

EDIFÍCIOS QUE ALIMENTAM CIDADES  
ANTEPROJETO DE UMA FAZENDA VERTICAL EM RECIFE

MARIA CELINA CAVALCANTI FERREIRA | 2017

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO  
ARQUITETURA E URBANISMO - CCT  
TRABALHO DE GRADUAÇÃO

EDIFÍCIOS QUE ALIMENTAM CIDADES  
ANTEPROJETO DE UMA FAZENDA VERTICAL EM RECIFE

Trabalho de Graduação II apresentado ao curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Pernambuco, desenvolvido pela aluna Maria Celina Cavalcanti Ferreira orientado pelo professor Múcio Jucá.

RECIFE-PE  
2017

*"Think globally, act locally."*

Rene Dubos

# AGRADECIMENTOS

A minha família, em especial a minha mãe, Ceci, e as minhas avós, Lulu e Irma, por sempre me darem suporte e pelo amor incondicional, e ao meu pai, Joel que, mesmo não estando mais entre nós, sempre estará presente em meu coração e pensamento. Ao meu irmão, Antonio, que nunca desistiu de demonstrar o seu amor por mim. As minhas tias Kate e Carol pelo carinho, companheirismo e amor. Aos meus tios Cacau e Marquinho pelo apoio, carinho e oportunidades. Aos meus primos que amo tanto e que, mesmo distantes, sempre estiveram presentes em meu coração.

A minha tia Lucia que sempre apoiou a minha escolha pela Arquitetura e Urbanismo, jamais duvidando do meu amor e vontade de estudar tal curso.

Aos meus amigos de Salvador, com os quais sempre pude contar mesmo estando distante.

Aos meus amigos e companheiros diários na jornada desse curso, Byanca, Catarina, Fátima, Filipe, Junior, Marcela e Mariana. Obrigada pelo carinho, paciência, ensinamentos e alegrias. Sem vocês não chegaria aonde cheguei.

Ao escritório JCL Arquitetos pela paciência de sempre, pelos ensinamentos e principalmente pela oportunidade e por acreditarem em mim. E a Elisa Coelho pela oportunidade de aprendizado, pelo carinho e paciência.

Aos meus professores que sempre buscaram passar o melhor da Arquitetura e Urbanismo aos seus alunos, sem medir esforços e estando sempre a disposição. Em especial ao meu orientador, Múcio Jucá, por todo seu comprometimento com meu trabalho e seus ensinamentos.

A Virgem Maria, que me dá forças todos os dias para seguir o meu caminho.



# RESUMO

O presente trabalho trata-se do produto final da disciplina de Trabalho de Graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo e tem como tema a Fazenda Vertical. O trabalho abrange o estudo de tecnologias, no ramo da arquitetura, objetivando trazer o cultivo de alimentos para dentro do edifício, com a finalidade de aproximar o consumidor, dos alimentos, e minimizar os impactos negativos do modo de produção agrícola vigente. A abordagem adotada para o desenvolvimento desse escopo é o acelerado crescimento da população mundial e a necessidade de fornecer alimentos para todos, levando em consideração a falta de terra necessária para o plantio, a larga escala de desperdício de alimentos devido a sua má distribuição e a grande produção de resíduos derivados das cidades.

# ABSTRACT

The present work is the product of Graduate Work discipline of the course of Architecture and Urbanism and is themed Vertical Farm . The work is a vertical farm which aims to bring the cultivation of food inside buildings with the aim of bringing the consumer closer to the food. The approach adopted for the development of this goal is the growth of the world's population and the need to provide food for all , knowing the lack of land needed for planting , the wide range of food waste due to its poor distribution and large production of waste derived from the cities .

