentralization and participation, which can empower local actors and strengthen localist tendencies. However, UWM and its more recent iterations lack consideration for the metropolitan level. Metropolitan regions are not just large urban areas, but experience water-related problems of a different nature. Political fragmentation is recurrent, peripheral metropolitan municipalities often face greater water challenges and have fewer capacities to address these alone; and large conurbations increase the possibility of cities imposing negative externalities on their neighbours. In addition, UWM and its variations largely ignore the linkages to the river basin, as the spatial boundaries of cities do not align with those of the rivers basins and aquifers they depend upon. For example, even IUWM/SUWM actors do not interfere in water allocation or biodiversity and ecosystem services beyond city borders. All in all, UWM and its variations fail to properly account for the challenges of the river basin.

The **fourth** chapter flips the coin to demonstrate how current paradigms in river basin governance, Integrated Water Resources Management ('IWRM') and Integrated River Basin Management ('IRBM') fail to acknowledge the challenges of urban management. These concepts have shifted from conventional views that focused on large-scale infrastructure, centralized control and linear approaches of taking, using and discharging water, towards new paradigms that are more aligned with sustainability and inclusiveness. However, the literature mostly takes for granted that the river basin is the ideal spatial scale for addressing water-related challenges, even while it ignores certain types of water and water flows, as well as the fact that, due to human interventions, the 'natural' scale of the basin loses relevance. Moreover, although IWRM/IRBM promote the integration of all needs and interests within the basin, they assume that water management institutions will have influence over urban actors. The inverse is normally true – large metropolitan regions comprise a wide range of actors that need to be coordinated, and these (e.g. the mayor of São Paulo or a State public housing company) are recurrently much more powerful than river basin committees that lack resources, expertise, political capacity and more. All in all, IWRM/IRBM face important limitations in effectively shaping metropolitan water governance by failing to consider that the river basin is not always the ideal spatial scale and that metropolises host a plethora of actors and institutions whose interests and mandates many times clash with those of the river basin.

The **fifth** chapter is the first of the four addressing the case studies. It discusses the implementation of IWRM in São Paulo. The chapter starts by discussing the main drivers behind São Paulo's water challenges, the relative water scarcity it faces and how changes in

climate and in land uses are making the problem worse (e.g. agricultural land becoming urbanized around the city). It then introduces a multitude of actors that compose the institutional framework of IWRM in São Paulo, from those at national level to state (e.g. water utilities such as SABESP, the DAEE; environmental secretariats) and the river basin (Alto-Tietê River Basin committee, sub-basin committees) – identifying competencies that are complementary, competencies that overlap, and how these dynamics impact policy coordination. The chapter then analyses and assesses specific instruments used to coordinate water policy at basin level in São Paulo’s Alto-Tietê River Basin. It finds that inter-basin transfer policies have increased water supply but have discouraged water demand reduction and are not a long-term solution to São Paulo’s challenges, in part because transfers disproportionately impact donor basins without giving them voice or compensation. Water permits also face important limitations, as they are improperly designed (e.g. they do not account for underground water use) or enforced/monitored. Water use and wastewater discharge fees, while mostly limited because of their low values, present some potential for improvement because of their possible future growth and their support to river basin committees. Policies to protect and rehabilitate springs are also important in theory but of limited practical impact because of restrictions on the coordination between the mandates of different governmental branches. The chapter concludes by proposing the redesign of some important instruments, such as the need to limit inter-basin transfer policies, increase the scrutiny and value of water permits and water use fees and expand programmes to protect springs – something that necessarily must be done with an integration of water and sanitation and housing policies at municipal and state levels. It also suggests the incorporation of new instruments to the mix, such as suasive instruments, to diminish water demand and Payment for Ecosystem Services programmes to preserve spring areas.

Main instruments analysed		
	Brazil	Mexico
River basin	Water use permits	Water use permits
	Wastewater discharge permits	Wastewater discharge permits
	Water use and wastewater discharge fees	Water use and wastewater discharge fees
	Inter-basin transfers	Inter-basin transfers
	Areas for the protection and rehabilitation of springs	Payment for ecosystem services + Conservation land
	Urban water	Water tariffs	Water tariffs
	Macro-drainage	Metropolitan drainage system
	Integrated sewage system	Metropolitan wastewater infrastructure

The **sixth**, examines the implementation of UWM in São Paulo. Urbanization, characterized by rapid growth and a lack of planning, is a particularly important driver of urban water challenges. This is enhanced by climate drivers at local levels (i.e. heat island effect) and higher levels (i.e. climate variability and change). Multiple actors influence UWM in São Paulo. The national level sets important standards and a regulatory framework, but the key actors are at state and local levels. For instance, SABESP, the state water and sanitation company, provides

water services to most of the Metropolitan Region of São Paulo (MRSP), and half of the state. Many UWM responsibilities have been delegated to local levels, but these actors often lacked adequate capacity to fulfil their mandates, and struggle to coordinate their policies and actions within the metropolis. The instrument assessment reveals that water tariffs are central to furthering UWM goals. Their design includes lower rates for low-income households, higher tariffs for industrial and commercial consumers, cross-subsidies between municipalities where service provision is profitable or costly for the utility and increasing block rates. However, water tariffs do not sufficiently incentivize rational water use, nor do they lead to adequate investments in sewage treatment. São Paulo has also implemented a macro-drainage plan to foster a regional approach to drainage and flood challenges. This has led to effective coordination between local governments and the state, but less so between local governments, and with other sectoral agencies. It focuses on hard engineering solutions that still fail during heavy rains. Sewage management has also been integrated at metropolitan level, with smaller systems in peri-urban areas and a mega-sewage plant downstream of the city. The differentiation of infrastructure between urban areas, financed through cross-subsidies, has been effective, but informal settlements remain excluded and the larger plants are under-used. As a result, sewage still ends up untreated in waterways, which is particularly problematic in areas of springs. The chapter proposes several suggestions for redesign including but not limited to rational water use, harmonizing local stormwater plans and integrating urban and water policies.

The **seventh** chapter concerns the implementation of IWRM in Mexico City. The city is facing severe water shortages as it has over-exploited its aquifers. Current challenges have been driven by rapid and uncontrolled urban growth, the combination of an overall dry climate with intense summer rains and drastic changes in land use over the past centuries, as the lake city of Tenochtitlán was drained. In Mexico, CONAGUA, the national water commission, plays a central role in water resources management. As the metropolitan region of Mexico City has expanded across three federal entities, national level actors play a crucial role, but Mexico City proper (formerly, the Federal District) also has immense power. IWRM was introduced through the creation of basin organizations at different levels. This has led to the deconcentration of CONAGUA at regional level, but state entities, and their conventional views, maintain control over water management decisions. This translates into the implementation of inter-basin transfers as a main approach to guaranteeing water supply, which has been effective although water is not equally distributed across the metropolis. This has reduced pressure on local aquifers, but impacts have been externalised to donor basins, while there are few incentives to reduce water demand. Water use permits, meanwhile, imply restrictions on extractions from the aquifer, but poor enforcement had led to widespread irregular use and the unregulated transfer of permits between large users. This has caused the groundwater table to fall each year, and real estate developers and industries have been able to access water resources while many neighbourhoods have struggled with inadequate water supply. Fees for water use have also not been enforced properly, as many users lack metres and fees are generally low, and revenue does not return to the areas where water was abstracted. Payment for ecosystem services programmes have tried to remedy this disconnect between areas that provide ecosystems services and areas that use them, but they lack the budgets to make a significant impact. Among

its recommendations, the chapter proposes to expand metering and water use fees to incentivize rational water use. Revenue from this can contribute to compensate donor basins and their communities and protect crucial ecosystem services.

