

Eduardo Breviglieri Pereira de Castro
Professeur
UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora
Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica
Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário
Bairro São Pedro - CEP: 36036-900 - Juiz de Fora – MG
Tel.: (+55) 32 21 02 34 98 / (+55) 32 88 86 27 64
e-mail : eduardo.castro@ufjf.edu.br

Juiz de Fora, le 15/03/14

Mme Anne-Claire PINHEIRO, Secrétariat de l'ED
Maison de la Recherche et de la Valorisation (MRV)
École Doctorale MEGeP
(Bâtiment A - Porte AR025)
118, Route de Narbonne
31062 Toulouse cedex 9

Madame,

Vous trouverez ci-joint le rapport concernant le mémoire de thèse de doctorat présenté par Tathiane Agra de Lemos Martins.

Veillez agréer l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

Eduardo Breviglieri Pereira de Castro.

Eduardo Breviglieri Pereira de Castro
Professeur
UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora
Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica
Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário
Bairro São Pedro - CEP: 36036-900 - Juiz de Fora – MG
Tel.: (+55) 32 21 02 34 98 / (+55) 32 88 86 27 64
e-mail : eduardo.castro@ufjf.edu.br

Juiz de Fora, le 15/03/14

Mme Virginie GARY
Service Enseignement - Direction des Relations Internationales
INSA de Toulouse
135 avenue de Rangueil
31077 Toulouse CEDEX 04

Madame,

Vous trouverez ci-joint le rapport concernant le mémoire de thèse de doctorat présenté par Tathiane Agra de Lemos Martins.

Veillez agréer l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

Eduardo Breviglieri Pereira de Castro.

Candidate: Tathiane Agra de Lemos Martins

Titre: De condicionantes solares a oportunidades de desenho urbano: otimização de tipo-morfologias urbanas em contexto de clima tropical.

Directeurs: Luc Adolphe (INSA-Toulouse) / Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos (UFRJ-Rio de Janeiro).

Rapporteur: Eduardo Breviglieri Pereira de Castro, ingénieur, professeur à l'Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brésil.
(UFJF – EPD - Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica).

1) Domaine abordé par la candidate

Le travail de Tathiane Martins s'inscrit dans le contexte très contemporain de la densification de la ville et le choix de la meilleure matrice énergétique capable de soutenir les villes dans les années à venir. L'hypothèse de base est que l'énergie générée par la collecte du rayonnement solaire devrait être explorée localement dans le tissu urbain et donc la morphologie de la ville doit s'adapter à ce nouveau paradigme. Mettre en œuvre ce modèle d'énergétique est difficile. Cela exige la connaissance de la structure urbaine et sa pertinence par rapport les variables climatiques, les morphologies et les typologies architecturales existantes. Un autre problème est la complexité inhérente au traitement de ces contraintes dans un modèle mathématique suffisamment précis, et en même temps susceptible d'être appliqué à des cas pratiques. L'originalité de ce travail réside avant tout dans une proposition visant à répondre à ces questions en considérant des méthodes et des disciplines scientifiques reconnues. Une approche originale est ainsi proposée, basée sur l'optimisation de la morphologie urbaine vis à vis de la production d'énergie renouvelable décentralisée – le potentiel solaire -, dans la perspective d'une ville plus performante par rapport aux conditions climatiques locales. enfin, une étude de l'application de la solution développée est présentée pour démontrer la faisabilité de la proposition.

2) Avancées proposées dans le domaine

La mise en perspective de savoirs liés au climat, à l'énergie et à la spatialité de la ville ont permis à Tathiane Martins de proposer une approche innovante de l'étude de la conformation de la ville par rapport à son potentiel de production d'énergie solaire, compte tenu de certaines contraintes juridiques (les règlements de zonage) et environnementaux. Pour ce faire, la candidate développe un modèle complexe et scientifiquement justifié, et propose des solutions pour adapter la morphologie urbaine sur la base des résultats de cette approche. Les conclusions les plus importantes permettent à l'auteur d'affirmer qu'il n'y a pas une solution optimale unique au problème, mais un certain nombre d'options de conformations qui peuvent améliorer la performance de la ville par rapport au objectif proposé - l'efficacité de la production locale d'énergie solaire sans compromettre d'autres caractéristiques de la ville.

3) Analyse du contenu du mémoire

Le texte se développe en environ 400 pages, correspondant au volume de travail effectué dans la recherche. Le contenu principal est correctement structuré en présentant une introduction suivie de cinq chapitres et la conclusion. La bibliographie suit le format habituel des normes brésiliennes, et répertorie la plupart des travaux récents qui représentent un bon aperçu de l'état de l'art sur le thème de la thèse, sans exclure de la liste, les textes les plus classiques sur certains thèmes importants.

Le mémoire est bien écrit. Le texte est facile à lire et aborde correctement les champs thématiques convoqués. L'iconographie est d'excellente qualité. Dans certaines parties, nous manquons d'une certaine rigueur (scientifique), comme l'absence de références à des citations littérales dans le texte. Le même problème est vrai pour certaines approches méthodologiques, notamment la grande variabilité des indicateurs de morphologie urbaine utilisés tout au long de la recherche. Au delà de ces remarques, le texte est cohérent, présente une approche innovante pour le problème proposé et éveille l'attention du lecteur.