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	8
1. OBJETIVOS.....	9
1.1. OBJETIVOS GERAIS.....	9
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	10
3. A FAZENDA VERTICAL: um novo meio de cultivar.....	12
3.1. O CENÁRIO ATUAL.....	17
3.1.1. A CIDADE COMO UM ECOSISTEMA.....	17
3.1.2. RELAÇÃO HOMEM X NATUREZA.....	19
3.1.3. O CULTIVO TRADICIONAL.....	20
3.2. UMA NOVA VISÃO.....	24
3.2.1. O CULTIVO HIDROPÔNICO.....	25
3.2.1.1. SISTEMAS DE CULTIVO HIDROPÔNICO.....	27
3.2.2. FAZENDAS VERTICAIS NO MUNDO.....	30
4. REFERÊNCIAS PROJETUAIS.....	32
4.1. PROPOSTA 1: RESPIRO URBANO.....	33
4.2. PROPOSTA 2: FAZENDA.....	36
4.3. PROPOSTA 3: FAZENDA VERTICAL.....	39
4.4. ANÁLISE COMPARATIVA .....	42
4.5. DIAGRAMAS FUNCIONAIS.....	46
5. TERRITÓRIO.....	49
5.1. BAIRRO E MOBILIDADE.....	49
5.2. QUADRA E TERRENO.....	51
5.3. ANÁLISE DO ENTORNO.....	54
5.4. CONDICIONANTES CLIMÁTICOS.....	59
5.5. CONDICIONANTES LEGAIS.....	62
6. DIRETRIZES PROJETUAIS.....	65
7. PROPOSTA PROJETUAL.....	66
7.1. PROGRAMA.....	66
7.2. IMPLANTAÇÃO.....	68
7.3. ZONEAMENTO.....	69
7.4. PARTIDO ARQUITETÔNICO.....	71
7.5. SOLUÇÕES ESPACIAIS.....	74
7.6. SOLUÇÕES TÉCNICAS E CONSTRUTIVAS.....	77
7.6.1 ESTRUTURA.....	77
7.6.2. MATERIAIS.....	78

7.6.3. TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO.....	79
7.6.4. ENERGIA LIMPA.....	79
8. CONCLUSÃO.....	81
LISTA DE FIGURAS.....	82
LISTA DE QUADROS.....	85
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

# INTRODUÇÃO

A fazenda vertical está surgindo como uma alternativa para a produção de alimentos em edifícios, de forma sustentável, utilizando meios alternativos e tecnológicos para cultivar de maneira saudável, efetiva e de forma controlada, minimizando os impactos gerados pelo transporte e distribuição em massa dos produtos agrícolas.

Com base no livro *The Vertical Farm*, do Professor Dr. Dickson Despommier, que prevê a fazenda vertical como alternativa de suprir a carência de alimentos para a crescente população mundial e que leva em consideração a importância de uma cidade ecológica, foi realizado o estudo sobre os benefícios proporcionados pela fazenda vertical nos centros urbanos e seus impactos na relação do homem com a natureza e seu alimento.

Em 2050 a população mundial irá atingir a marca de 9,1 bilhões de pessoas, sendo 70 por cento deste número vivendo nas cidades (How to Feed the World in 2050, 2009, p.2). Surge assim, a necessidade de pensar em como alimentar essa população e em como produzir comida suficiente, de forma sustentável, sem destruir nosso ecossistema, levando em consideração que 80 por cento da terra já é utilizada pelo homem para produção de alimentos e construção de cidades (DESPOMMIER, 2010) e que é necessário uma extensa área de terreno para o cultivo. Por esse motivo a fazenda vertical surge como uma possibilidade de solução para produzir alimentos em larga escala em uma menor área destinada ao plantio.

O sistema atual de produção agrícola é caracterizado pelo alto consumo de energia e de água potável, sendo 70 por cento de toda a água potável disponível no planeta utilizada para irrigação (ONU, 2015), além do vasto desmatamento de áreas florestais para a disponibilização de área para o plantio, o uso de agrotóxicos e os desperdícios de alimentos. Levando isto em consideração, o principal objetivo deste trabalho é trazer a produção de alimentos para dentro da cidade, pensando nas contribuições e na melhoria que será carregada aos centros urbanos e, consequentemente, à saúde do homem.