The **eighth** chapter studies the implementation of UWM in Mexico City. At national level, there is no overarching framework for UWM, which results in significant differences across the country. CONAGUA still plays an important role as it controls large infrastructure such as deep drainage and sewage canals. Responsibilities for water and sanitation have been decentralized to local levels since the mid-1980's. Municipal governments sometimes choose to delegate water supply and sanitation services to a state entity, as is the case with Mexico City. Other municipalities of the metropolitan area choose for local service provision. Drainage and sewage management is partly coordinated at metropolitan level, through top-down decisions between CONAGUA and the three state-level governments. As with São Paulo, water tariffs are a central instrument of UWM. They promote equitable access through high subsidies. However, almost all consumers' tariffs are subsidized, ultimately preventing cost-recovery. Residents of informal settlements remain excluded from services, while the rest of the population has high rates of water consumption. Storm and floodwaters are expelled through the metropolitan drainage system, which involves a concerted and constant effort at regional level through large infrastructure. This is costly as pumps have to expel waters from the city due to land subsidence and the use of combined sewer systems for stormwater and sewage means that these waters become contaminated and cannot be reused. The metropolitan wastewater infrastructure is therefore connected through piping and converges into a gigantic sewage treatment plant just outside the metropolis. Although this reduces the impacts of contaminated waters, this system is very costly and limits the potential of reusing treated wastewater within the metropolitan region.

The **ninth** chapter compares the findings of both case studies in terms of drivers, institutions and instruments (their effectiveness in terms of actors' mandates, impact on sustainability and development and suggested redesign), highlighting similarities and differences. Overall, the MRSP's policy instruments are deemed more aligned with sustainable and inclusive development objectives, although both metropolises could learn lessons from each other. Developing coherent water governance at metropolitan level is a challenge in both cases due to the multitude of jurisdictions and the fragmentation of responsibilities between actors at multiple levels of government. The metropolises are also interlinked with areas far beyond their borders. Despite these interconnections, the spatial scale of policies and policy instruments do not always correspond to the actual flows of water, infrastructure networks, shared ecosystems or land use and urban planning. This means that there are many externalities from the policy frameworks. These affected areas are not compensated for the direct and indirect damages they receive, nor for the ecosystem services they provide. Consequently, the chapter proposes a (re)design of policy instruments with both scalar and non-scalar dimensions.

Finally, the **tenth** chapter reviews the lessons learnt from the case studies and identifies five scalar mismatches that impede sustainable and inclusive metropolitan water governance. These are related to bulk water supply, surface and groundwater management, storm and wastewater, water services and the links between water and land. These findings are then extrapolated to

consider their implications for metropolitan regions around the world, in particular those within federal regimes, as this system of government has important implications for the characteristics of actors and institutions. The chapter then proposes a framework to address and overcome scalar mismatches in metropolitan water governance, based on four pillars and one overarching ‘umbrella’. This umbrella refers to a collective definition of metropolitan water governance, and more specifically, identifying metropolitan water resources that are used or impacted and metropolitan actors that need to be included. This umbrella rests on four interdependent pillars: if one is ignored, metropolitan water governance cannot be sustainable and inclusive. The first pillar concerns the consideration of different types of water, their diversification and conjunctive use. The second pillar refers to infrastructure and the need to combine and interconnect small and larger-scale systems, as well as grey and nature-based solutions. The third pillar addresses the sharing and compensating for ecosystem services. The fourth pillar focuses on containing urban sprawl by integrating land use management, environmental protection and pro-poor housing policies. These four pillars are aligned with the four dimensions of sustainable and inclusive development (i.e. ecological, social, economic and relational).

This framework is then translated into a recommendation for global policy and the SDGs with a suggestion for including a regional, metropolitan approach into IWRM. This approach can be promoted through an additional indicator under SDG 6.5 (“Implement IWRM at all levels”) that would evaluate the implementation of regional plans for cities with more than one million inhabitants. Such plans would require elaborating a common framework for metropolitan water governance (the overarching ‘roof’) by drawing the relevant boundaries, developing knowledge systems, elaborating a regional plan to ‘close the loop’ of the urban water cycle, and developing Strategic Water Assessments. This regional planning framework for integrating urban and basin concerns in large cities can then be used to design, implement and evaluate policies and policy instruments related to different types of water, infrastructure, ecosystems and urbanization.

SAMENVATTING

Tijdens een grote droogte tussen 2013 en 2015 maakte São Paulo een ernstig watertekort mee. In centrale delen van de stad moesten bars en restaurants hun deuren sluiten of plastic bekertjes gebruiken omdat ze geen water hadden om af te wassen. In Kaapstad dreigde in 2018 'Day Zero': het moment dat de gemeentelijke watervoorziening zou moeten worden afgesloten en 3,75 miljoen mensen zonder water zouden komen te zitten. De aanhoudende overexploitatie van grondwater heeft bijgedragen aan een bodemdaling van 25 cm per jaar in Jakarta, waardoor de mega-stad steeds kwetsbaarder wordt voor overstromingen en een stijgende zeespiegel. Sommige delen van Mexico-Stad zijn meer dan 10 meter gedaald, met doden en grote schade aan infrastructuur en gebouwen tot gevolg. Ironisch genoeg zijn als gevolg van diezelfde bodemdaling de oevers van de afvoerkanalen zo veranderd, dat riool- en regenwater nu de stad uit moet worden gepompt om overstromingen te voorkomen.

De wereld verstedelijkt snel, en vooral in het Zuiden op ongeplande wijze. Steeds meer mensen leven in steden, en de steden worden ook steeds groter. De Verenigde Naties (VN) schat dat tegen het jaar 2030 minstens één miljard mensen in metropolen van meer dan vijf miljoen inwoners zullen wonen. De grote steden trekken een zware wissel op de omliggende gebieden. Hoewel de honderd grootste steden ter wereld minder dan 1% van het landoppervlak van de aarde beslaan, vormen de stroomgebieden die hun watervoorraden leveren meer dan 12% ervan (ARUP, 2018). Schattingen geven aan dat steden met meer dan 750.000 inwoners hun water onttrekken van bijna de helft van het wereldoppervlak en dit over een cumulatieve afstand van 27.000 km transporteren (McDonald et al., 2014). In 2000 bevond ongeveer 30% van het wereldwijde stedelijke oppervlak zich in hoogfrequente overstromingszones. Tegen 2030 zal dit stijgen tot 40% (Güneralp et al., 2015). De bovenstaande voorbeelden illustreren hoe verstedelijking en stroomgebiedbeheer steeds meer op gespannen voet komen te staan. Beleidsmakers proberen deze uitdagingen aan te pakken. In 2015 keurde de Algemene Vergadering van de VN de Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen (SDGs) goed, en daarmee de beleidsprioriteiten aangeven voor de komende decennia (UNSDKP, 2015). Met name doelstelling 6 (Verzekert toegang en duurzaam beheer van water en sanitatie voor iedereen), 11 (Maak steden en menselijke nederzettingen inclusief, veilig, veerkrachtig en duurzaam) en 13 (Neem dringend actie om de klimaatverandering en haar impact te bestrijden) en de bijbehorende doelen en indicatoren zijn relevant voor dit onderzoek.

Hoewel wetenschappers uitgebreid hebben geschreven over zowel stroomgebiedbeheer als stedelijk waterbeheer, is er nog geen samenhangend kader ontwikkeld dat zowel de complexiteit van grote metropolen als hun stroomgebieden omvat. Momenteel worden steden en hun watersystemen meestal afzonderlijk bestudeerd.