Le premier chapitre présente une bonne révision de la littérature de la base scientifique des problèmes qui affectent l'équilibre radiatif de surfaces construites, en particulier par rapport au rayonnement solaire. Ici sont abordés le climat et son influence sur les réponses thermiques du bâtiment et de la ville, la caractérisation des types de ciel et leur modélisation, ainsi que les méthodes utilisées pour le calcul du rayonnement solaire et des ombres dans les espaces bâtis. Une brève présentation de l'importance de la ventilation dans les échanges de chaleur est également effectuée. L'objectif est de parvenir à une compréhension des principaux phénomènes en cause et résumer les résultats en choisissant une série d'indicateurs morphologiques de l'environnement urbain de manière simplifiée. Ces indicateurs permettront de caractériser les différentes conformations de la ville par rapport à la disponibilité du rayonnement solaire et leurs réponses aux celui-ci. Ce que nous voyons à la fin du chapitre, étayé sous la forme de 11 indicateurs. Cependant, le nombre et le choix de ces indicateurs repose sur des fondements théoriques faibles. La lecture de la thèse permettra, plus tard dans le chapitre III, d'accéder à la discussion et la justification de ce choix. Cependant, comme on le notera, ni le nombre, ni les indicateurs ne seront les mêmes cités dans cette section de la synthèse du chapitre I et dans la suite.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude de la morphologie urbaine. Initialement, il y a une révision de la littérature des études portant sur les diverses formes architecturales qui peuvent être trouvées dans le tissu des villes. Ensuite, sont définis des indicateurs morphologiques qui peuvent caractériser le comportement de ce tissu devant les phénomènes météorologiques, notamment ceux qui sont liées aux aspects énergétiques. L'objectif dans cette partie est de vérifier l'adéquation et d'affiner la liste des 11 indicateurs initialement proposés à la fin du chapitre I. La discussion des indicateurs est certainement plus approfondie que celle effectuée dans le chapitre précédent, mais encore une fois le processus de choix nous laisse l'impression d'un certain manque de rigueur scientifique. En fait, les 11 indicateurs sont transformés en 21 dans la synthèse représentée sur la Fig.82, mais sont réduits à 14 dans le tableau 7, peu de temps après. Plus tard dans le chapitre, ils apparaissent à nouveau, mais maintenant en 13 dans le tableau 11, lorsqu'ils sont utilisés pour effectuer la première ACP - Analyse en Composantes Principales. À l'annexe C, les indicateurs sont au nombre de 12. Il est à noter, par conséquent, la question de quels indicateurs peuvent être retenus pour décrire vraiment la morphologie urbaine dans la recherche. Cette question se reproduira jusqu'à la fin du chapitre IV.

Le reste de ce chapitre II traite des procédures méthodologiques utilisées pour générer les classes typologiques de la morphologie caractéristique de Maceió et la détermination de la performance solaire de ces classes par simulation informatique. Pour déterminer les catégories, une approche statistique est réalisée par une Analyse de Composantes Principales en deux étapes et une Analyse de Regroupement ultérieure. La procédure est mise en pratique et 5 classes différentes sont trouvées. Puis, on peut passer au calcul de la performance solaire de ces ensembles morphologiques, dont les résultats quantitatifs sont présentés dans les tableaux 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5. Un résultat qualitatif est également disponible sous la forme du potentiel photovoltaïque, potentiel thermique solaire et potentiel d'éclairage (naturel). Cependant le code informatique utilisé dans les calculs n'est pas présenté ainsi que le modèle qui est utilisé dans les simulations : a) un modèle virtuel (représentant) créé avec les caractéristiques morphologiques de chaque classe ou, b) un modèle tiré de la reconstruction numérique (3D) d'une des zones de la ville de Maceió correspondant à chaque classe ? Il n'est pas non plus explicité la base de données climatiques utilisées dans les simulations. J'aurais apprécié que ces hypothèses soient explicitées dans le texte.

Le troisième chapitre est, avec le chapitre suivant, correspond aux avancées méthodologiques les plus importantes de la thèse. En effet, sont étudiés par une approche statistique cohérente, les indicateurs morphologiques qui auront effectivement une importance dans les réponses énergétiques des typologies urbaines décrites pour la ville de Maceió. Le sentiment est qu'en raison de leur pertinence et pour une bonne compréhension des résultats présentés précédemment, ce chapitre devrait précéder le chapitre II actuelle. En effet, c'est seulement après avoir lu cette partie du texte que nous croyons que le choix des indicateurs et que le reste des analyses du chapitre II, repose sur des bases solides. Cependant, on remarque comme cité précédemment, que les indicateurs étudiés ne sont pas les mêmes que ceux cités précédemment, comme celles du tableau 7. Curieusement, certains déjà discutés dans le cadre théorique sont supprimées (la Surface d'enveloppe , la contiguïté , la densité , la porosité) et d'autres sont ajoutés (la Distance entre les bâtiments , la Fraction d'Ouvertures, le Facteur solaire, la Profondeur, ...) . Une explication de ce changement serait la bienvenue. La nomenclature change également : les indicateurs sont ici appelés « facteurs de type morphologique », en dépit d'avoir la même fonction. On se pose alors la question : pourquoi ne pas étudier l'influence de tous les facteurs / indicateurs possibles a priori, choisir les plus appropriés, puis procéder aux analyses méthodologiques du chapitre II - la génération des classes typologiques de la morphologie représentant de Maceió et la détermination de la performance de ces classes solaires ? Ceci nous semblerait une approche méthodologique plus cohérente. Ce sont des questions importantes auxquelles l'auteur devra répondre.