# 1. OBJETIVOS

## 1.1. OBJETIVO GERAL

Propor um equipamento arquitetônico de uma fazenda vertical visando o cultivo de alimentos de forma sustentável e ecológica, com a finalidade de reduzir os impactos ambientais e negativos à saúde das pessoas e ao meio ambiente causados pelo método de agricultura tradicional.

## 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Propor as relações espaciais do homem com a natureza com a finalidade de aproximar o ambiente de cultivo ao meio em que vive;
- 2) Promover a redução de perdas de alimento desde a etapa do armazenamento até o transporte dele para o seu destino final;
- 3) Utilizar de técnicas e estudos para o melhor aproveitamento dos materiais de construção utilizados no edifício e tecnologias de eficiência energética e reaproveitamento de água;
- 4) Promover espaços para pesquisas científicas e estudos objetivando a consciência social;
- 5) Propor um programa com usos diversos para o edifício para o acesso do público.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a concepção da fazenda vertical foram utilizadas pesquisas bibliográficas, estudos de caso e pesquisas em campo para assim compreender os benefícios e procedimentos para a elaboração de uma fazenda vertical. À vista disso o presente trabalho se desenvolverá de acordo com os seguintes pontos:

- 1) Levantamento de dados a respeito da produção agrícola e da utilização do solo para tal atividade no Brasil;
- 2) Pesquisa de exemplos de fazendas verticais e seu funcionamento;
- 3) Estudo sobre os benefícios de uma fazenda vertical para a cidade do Recife;
- 4) Pesquisa sobre tecnologias sustentáveis e acessíveis para a construção do edifício;
- 5) Pesquisas de técnicas e estudos para o melhor aproveitamento dos materiais de construção utilizados no edifício e tecnologias de eficiência energética e reaproveitamento de água;
- 6) Levantamento de dados do território a ser implantado o edifício a partir de mapas e fotos;
- 7) Levantamento fotográfico do terreno e seus arredores;
- 8) Levantamento de equipamentos ligados ao setor alimentício e equipamentos educacionais que podem vir a adquirir os produtos produzidos na fazenda vertical;
- 9) Elaboração do anteprojeto.