Dit proefschrift beoogt deze leemte op te vullen door de spanningen tussen verstedelijking en stroomgebieden te analyseren via de interacties tussen enerzijds de stelsels van stedelijk waterbeheer, en anderzijds de beheersstelsels van de stroomgebieden. Dit proefschrift beantwoordt de volgende vraag: ***Hoe beïnvloeden de interacties tussen drivers en instituties op verschillende ruimtelijke en institutionele schaalniveaus de grootstedelijke waterproblemen en hoe kunnen beleidsinstrumenten voor stroomgebiedbeheer en stedelijk***

waterbeheer (opnieuw) worden ontworpen om duurzamer en inclusiever grootstedelijk waterbeheer te bevorderen? Deze onderzoeksvraag is onderverdeeld in vier deelvragen:

- (i) Wat leert de literatuur over stedelijk waterbeheer en stroomgebiedbeheer ons over hoe stedelijke waterproblemen moeten worden begrepen en aangepakt?
- (ii) Hoe geven meerdere *drivers*, evenals instituties voor stroomgebied- en stedelijke waterbeheer vorm aan de huidige grootstedelijke problemen? (waardoor de onderzoeker causaliteit kan vaststellen);
- (iii) Welke beleidsinstrumenten zijn effectief en welke niet bij het aanpakken van deze waterproblemen en hun drivers? (waardoor de onderzoeker de uitvoering kan bestuderen); en
- (iv) Op basis van deze analyse, hoe kunnen beter geschikte instrumenten worden ontworpen om grootstedelijke waterproblemen aan te pakken, ten einde meer inclusieve en duurzame ontwikkeling in grootstedelijke regio's te bewerkstelligen? (waardoor de onderzoeker mogelijke herontwerp van beleid kan voorstellen)

Dit proefschrift bestudeert São Paulo en Mexico Stad, twee grote metropolen die geconfronteerd worden met belangrijke (maar verschillende) waterproblemen, om de volgende vragen te onderzoeken: (i) de rol die instituties spelen bij het veroorzaken en aanpakken van stedelijke waterproblemen; (ii) hoe effectief bestaande beleidsinstrumenten zijn om deze uitdagingen in grootstedelijke regio's aan te pakken; en (iii) hoe meer duurzame en inclusieve beleidsinstrumenten voor dit doel kunnen worden ontworpen. Het ontwikkelt de concepten van “Scalar Mismatches” en “Metropolitan Water Governance”. De eerste betreft het ontwerpen van management-kaders voor schalen die ontoereikend zijn voor het probleem dat ze aanpakken. Het tweede concept, definieert de belangrijkste elementen die moeten worden overwogen voor waterbeheer in grootstedelijke regio's.

Het proefschrift is verdeeld in tien hoofdstukken. Het **eerste hoofdstuk**, de inleiding, schetst de hierboven samengevatte uitdagingen, de kenniskloof (beter ontwikkeld in hoofdstuk 3 en 4), de verschillende soorten water die in waterbeheer onderscheiden worden, en de multidisciplinaire reikwijdte van de studie.

Het **tweede** hoofdstuk presenteert de methodologie. Deze combineert een literatuuronderzoek over stedelijk waterbeheer en stroomgebiedbeheer, een case-study benadering die een kwalitatieve inhoudsanalyse van beleid koppelt aan dataverzameling door middel van interviews, en een institutionele analyse. De institutionele analyse is gebaseerd op het IHDP / IDHGEC (International Human Dimensions Programme / Institutional Dimensions of Global Environmental Change) Science Plan gehanteerde analysekader voor milieuverandering, en de daarbij horende onderzoeksfocus op causaliteit, uitvoering en ontwerp. De toepassing van de vergelijkende case-study methode is belangrijk om complexe dynamieken te begrijpen. Dit hoofdstuk rechtvaardigt de keuze voor Mexico-stad en São Paulo als grote metropolen in het Zuiden die snel en zonder een adequate stadsplanning zijn gegroeid. Beide steden zijn de economische hoofdsteden van hun respectievelijke landen, Mexico en Brazilië, en vallen ook binnen federale staten waar de verantwoordelijkheden worden gedeeld tussen nationale, staats- en gemeentelijke overheden. Beide steden zijn agglomeraties van tientallen verschillende

gemeenten. Ze streven naar geïntegreerd waterbeheer en stedelijk waterbeheer (zie hieronder). Desalniettemin zien beide steden zich geconfronteerd worden met belangrijke en verschillende waterproblemen, die hoogstwaarschijnlijk nog zullen worden versterkt door klimaatvariabiliteit en verandering. Deze kenmerken stellen mij in staat om belangrijke lessen te trekken die niet alleen van toepassing zijn op deze twee steden (met een gecombineerde bevolking van meer dan 40 miljoen mensen), maar ook op andere metropolen in ontwikkelingslanden die met soortgelijke uitdagingen worden geconfronteerd, of zullen worden geconfronteerd. Dit hoofdstuk presenteert ook de drie analyse-eenheden van het proefschrift: *drivers*, instituties en instrumenten (verder verdeeld tussen regulerend, economisch, infrastructureel en suasiëf). Ten slotte beschrijft het hoofdstuk het veldwerk, gericht op een documentanalyse en semigestructureerde interviews met ongeveer honderd toonaangevende belanghebbenden in het waterbeleid gebied.

Het **derde** hoofdstuk geeft een overzicht van de relevante literatuur op het gebied van stedelijk waterbeheer. Decennialang was *Urban Water Management* (UWM) het dominante paradigma in stedelijk waterbeheer. UWM benadrukt het leveren van betaalbaar water en het snel afvoeren van rioolwater uit de stad via grootschalige, gestandaardiseerde infrastructuur. Na verloop van tijd ontwikkelde dit concept zich tot *Integrated Urban Water Management* (IUWM) en *Sustainable Urban Water Management* (SUWM), waarin principes voor duurzame en inclusieve ontwikkeling zijn opgenomen. Alle drie de benaderingen definiëren de verantwoordelijkheden voornamelijk op lokaal niveau (hoewel de nationale overheid vaak normen en voorschriften uitvaardigt) en er is daarnaast een toenemende aandacht voor decentralisatie en participatie. Dit kan de lokale actoren versterken, maar ook de tendens tot localisatie. UWM en meer recente varianten daarop houden echter geen rekening met de grootstedelijke schaal. Grootstedelijke regio's zijn niet alleen grote steden, maar ervaren watergerelateerde problemen van een andere aard. Politieke fragmentatie treedt vaak ernstiger op in metropolen bestaand uit vele gemeenten. Gemeenten in de stadsrand moeten vaak omgaan met grotere wateruitdagingen en hebben minder capaciteiten om deze alleen aan te pakken. Grote agglomeraties vergroten de mogelijkheid dat steden negatieve externe effecten veroorzaken in de naastgelegen gemeenten. Bovendien is er binnen UWM en vergelijkbare benaderingen nauwelijks aandacht voor de interacties met de stroomgebieden, omdat de ruimtelijke grenzen van steden niet overlappen met die van de stroomgebieden en de grondwaterlagen waarvan ze afhankelijk zijn. Zelfs IUWM/ SUWM-actoren bemoeien zich bijvoorbeeld niet met toewijzing van water, of biodiversiteit en ecosysteemdiensten buiten de stadsgrenzen. UWM en de verschillende variaties daarop zijn dus niet in staat de uitdagingen in het stroomgebied te verklaren.

Het **vierde** hoofdstuk toont aan hoe de huidige paradigma's in stroomgebiedbeheer – *Integrated Water Resources Management* (IWRM) en *Integrated River Basin Management* (IRBM) – de uitdagingen van stedelijk beheer niet onderkennen. Deze concepten zijn veranderd van conventionele opvattingen die gericht waren op grootschalige infrastructuur, gecentraliseerde controle en lineaire benaderingen van het nemen, gebruiken en lozen van water, in de richting van nieuwe paradigma's die beter zijn afgestemd op duurzaamheid en inclusiviteit. In de literatuur wordt echter meestal als vanzelfsprekend aangenomen dat het stroomgebied de ideale schaal is voor het aanpakken van waterproblemen, ook al negeert het

bepaalde soorten water en waterstromen, evenals het feit dat, door menselijke interventies, de ‘natuurlijke’ schaal van het stroomgebied relevantie verliest. Hoewel IWRM/ IRBM de integratie van alle behoeften en belangen binnen het stroomgebied bevorderen, zijn ze gebaseerd op de veronderstelling dat instituties voor waterbeheer invloed zullen hebben op stedelijke actoren. Het omgekeerde is normaal gesproken waar; grootstedelijke regio’s kennen een breed scala aan actoren die moeten worden gecoördineerd, maar deze actoren (zoals bijvoorbeeld de burgemeester van São Paulo of een staatswoningbouwcoöperatie) hebben meestal veel meer invloed dan de comités die de stroomgebieden beheren. De comités die de stroomgebieden moeten beheren ontberen onder andere financiële middelen, expertise, en politieke capaciteit om invloed uit te kunnen oefenen. Al met al hebben IWRM/ IRBM significante beperkingen bij het effectief vormgeven van grootstedelijk waterbeheer. Het feit dat het stroomgebied niet altijd de ideale schaal is voor het waterbeheer van metropolen, en dat metropolen een overvloed aan actoren en instellingen omvatten waarvan de belangen en mandaten vaak conflicteren met die van het stroomgebied wordt in IWRM/ IRBM buiten beschouwing gelaten.