Le quatrième chapitre vis à développer des méthodes d'optimisation de la morphologie urbaine visant l'efficacité par rapport au rayonnement solaire et l'éclairage naturel des bâtiments. Trois approches différentes à cet effet sont décrits : l'Aide à la Décision multicritère, l'Optimisation Multi-objectif classique et l'utilisation des Algorithmes Évolutionnaires. L'auteur choisit cette dernière approche - en particulier la méthode NSGA – pour l'appliquer à l'optimisation des classes morphologiques de Maceió, obtenues dans le chapitre II. Un grand nombre de simulations sont effectuées en utilisant les codes informatiques et les résultats sont traités et analysés afin d'obtenir les meilleures solutions pour la conformation urbaine. Comme cité précédemment, les facteurs / indicateurs utilisé dans l'algorithme génétique souffrent d'une nouvelle variation du nombre. Nous ne comprenons pas également pourquoi l'auteur a réduit l'étude aux classes morphologiques 3 et 4, étant donné que le Chapitre II a montré que la classe 1 représente 37 % du tissu urbain de Maceió et la classe 5 , 19 % , à la fois bien au-dessus des 3% de la classe 4 étudié. Nous nous demandons pourquoi ne pas examiner tous les 5 typologies. Cependant, en termes méthodologiques, tant les résultats que les analyses effectuées sur les deux classes choisies sont très intéressantes et correspondent, à mon avis, à la contribution réelle du travail de Tathiane Martins. La lecture du texte nous convainc qu'il est vraiment possible d'appliquer cette stratégie pour obtenir des informations sur la morphologie de la ville qui peuvent, et que cette stratégie peut être utilisées par les gestionnaires et par les planificateurs urbains, comme par exemple lors de la mise en œuvre des codes de zonage et des restrictions de construction. C'est exactement ce qui est présenté dans le chapitre suivant.

Le chapitre 5, à juste titre, cherche à appliquer les connaissances générées dans les chapitres précédents à une situation réelle. Dans ce cas, son application à la ville de Maceió. D'abord, le texte fait référence à d'autres préoccupations comme certains facteurs climatiques (ventilation naturelle) et socio-culturels (multiplicité des usages et accessibilité) qui peuvent et doivent être pris en compte dans les résultats obtenus par l'optimisation de la morphologie urbaine présentée dans le chapitre 4. Puis, en suivant ce raisonnement, sont décrites des possibilités de disposition spatiale de la ville en tenant compte non seulement du potentiel de production d'énergie par rayonnement solaire, mais aussi d'autres conditions. Le résultat est que, en utilisant la géométrie actuelle de Maceió, plutôt que de proposer un réaménagement réel de la ville, la discussion sert à démontrer les multiples possibilités de l'approche pour obtenir un tissu urbain plus durable. Je soulignerai à nouveau l'intérêt de la méthodologie utilisée dans cette recherche dans le processus de décision et de raffinement des codes de zonage et les contraintes spatiales pour la construction des bâtiments.

La conclusion est relativement simple et cohérente avec le reste de l'ouvrage. Elle présente un résumé de ce qui a été développé dans le texte et confirme la corroboration des hypothèses prises au départ. Elle s'achève par la description de certaines limites de la recherche et des perspectives pour les travaux futurs complémentaire au doctorat.

Cette étude illustre, comme d'autres travaux, la nécessité d'examiner de multiples domaines de la connaissance, pour proposer un changement dans la façon de bâtir la ville. Elle souligne aussi la difficulté de cette tâche, étant donné la complexité et le volume de données nécessaires à une analyse cohérente du problème.

4) Conclusion

Le travail de Tathiane Martins est vaste et multidisciplinaire. Il propose une démarche innovante pour permettre la production de connaissances utiles à la décision pour les gestionnaires urbains et aussi pour les urbanistes, dans le processus de choix de formes architecturales « optimales » vis à vis de certaines variables énergétiques. Cette approche est originale et très importante du point de vue de la durabilité de nos espaces bâtis.

L'ensemble de ces considérations me conduit à autoriser Tathiane Agra de Lemos Martins à présenter sa thèse de doctorat, et à la défendre publiquement.

Pour valoir ce que de droit

Eduardo Breviglieri Pereira de Castro
Professeur