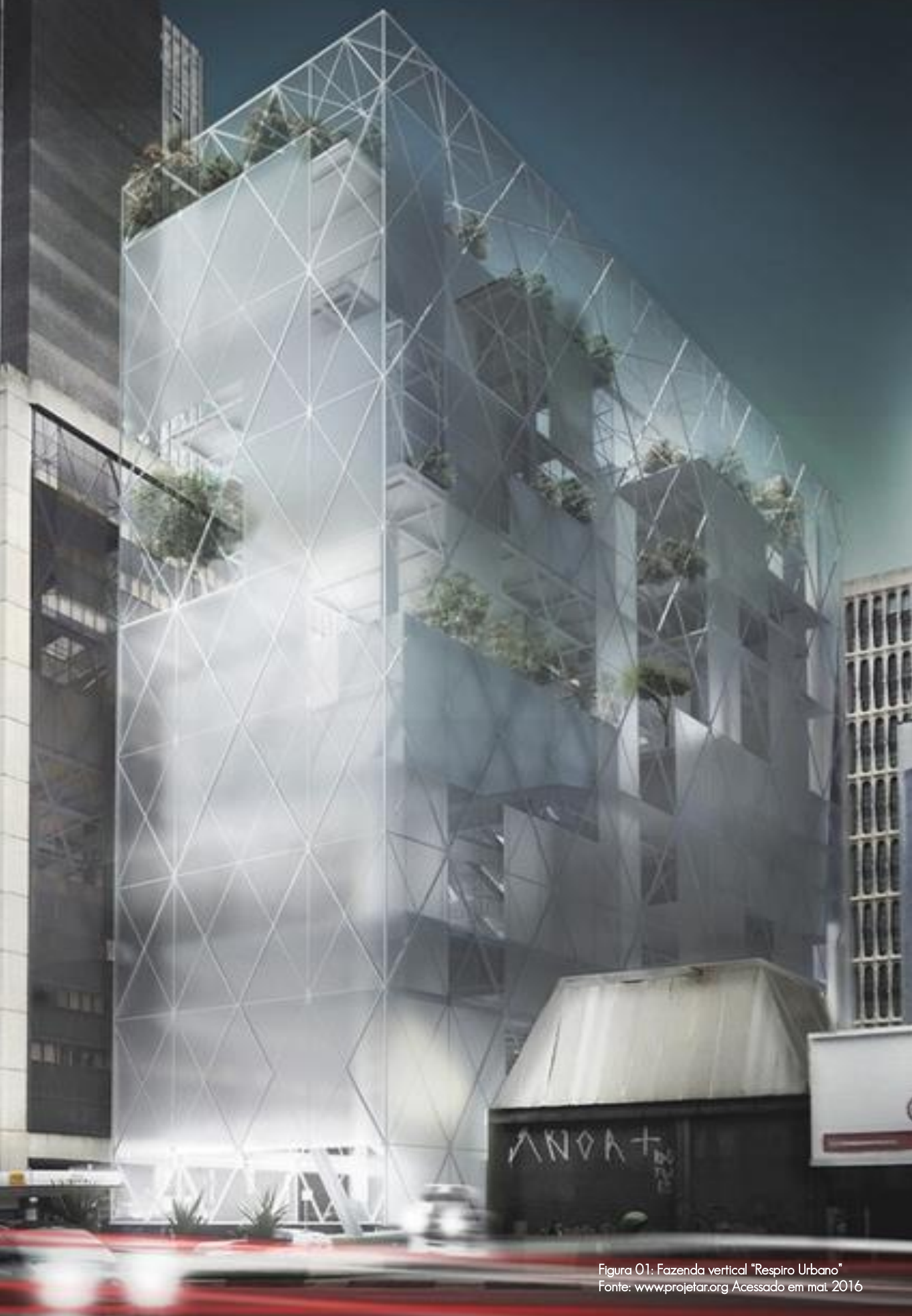


Figura 01: Fazenda vertical "Respiro Urbano"  
Fonte: [www.projetar.org](http://www.projetar.org) Acessado em mai. 2016



### 3. A FAZENDA VERTICAL

#### UM NOVO MEIO DE CULTIVAR

O conceito de Fazenda Vertical tem sido abordado desde 1999 pelo professor de Saúde Pública da Universidade de Colúmbia, Dr. Dickson Despommier, surgindo da necessidade de estender a produção agrícola diante da crescente população mundial e da importância de minimizar os impactos gerados na agricultura pelas mudanças climáticas.

A fazenda vertical se caracteriza pelo cultivo de alimentos em edifícios, por meio hidropônico, sem a necessidade do uso do solo e podendo produzir em larga escala em uma área muito menor que a necessária na produção agrícola tradicional.

Para Despommier, todos os seres humanos têm o direito ao acesso à água potável e a alimentos de qualidade, acreditando que, a produção de alimentos em edifícios será a saída para os problemas atuais na agricultura e no acesso à comida.

Segundo Despommier (2010), o ser humano consome desenfreadamente os recursos oferecidos pela Terra, mas não sabe o que fazer com os resíduos gerados. Como exemplo, o professor cita uma gigantesca “ilha” de lixo situada no Oceano Pacífico onde sua área equivale ao tamanho do Estado do Texas, nos Estados Unidos, com 696.241 km<sup>2</sup> (ver figuras 02 e 03). A partir daí surge o conceito da cidade “Caixa Preta”, onde Despommier explica que atualmente as cidades acabam por consumir uma quantidade maior dos recursos que a Terra pode oferecer como água, comida e energia, liberando uma quantidade absurda de resíduos, não havendo um equilíbrio entre o que consome e o que será descartado.