Het **vijfde** hoofdstuk is het eerste van de vier hoofdstukken over de case-studies. Het bespreekt de implementatie van IWRM in São Paulo. Het hoofdstuk begint met de belangrijkste drivers van São Paulo’s waterproblemen, de relatieve waterschaarste waarmee het wordt geconfronteerd en hoe veranderingen in klimaat en in landgebruik het probleem verergert (bijv. landbouwgrond wordt verstedelijkt rondom de stad). Vervolgens introduceert het hoofdstuk de veelheid aan actoren die het institutionele kader van IWRM in São Paulo bepalen, van het nationale niveau tot van de staat (bijvoorbeeld waterbedrijven zoals SABESP of CETESB) en het stroomgebied (Alto-Tiête comité voor het stroomgebied). Het hoofdstuk behandelt de complementaire en overlappende competenties en de invloed van deze dynamiek op de beleidscoördinatie. Het hoofdstuk analyseert en beoordeelt vervolgens specifieke instrumenten die worden gebruikt om het waterbeleid op stroomgebiedniveau in het Alto-Tietê stroomgebied in São Paulo te coördineren. De watertoevoer en daarmee de watervoorziening is vergroot dankzij waterimport uit andere stroomgebieden. Er is echter onvoldoende aandacht voor de noodzaak tot vermindering van de vraag naar water. Import vanuit andere stroomgebieden is op de langere termijn geen duurzame oplossing, deels omdat het onevenredig grote gevolgen heeft voor de gebieden waarvan het geïmporteerde water afkomstig is zonder hen een stem of compensatie te geven. Vergunningen voor de exploitatie van water blijken ook belangrijke beperkingen te hebben, omdat ze niet goed zijn ontworpen (bijvoorbeeld omdat ze geen rekening houden met het gebruik van grondwater) of niet worden gecontroleerd. De tarieven voor watergebruik en de afvoer van afvalwater zijn relatief laag. Dit biedt mogelijkheden voor verbetering, omdat de inkomsten van deze heffingen bij de comités van de stroomgebieden terecht komen. Een tariefstelling die de reële kosten meer reflecteert, kan een lager watergebruik stimuleren en ook de inkomstenbasis van deze comités versterken. Beleid om waterbronnen te beschermen en te rehabiliteren was in theorie ook belangrijk, maar bleek van beperkte praktische impact vanwege belemmeringen in de coördinatie tussen de mandaten van de verschillende actoren. Het hoofdstuk sluit af met een voorstel voor het herontwerp van enkele belangrijke instrumenten, zoals de noodzaak om het beleid voor import vanuit aangrenzende stroomgebieden te beperken, de controle en de waarde van watervergunningen

en watergebruikskosten te verhogen en programma's om waterbronnen te beschermen uit te breiden, dat noodzakelijkerwijs moet per definitie moet worden gedaan met een integratie van water- en sanitaire voorzieningen en huisvestingsbeleid op gemeentelijk en provincie niveau. Het bevordert ook de integratie van nieuwe instrumenten in de mix, zoals suasive instrumenten, om de vraag naar water te verminderen en Betalingen voor Ecosysteemdiensten-programma's om waterbronnen te beschermen.

Belangrijkste geanalyseerde instrumenten		
	Brazilië	Mexico
Stroomgebied	Watergebruik vergunningen	Watergebruik vergunningen
	Afvalwater vergunningen	Afvalwater vergunningen
	Kosten voor watergebruik en afvalwaterafvoer	Kosten voor watergebruik en afvalwaterafvoer
	Import uit andere stroomgebieden	Import uit andere stroomgebieden
	Bescherming en herstel van brongebieden	Betaling voor ecosysteemdiensten + landconservatie voor milieubehoud
Stedelijk water	Water tarieven	Water tarieven
	Drainagesysteem (macroschaal)	Drainagesysteem (metropool)
	Geïntegreerd rioleringssysteem	Afvalwaterinfrastructuur (metropool)

Het **zesde** hoofdstuk onderzoekt de implementatie van UWM in São Paulo. Verstedelijking, gekenmerkt door snelle groei en een gebrek aan planning, is een bijzonder belangrijke motor voor het ontstaan van de stedelijke waterproblematiek. Dit wordt versterkt door *drivers* voor het lokale klimaat (d.w.z. hitte-eiland effect) en hogere niveaus (d.w.z. klimaatvariabiliteit en verandering). Meerdere actoren beïnvloeden UWM in São Paulo. Het nationale niveau stelt belangrijke normen en een regelgevingskader vast, maar de belangrijkste actoren bevinden zich op het niveau van de deelstaten en lokaal niveau. SABESP, het staatsbedrijf voor water en sanitaire voorzieningen, biedt bijvoorbeeld diensten aan het merendeel van de grootstedelijke regio van São Paulo (MRSP) en de helft van de staat São Paulo. Veel UWM-verantwoordelijkheden zijn gedelegeerd naar lokaal niveau, maar deze actoren hebben vaak onvoldoende capaciteit om hun mandaten te vervullen en hebben moeite om hun beleid en acties binnen de metropool te coördineren. Uit de instrumentbeoordeling blijkt dat watertarieven een bijdrage leveren aan het bevorderen van UWM-doelen. Ze zijn relatief betaalbaar, dankzij speciale tarieven voor huishoudens met lage inkomens. Dit is mede te danken aan kruissubsidies tussen gemeenten waar dienstverlening duurder of minder duur is voor het waterbedrijf, en aan stijgende bloktarieven en hogere tarieven voor industriële en commerciële consumenten. De lage watertarieven stimuleren echter onvoldoende rationeel watergebruik en leiden evenmin tot voldoende investeringen in afvalwaterzuivering. São Paulo heeft een macroschaal-drainageplan op de schaal van het stroomgebied verwezenlijkt, om een regionale aanpak van problemen met drainage en overstromingen te bevorderen. Dit leidde tot betere coördinatie tussen lokale overheden en de staatsoverheid, maar minder tussen lokale overheden en andere sectorale instanties. Het richtte zich op harde technische oplossingen die nog steeds faalden tijdens zware regenval. Rioolwaterbeheer is ook geïntegreerd op metropolitain niveau, met kleinere systemen in rondstedelijke gebieden en een

megawaterzuiveringsinstallatie stroomafwaarts van de stad. Het is effectief om infrastructuren op verschillende schaalniveaus (bijv. kleinere of grotere zuiveringsinstallaties) dan te bieden in combinatie met een financieel systeem van kruissubsidies, maar informele nederzettingen blijven uitgesloten en de grotere installaties werden onderbenut. Als gevolg hiervan komt rioolwater nog steeds ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht, wat vooral problematisch is in gebieden met waterbronnen. Het hoofdstuk stelt een aantal suggesties voor herontwerp voor, waaronder rationeel watergebruik, harmonisatie van lokale plannen voor regenwaterbeheer en integratie van stedelijk- en waterbeleid.

Het **zvende** hoofdstuk betreft de implementatie van IWRM in Mexico-stad. De stad wordt geconfronteerd met ernstige watertekorten vanwege grondwater overexploitatie. De huidige problemen zijn ontstaan ten gevolge van snelle en ongecontroleerde stedelijke groei, de combinatie van een algeheel droog klimaat met intense regen in de zomer. Tevens is er sprake van drastische veranderingen in landgebruik in de afgelopen eeuwen, ten gevolge van het draineren van de oorspronkelijke meren rond Tenochtitlán. In Mexico speelt CONAGUA, de nationale watercommissie, een centrale rol in het waterbeheer. Aangezien de grootstedelijke regio van Mexico-stad zich over drie deelstaten heeft uitgebreid, spelen actoren op nationaal niveau een cruciale rol, maar Mexico-stad zelf (voorheen het Federale District) heeft ook enorme macht. IWRM werd geïntroduceerd met de oprichting van organisaties voor stroomgebiedbeheer (1992) op verschillende niveaus. Dit leidde tot de deconcentratie van CONAGUA op regionaal niveau, echter staatsentiteiten en hun conventionele opvattingen behouden hun controle over de beslissingen ten aanzien van het waterbeheer. Dit vertaalt zich in de implementatie van import van water uit aangrenzende stroomgebieden als belangrijkste wijze om de watervoorziening te garanderen. Hoewel in absolute termen effectief, wordt dit water niet gelijkmatig over de metropool verdeeld. De import van water heeft de druk op het lokale grondwater verlaagd, maar de negatieve effecten worden nu gevoeld in de stroomgebieden waar het water wordt gewonnen, terwijl er weinig prikkels zijn om de vraag naar water te verminderen. Hoewel er beperkingen zijn gesteld aan vergunningen voor grondwaterwinning, heeft een totaal gebrek aan handhaving geleid tot wijdverbreid onrechtmatig gebruik en de niet-gereguleerde overdracht van vergunningen tussen grote watergebruikers. Hierdoor daalt de grondwaterspiegel elk jaar en kunnen vastgoedontwikkelaars en industrieën toegang krijgen tot watervoorraden, terwijl veel stadsdelen worstelen met onvoldoende watervoorziening. De tarieven voor watergebruik worden ook niet correct toegepast, omdat veel gebruikers geen watermeters hebben en de tarieven over het algemeen laag zijn. Bovendien worden opbrengsten niet geherinvesteerd in de gebieden waar het water wordt gewonnen. Met het ontwikkelen van programma's voor Betalingen voor Ecosysteemdiensten is geprobeerd deze discrepantie tussen gebieden die ecosysteemdiensten bieden of gebruiken te verhelpen, maar de programma's hebben onvoldoende middelen om een significante impact te hebben. Het hoofdstuk beveelt onder meer aan om het gebruik van watermeters uit te breiden en tarieven voor watergebruik te verhogen, ten einde rationeel watergebruik te stimuleren. Opbrengsten hiervan kunnen bijdragen aan financiële compensatie voor stroomgebieden die water exporteren, hun gemeenschappen en het beschermen van hun cruciale ecosysteemdiensten.

Het **achtste** hoofdstuk bestudeert de implementatie van UWM in Mexico-stad. Op nationaal niveau is er geen overkoepelend kader voor UWM, wat leidt tot aanzienlijke verschillen over het hele land. CONAGUA speelt nog steeds een belangrijke rol omdat het de grootschalige infrastructuur beheert, zoals ondergrondse afwatering en rioleringskanalen. De verantwoordelijkheden voor drinkwatervoorziening en sanitatie zijn sinds het midden van de jaren tachtig gedecentraliseerd naar lokale niveaus. Gemeentelijke overheden kozen er soms voor om water en sanitaire voorzieningen te delegeren aan een staatsentiteit, zoals het geval was met Mexico-stad. Sommige gemeenten van het grootstedelijk gebied kozen voor lokale dienstverlening. Drainage- en rioolbeheer worden ten dele gecoördineerd op grootstedelijk niveau, door top-down beslissingen tussen CONAGUA en de drie regeringen op staatsniveau. Net als bij São Paulo zijn drinkwatertarieven een belangrijk instrument van UWM. Ze bevorderen toegankelijkheid via hoge subsidies. Door dat de tarieven van bijna alle consumenten worden gesubsidieerd is de watervoorziening niet kostendekkend. Inwoners van informele nederzettingen blijven verstoken van voorzieningen, terwijl de rest van de bevolking een hoog waterverbruik heeft. Dankzij inspanningen op regionaal niveau wordt hemelwater afgevoerd via het grootschalige metropolitane drainagesysteem. Dit is duur, omdat het water ten gevolge van de bodemdaling de stad uit moet worden gepompt. Het gebruik van een gemengd rioleringsysteem voor zowel regenwater als rioolwater betekent bovendien dat al het afvalwater vervuild raakt en niet geschikt is voor hergebruik. De grootstedelijke afvalwaterinfrastructuur is daarom verbonden met een gigantische rioolwaterzuiveringsinstallatie net buiten de metropool.

In het **negende** hoofdstuk worden de bevindingen van beide case-studies vergeleken ten aanzien van de *drivers*, instituties en instrumenten (hun effectiviteit in termen van mandaten van actoren, impact op duurzaamheid en inclusieve ontwikkeling, en voorgesteld herontwerp), met aandacht voor overeenkomsten en verschillen. Hoewel beide metropolen van elkaar kunnen leren, blijken de beleidsinstrumenten van São Paulo over het algemeen meer in overeenstemming met doelstellingen voor duurzame en inclusieve ontwikkeling dan Mexico-stad. Het ontwikkelen van coherent waterbeheer op grootstedelijke schaal is in beide gevallen een uitdaging, vanwege de veelheid aan jurisdicties en de versnippering van verantwoordelijkheden tussen actoren op meerdere overheidsniveaus. De metropolen zijn ook verbonden met gebieden ver buiten hun grenzen. De ruimtelijke schaal van beleid en beleidsinstrumenten komen echter niet altijd overeen met die van waterstromen, infrastructuurnetwerken, gedeelde ecosystemen of landgebruik en stadsplanning. Dit kan leiden tot incoherentie en onbedoelde gevolgen van de beleidskaders. Gebieden die directe of indirecte schade ondervinden van deze externaliteiten worden niet gecompenseerd, ook niet voor de ecosystemendiensten die zij leveren. Het hoofdstuk besluit met verschillende voorstellen tot (her)ontwerp van beleidsinstrumenten (sommige met en andere zonder de dimensie van schaal).

Ten slotte worden in het **tiende** hoofdstuk de lessen uit de case-studies besproken en worden vijf ‘mismatches’ tussen schaalniveaus geïdentificeerd die duurzaam en inclusief grootstedelijk waterbeheer belemmeren. Deze hebben betrekking op bulkwatervoorziening, oppervlakte- en grondwaterbeheer, hemel- en afvalwater, drinkwatervoorziening en de relatie tussen landgebruik en water. Deze bevindingen worden vervolgens geëxtrapoleerd om hun implicaties

voor grootstedelijke regio's wereldwijd te overwegen, met name die binnen federale landen. Deze specifieke staatsvorm heeft immers belangrijke gevolgen voor actoren en instituties. Hierna presenteert dit hoofdstuk een kader voor grootstedelijk waterbeheer waarin de mismatches tussen schaalniveau zijn opgelost. Dit kader is gebaseerd op vier pijlers en één overkoepelende 'paraplu'. Deze paraplu verwijst naar een collectieve definitie van grootstedelijk waterbeheer, en meer specifiek naar de identificatie van grootstedelijke waterbronnen die worden gebruikt en/of grootstedelijke actoren die moeten worden betrokken. Deze paraplu is onderbouwd door vier pijlers die onderling afhankelijke zijn; door er één te negeren, kan grootstedelijk waterbeheer niet duurzaam en inclusief zijn. De eerste pijler betreft de erkenning van verschillende soorten water, hun diversificatie en conjunctief gebruik. De tweede pijler verwijst naar infrastructuur en de noodzaak om kleinschalige en grotere systemen te combineren en onderling te verbinden, evenals grijze en groene infrastructuur. De derde pijler heeft betrekking op het delen en compenseren van ecosysteemdiensten. De vierde pijler richt zich op het tegengaan van stadsuitbreiding door het integreren van beleid voor landgebruik, milieubescherming en woonarmoede. Deze vier pijlers zijn afgestemd op de vier dimensies van duurzame en inclusieve ontwikkeling (d.w.z. ecologisch, sociaal, economisch en relationeel).

Dit kader wordt vervolgens omgezet in een aanbeveling voor wereldwijd beleid en de Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen (SDGs) met een suggestie om een regionale, grootstedelijke aanpak in IWRM op te nemen. Deze aanpak kan worden bevorderd door een indicator toe te voegen onder doelstelling 6.5 ("Implementeer IWRM op alle niveaus") die de implementatie van regionale plannen voor steden met meer dan een miljoen inwoners zou evalueren. Zulke plannen hebben een gemeenschappelijk kader voor grootstedelijk waterbeheer (de overkoepelende 'paraplu') nodig die de relevante grenzen bepaalt, kennissystemen ontwikkelt, een regionaal plan uitwerkt dat de kringloop van de stedelijke watercyclus sluit en strategische waterbeoordelingen ontwikkelt. Dit regionale planningskader voor de integratie van stedelijke en stroomgebied problemen in grote metropolen kan vervolgens worden gebruikt om beleid en beleidsinstrumenten met betrekking tot verschillende soorten water, infrastructuur, ecosystemen en verstedelijking te ontwerpen, implementeren en evalueren.

CONTENTS

<i>LIST OF TABLES</i>	<i>xxiv</i>
<i>LIST OF FIGURES</i>	<i>xxvi</i>
<i>LIST OF BOXES</i>	<i>xxvii</i>
<i>LIST OF MAPS</i>	<i>xxviii</i>
<i>LIST OF ABBREVIATIONS</i>	<i>xxix</i>
1. INTRODUCTION	1
1.1 INTRODUCTION	1
1.2 WATER CHALLENGES AND METROPOLITAN REGIONS	2
1.2.1 <i>RIISING WATER CHALLENGES IN AN URBANIZING WORLD</i>	2
1.2.2 <i>THE POLICY CHALLENGE: IMPLEMENTING IWRM IS KEY TO ADVANCING</i>	6
1.2.3 <i>THE GAP IN SCHOLARLY KNOWLEDGE: THE DISCONNECT BETWEEN CITIES AND RIVER BASINS</i>	10
1.3 RESEARCH QUESTIONS, APPROACH AND LIMITS	12
1.3.1 <i>RESEARCH QUESTIONS</i>	12
1.3.2 <i>FOCUS OF THE RESEARCH</i>	14
1.3.3 <i>LIMITS OF THE RESEARCH</i>	14
1.4 THE NATURE OF WATER	15
1.5 POSITIONALITY	16
1.5.1 <i>SUSTAINABLE AND INCLUSIVE DEVELOPMENT PERSPECTIVE</i>	16
1.5.2 <i>MULTI-LEVEL GOVERNANCE THROUGH A POLITICAL SCIENCE AND GEOGRAPHY PERSPECTIVE</i>	18
1.6 STRUCTURE OF THESIS	20
2. METHODOLOGY	21
2.1 INTRODUCTION	21
2.2 THE COMPARATIVE CASE STUDY METHOD	21
2.2.1 <i>JUSTIFICATION FOR THE COMPARATIVE CASE STUDY METHOD</i>	21
2.2.2 <i>THE CHOICE OF SÃO PAULO AND MEXICO CITY</i>	22
2.3 LITERATURE REVIEW	25
2.3.1 <i>LITERATURE REVIEW ON KEY CONCEPTS</i>	25
2.3.2 <i>LITERATURE REVIEW ON CASE STUDIES</i>	27
2.4 ANALYTICAL FRAMEWORK	27
2.5 UNITS OF ANALYSIS	32
2.5.1 <i>DIRECT AND INDIRECT DRIVERS</i>	32
2.5.2 <i>INSTITUTIONS</i>	32
2.5.3 <i>TYPOLGY OF INSTRUMENTS</i>	32
2.5.4 <i>INSTRUMENT SELECTION AND EVALUATION CRITERIA</i>	35
2.6 CONTENT ANALYSIS	36
2.7 FIELDWORK	36
2.7.1 <i>FIELDWORK RESEARCH APPROACH</i>	36
2.7.2 <i>ETHICAL ASPECTS AND REFLECTIONS ON THE FIELDWORK RESEARCH PROCESS</i>	38
2.8 INTEGRATION	38

3.	<i>URBAN WATER GOVERNANCE</i>	41
3.1	INTRODUCTION	41
3.2	OVERVIEW	41
3.2.1	<i>EVOLUTION TOWARDS MORE SUSTAINABLE AND INTEGRATED UWM</i>	41
3.2.2	<i>MAIN CHARACTERISTICS OF UWM AND IUWM/SUWM</i>	43
3.2.3	<i>DRIVERS, INSTITUTIONS AND INSTRUMENTS</i>	48
3.3	UWM FOR SUSTAINABLE AND INCLUSIVE DEVELOPMENT	49
3.3.1	<i>STEPS FORWARD</i>	49
3.3.2	<i>LINGERING OBSTACLES</i>	50
3.4	SCALAR LIMITATIONS OF URBAN WATER GOVERNANCE PARADIGMS	51
3.4.1	<i>METROPOLITAN AREAS HAVE UNIQUE CHALLENGES AND OPPORTUNITIES</i>	51
3.4.2	<i>UWM IGNORES THE LINKAGES TO THE RIVER BASIN</i>	53
3.5	INFERENCES	54
4.	<i>RIVER BASIN GOVERNANCE</i>	57
4.1	INTRODUCTION	57
4.2	OVERVIEW	57
4.2.1	<i>EVOLUTION OF RIVER BASIN GOVERNANCE</i>	57
4.2.2	<i>MAIN CHARACTERISTICS</i>	59
4.2.3	<i>DRIVERS, INSTITUTIONS AND INSTRUMENTS</i>	62
4.3	IWRM/IRBM FOR SUSTAINABLE AND INCLUSIVE DEVELOPMENT	65
4.3.1	<i>STEPS FORWARD</i>	65
4.3.2	<i>LINGERING OBSTACLES</i>	65
4.4	SCALAR LIMITATIONS OF IWRM/IRBM	66
4.4.1	<i>THE “NATURALNESS” OF THE RIVER BASIN SCALE AS A SOCIAL CONSTRUCTION</i>	66
4.4.2	<i>IWRM/IRBM IGNORE THE URBAN</i>	68
4.5	INFERENCES	69
5.	<i>THE IMPLEMENTATION OF IWRM/IRBM IN SÃO PAULO</i>	73
5.1	INTRODUCTION	73
5.2	CONTEXT AND DRIVERS OF SÃO PAULO’S RIVER BASIN CHALLENGES	73
5.2.1	<i>CONTEXT IN RELATION TO THE RIVER BASIN</i>	73
5.2.2	<i>MAIN DRIVERS OF SÃO PAULO’S RIVER BASIN CHALLENGES</i>	73
5.3	THE INSTITUTIONAL FRAMEWORK FOR IWRM/IRBM IN SÃO PAULO	77
5.3.1	<i>GLOBAL LEVEL</i>	77
5.3.2	<i>TRANSBOUNDARY LEVEL</i>	77
5.3.3	<i>NATIONAL LEVEL</i>	78
5.3.4	<i>STATE LEVEL</i>	79
5.3.5	<i>RIVER BASIN LEVEL</i>	80
5.4	INSTRUMENT ANALYSIS	81
5.4.1	<i>INTER-BASIN WATER TRANSFERS</i>	81
5.4.2	<i>WATER USE PERMITS</i>	84
5.4.3	<i>WATER USE AND WASTEWATER DISCHARGE FEES</i>	86
5.4.4	<i>AREAS OF PROTECTION AND REHABILITATION</i>	88
5.5	INSTRUMENT ASSESSMENT AND REDESIGN	90

6.	<i>THE IMPLEMENTATION OF UWM IN SÃO PAULO</i>	95
6.1	INTRODUCTION	95
6.2	CONTEXT AND DRIVERS OF SÃO PAULO’S URBAN WATER CHALLENGES	95
6.2.1	<i>CONTEXT IN RELATION TO THE METROPOLITAN REGION</i>	95
6.2.2	<i>MAIN DRIVERS OF SÃO PAULO’S URBAN WATER CHALLENGES</i>	95
6.3	INSTITUTIONAL FRAMEWORK	97
6.3.1	<i>GLOBAL LEVEL</i>	97
6.3.2	<i>NATIONAL LEVEL</i>	98
6.3.3	<i>STATE LEVEL</i>	99
6.3.4	<i>METROPOLITAN LEVEL</i>	101
6.3.5	<i>LOCAL LEVEL</i>	101
6.4	INSTRUMENT ANALYSIS	104
6.4.1	<i>WATER AND SANITATION TARIFFS</i>	104
6.4.2	<i>MACRO-DRAINAGE</i>	108
6.4.3	<i>INTEGRATED SEWAGE SYSTEM</i>	110
6.5	INSTRUMENT ASSESSMENT AND REDESIGN	114
7.	<i>THE IMPLEMENTATION OF IWRM/IRBM IN MEXICO CITY</i>	121
7.1	INTRODUCTION	121
7.2	CONTEXT AND DRIVERS OF MEXICO CITY’S RIVER BASIN CHALLENGES	121
7.2.1	<i>CONTEXT IN RELATION TO THE RIVER BASIN</i>	121
7.2.2	<i>MAIN DRIVERS OF MEXICO CITY’S RIVER BASIN CHALLENGES</i>	122
7.3	THE INSTITUTIONAL SET UP FOR IWRM/IRBM IN MEXICO CITY	124
7.3.1	<i>GLOBAL LEVEL</i>	124
7.3.2	<i>TRANSBOUNDARY LEVEL</i>	124
7.3.3	<i>NATIONAL LEVEL</i>	125
7.3.4	<i>STATE LEVEL</i>	126
7.3.5	<i>RIVER BASIN LEVEL</i>	126
7.4	INSTRUMENT ANALYSIS	128
7.4.1	<i>INTER-BASIN TRANSFERS</i>	128
7.4.2	<i>WATER USE PERMITS</i>	131
7.4.3	<i>WATER USE FEES</i>	136
7.4.4	<i>PAYMENT FOR ECOSYSTEM SERVICES (PES)</i>	138
7.5	INSTRUMENT ASSESSMENT AND REDESIGN	140
8.	<i>THE IMPLEMENTATION OF UWM IN MEXICO CITY</i>	145
8.1	INTRODUCTION	145
8.2	CONTEXT AND DRIVERS OF MEXICO CITY’S URBAN WATER CHALLENGES	145
8.2.1	<i>CONTEXT IN RELATION TO THE METROPOLITAN REGION</i>	145
8.2.2	<i>MAIN DRIVERS OF MEXICO CITY’S URBAN WATER CHALLENGES</i>	145
8.3	THE INSTITUTIONAL FRAMEWORK FOR UWM IN MEXICO CITY	147
8.3.1	<i>GLOBAL LEVEL</i>	147
8.3.2	<i>NATIONAL LEVEL</i>	147
8.3.3	<i>STATE LEVEL</i>	148
8.3.4	<i>METROPOLITAN LEVEL</i>	148
8.3.5	<i>LOCAL LEVEL</i>	149
8.4	INSTRUMENT ANALYSIS	151
8.4.1	<i>WATER TARIFFS</i>	151
8.4.2	<i>METROPOLITAN DRAINAGE SYSTEM</i>	155

8.4.3	<i>METROPOLITAN WASTEWATER INFRASTRUCTURE</i>	157
8.4.4	<i>THE CONSERVATION LAND</i>	159
8.5	INSTRUMENT ASSESSMENT AND REDESIGN	160
9.	COMPARING SÃO PAULO AND MEXICO CITY: EVIDENCE OF SCALAR MISMATCHES	165
9.1	INTRODUCTION	165
9.2	COMPARING DRIVERS OF METROPOLITAN WATER CHALLENGES	165
9.3	COMPARING ACTORS AND INSTITUTIONS	166
9.3.1	<i>INSTITUTIONAL CHANGES IN UWM AND IWRM/IRBM</i>	166
9.3.2	<i>THE INFLUENCE OF FEDERALIST STRUCTURES</i>	167
9.4	COMPARING INSTRUMENTS	167
9.4.1	<i>INSTRUMENTS PER COUNTRY AND LEVEL OF GOVERNANCE</i>	167
9.4.2	<i>EVALUATING AND COMPARING INSTRUMENTS IN TERMS OF DESIGN</i>	168
9.4.3	<i>INFERENCES</i>	171
9.5	COMPARING THE EFFECT OF INSTRUMENTS ON ACTORS' BEHAVIOUR	172
9.5.1	<i>REGULATORY INSTRUMENTS</i>	172
9.5.2	<i>ECONOMIC INSTRUMENTS</i>	173
9.5.3	<i>INFRASTRUCTURAL INSTRUMENTS</i>	174
9.5.4	<i>INFERENCES</i>	175
9.6	COMPARING THE IMPACT ON SUSTAINABLE AND INCLUSIVE WATER GOVERNANCE ..	176
9.6.1	<i>ECOLOGICAL IMPACTS</i>	176
9.6.2	<i>SOCIAL IMPACTS</i>	176
9.6.3	<i>ECONOMIC IMPACTS</i>	177
9.6.4	<i>RELATIONAL IMPACTS</i>	178
9.6.5	<i>INFERENCES</i>	178
9.7	COMPARING REDESIGN	180
9.7.1	<i>MACRO-DRAINAGE</i>	180
9.7.2	<i>METROPOLITAN WASTEWATER SYSTEMS</i>	180
9.7.3	<i>WATER TARIFFS</i>	181
9.7.4	<i>WATER PERMITS</i>	182
9.7.5	<i>WATER USE AND WASTEWATER DISCHARGE FEES</i>	183
9.7.6	<i>INTER-BASIN TRANSFERS</i>	183
9.7.7	<i>ENVIRONMENTAL PROTECTION MEASURES</i>	184
9.8	INFERENCES	185
10.	TOWARDS A THEORY OF METROPOLITAN WATER GOVERNANCE	187
10.1	INTRODUCTION	187
10.2	TAKING STOCK FROM THE EXPERIENCES OF SÃO PAULO AND MEXICO CITY: SCALAR MISMATCHES IN METROPOLITAN WATER GOVERNANCE	187
10.2.1	<i>MANAGING BULK WATER SUPPLY AND WATER CONTAMINATION AT THE MULTI-BASIN SCALE</i>	187
10.2.2	<i>COORDINATING SURFACE AND GROUNDWATER MANAGEMENT</i>	189
10.2.3	<i>RETAINING AND REUSING GREYWATER: SEMI-DECENTRALIZED STORMWATER AND WASTEWATER MANAGEMENT</i>	190
10.2.4	<i>WATER SERVICES ARE FRAGMENTED ACROSS THE METROPOLIS AND DISCONNECTED FROM WATER RESOURCES AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT</i>	191
10.2.5	<i>LINKING WATER MANAGEMENT, ECOSYSTEM SERVICES AND LAND USE/SPATIAL PLANNING</i>	192
10.3	IMPLICATIONS FOR METROPOLITAN SYSTEMS IN FEDERAL STATES AROUND THE WORLD	193
10.3.1	<i>METROPOLITAN AREAS IN FEDERAL STATES</i>	193
10.3.2	<i>IMPLICATIONS FOR URBAN WATER MANAGEMENT</i>	194

10.3.3	<i>IMPLICATIONS FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT</i>	195
10.4	UNDERSTANDING AND OVERCOMING SCALAR MISMATCHES IN METROPOLITAN WATER GOVERNANCE	196
10.4.1	<i>DEFINING METROPOLITAN WATER GOVERNANCE</i>	197
10.4.2	<i>CONSIDERING DIFFERENT TYPES OF WATER</i>	198
10.4.3	<i>METROPOLITAN WATER INFRASTRUCTURE</i>	200
10.4.4	<i>SHARING AND COMPENSATING FOR ECOSYSTEM SERVICES/NATURE’S CONTRIBUTIONS</i>	202
10.4.5	<i>ADDRESSING URBAN SPRAWL AS A REGIONAL PHENOMENON</i>	204
10.5	THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: INCLUDING A REGIONAL APPROACH INTO IWRM	205
10.6	FINAL REFLECTIONS	208
REFERENCES	.....	209
ANNEXES	.....	245
ANNEX A – LITERATURE REVIEW	.....	245
ANNEX B – COMPREHENSIVE LIST OF POLICY INSTRUMENTS	.....	246
ANNEX C – POLICY INSTRUMENTS SELECTED FOR ANALYSIS	.....	248
ANNEX D – INTERVIEW LIST	.....	252
ANNEX E - MAIN ACTORS IN SÃO PAULO'S METROPOLITAN WATER GOVERNANCE	.....	256
ANNEX F - MAIN ACTORS IN MEXICO CITY’S METROPOLITAN GOVERNANCE	.....	259
ANNEX G – ADDITIONAL INSTRUMENTS		261
<i>CLASSIFICATION OF WATER BODIES IN THE MRSP</i>		261
<i>WASTEWATER DISCHARGE PERMITS IN SÃO PAULO</i>		263
<i>WASTEWATER DISCHARGE PERMITS IN MEXICO CITY</i>		266
<i>CLIMATE CHANGE ADAPTATION PLAN AND FUND OF MEXICO CITY</i>		267
ANNEX H – WATER TARIFFS		271

LIST OF TABLES

Table 1.1 Evolution of the number of urban settlements per population size	3
Table 1.2 The SDGs and Targets and their links to water quantity, water quality and climate change adaptation	8
Table 1.3 Colours of water and their characteristics	15
Table 2.1 Characteristics of Mexico City and São Paulo	25
Table 2.2 Journals selected in the literature review	26
Table 2.3 Examples of potential instruments.....	34
Table 2.4 Criteria for instrument selection	35
Table 3.1 Main characteristics of UWM/SUWM/IUWM	44
Table 3.2 Types of instruments of Urban Water Management.....	49
Table 4.1 Main characteristics of IWRM/IRBM	60
Table 4.2 Instruments of IWRM/IRBM	64
Table 5.1 Multi-level drivers of water-related challenges on the river basin	74
Table 5.2 Main aspects of the National Water Law of 1997	79
Table 5.3 SABESP Water production systems within and outside the Alto-Tietê Basin.....	82
Table 5.4 Assessment of IWRM/IRBM policy instruments in the MRSP	91
Table 6.1 Multi-level drivers of water-related challenges in the city	97
Table 6.2 Main aspects of the PLANSAB	99
Table 6.3 Assessment of UWM policy instruments in the MRSP.....	115
Table 7.1 Multi-level drivers of water-related challenges on the river basin	124
Table 7.2 IWRM/IRBM entities	128
Table 7.3 Overview of water supply in the Valley of Mexico Basin (VMB).....	129
Table 7.4 Water availability in the Valley of Mexico Basin's aquifers (in hm ³ per year)....	134
Table 7.5 Assessment of IWRM/IRBM policy instruments in the MVMC	141
Table 8.1 Multi-level drivers of water-related challenges on the city	146

Table 8.2 Assessment of UWM policy instruments in the MVMC.....	161
Table 9.1 Instruments at multiple levels of governance in Brazil and Mexico	168
Table 9.2 Evaluation of the effectiveness of instruments in the MRSP and MVMC.....	179

LIST OF FIGURES

Figure 1.1 Global expansion of urban population, 1950-2050 (thousands)	3
Figure 1.2 Urban population per region (percentage)	3
Figure 1.3 Evolution of population per size classes of urban settlements.....	3
Figure 1.4 Links between SDGs 6, 11 and 13	9
Figure 1.5 The occurrence of terms linked to the urban and river basin within the main concepts	11
Figure 1.6 Dimensions of inclusive and sustainable development.....	17
Figure 2.1 Demographic Growth in the metropolitan regions of São Paulo and Mexico City	23
Figure 2.2 Evolution of concepts between 1970-2015	27
Figure 2.3 Analytical framework for an institutional approach to urban water challenges ...	31
Figure 5.1 Pinheiros River in São Paulo and the Traição pumping station in central São Paulo	77
Figure 6.1 Basin and urban water stakeholders in the MRSP	103
Figure 6.2 View of the Billings Dam where the Pinheiros River flows in.....	113
Figure 7.1 Water balance per aquifer based on allocated water (left) and extracted water (right).....	136
Figure 8.1 Basin and urban water stakeholders in the MVMC	151
Figure 8.2 Improvised water supply in Amalacachico, Mexico City	155
Figure 10.1 Regional approach for integrating urban and basin concerns	207

LIST OF BOXES

Box 1.1 Definitions of large cities.....	5
Box 5.1 Alto-Tietê basin plan	81
Box 6.1 The Tietê Project.....	111

LIST OF MAPS

Map 1.1 Large cities and basins around the world in 2015	2
Map 2.1 Spatial characteristics of São Paulo.....	24
Map 2.2 Spatial characteristics of Mexico City.....	24
Map 5.1 Expansion of urbanization towards areas of protected springs in the MRSP.....	89
Map 7.1 Lakes in the Valley of Mexico around 1519	123
Map 7.2 Map of Region XIII and the metropolitan region of the Valley of Mexico	127

LIST OF ABBREVIATIONS

ANA	Agência Nacional de Água (National Water Agency)
APRM	Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais (Areas of Protection and Recovery of Springs)
ATB	Alto-Tietê Basin
ARSESP	Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (Regulating Agency for Sanitation and Energy)
BESS	Biodiversity and Ecosystem Services
CBH-AT Committee)	Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto-Tietê (Alto-Tietê River Basin
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (São Paulo State Environment Agency)
CHR	Conselho Estadual de Recursos Hídricos (State Council on Hydrological Resources)
CNHR	Conselho Nacional de Recursos Hídricos (National Council on Hydrological Resources)
CODEGRAN	Conselho Deliberativo da Grande São Paulo (Deliberative Council of Greater São Paulo)
COFEHIDRO	Conselho do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Council for the State Fund for Water Resources)
CONAFOR	Comisión Nacional Florestal (National Forestry Commission)
CONAGUA	Comisión Nacional De Água (National Water Commission)
CSO	Civil Society Organization
DAEE Electricity)	Departamento de Águas e Energia Elétrica (Department of Water and
EMAE	Empresa Metropolitana de Águas e Energia (Metropolitan Company of Water and Electricity)
EMPLASA	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A. (São Paulo Company of Metropolitan Planning)

FABHAT	Fundação da Agência da Bacia Hidrográfica do Alto-Tietê (Foundation for the Agency of the Alto-Tietê Basin Committee)
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos (State Fund for Water Resources)
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Federation of Industries of the State of São Paulo)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brazilian Institute of Geography and Statistics)
IDB	Inter-American Development Bank
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (National Institute for Ecology and Climate Change)
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica (Institute for Technological Research)
ITB	Instituto Trata Brasil
IWRM	Integrated Water Resources Management
MASL	Metres above sea level
MMP-ATB	Macro-drainage Master Plan of the Alto-Tietê Basin
MRSP	Metropolitan Region of São Paulo
MVMC	Metropolitan Valley of Mexico City
PES	Payment for Ecosystem Services
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento (National Basic Sanitation Plan)
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Company of Basic Sanitation of São Paulo State)
SAAE Service)	Serviço Autônomo de Água e Esgoto (Autonomous Water and Sanitation Service)
SACMEX	Sistema de Aguas de la Ciudad de Mexico (Water Systems of Mexico City)
SDG	Sustainable Development Goal
SEMARNAT	Ministry for the Environment and Natural Resources
SIGRH	Sistema de Informações sobre o Gerenciamento de Recursos Hídricos (System of Information on the Management of Hydrological Resources)

SINGREH	Sistema Nacional De Gerenciamento De Recursos Hídricos (National Hydrological Resources Management System)
SMA	Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (São Paulo State Environmental Secretariat)
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (National Sanitation Information System)
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (National Secretariat for Environmental Sanitation)
SSRH	Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (São Paulo State Sanitation and Water Resources Secretariat)
UGRHI	Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Units of Management of Hydrological Resources)
USP	Universidade de São Paulo (University of São Paulo)
VMB	Valley of Mexico Basin
Wat&San	Water and sanitation
WRM	Water Resources Management