**Figura 02 | acima:** Mapa dos Estados Unidos com destaque, em azul, ao estado do Texas.

Fonte: [www.googleimagens.com.br](http://www.googleimagens.com.br), acessado em abr. 2016.

**Figura 03:** “Ilha” de lixo no Oceano Pacífico.

Fonte: [www.academiasebrae.com.br](http://www.academiasebrae.com.br), acessado em mar. 2016.



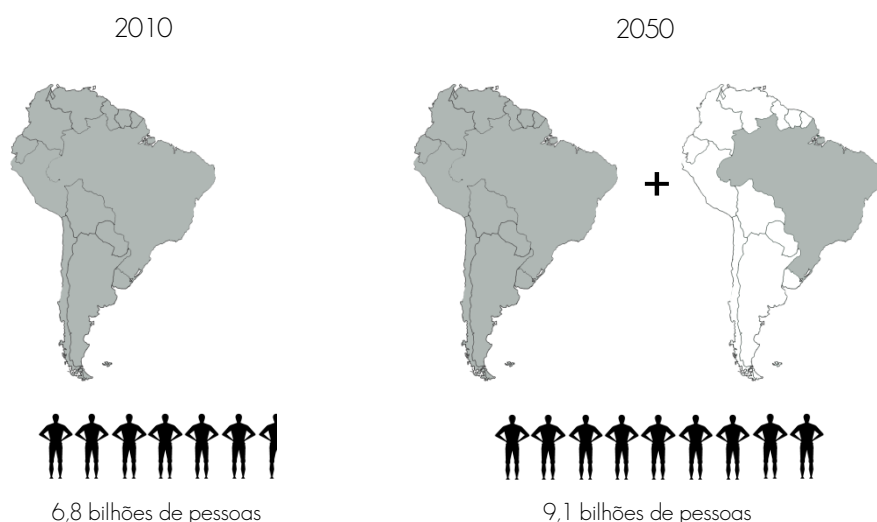
O principal aspecto tratado por Despommier é o da falta de terra necessária destinada à agricultura. No ano de 2010, com uma população de 6,8 bilhões de pessoas, a área utilizada para plantio equivalia ao tamanho do território da América do Sul. No ano de 2050 a estimativa do número populacional atingirá a marca dos 9,1 bilhões de pessoas (How To Feed the World in 2050, p.2), sendo então necessária uma área proporcional ao tamanho do Brasil somada à área já utilizada atualmente (ver figuras 04 e 05).

**Figura 04:** Área de plantio, em cinza, necessária para alimentar 6,8 bilhões de pessoas equivalente ao tamanho da América do Sul.

Fonte: A autora, 2016.

**Figura 05:** Área de plantio, em cinza, necessária para alimentar 9,1 bilhões de pessoas. Equivalente à área da América do Sul somada à do Brasil.

Fonte: A autora, 2016.



Esse problema também vem sendo tratado no ramo da arquitetura. O escritório MVRDV, através do grupo *The Why Factory* (T?F), em colaboração com a Universidade de Delft, na Holanda, realizou um estudo, o *Food Print Manhattan* (2009), relacionado à quantidade de área necessária para a produção de alimentos nas cidades, de acordo com a dieta média mundial de consumo diário por pessoa. Segundo o estudo, nos países subdesenvolvidos, uma pessoa consome metade do consumido por uma pessoa de um país desenvolvido, aproximadamente, quinhentos quilos de comida por ano (ver figura 06).

A dieta média mundial equivale a 850 quilos de comida por pessoa, anualmente, e para suprir esta demanda seria necessária uma área de plantio proporcional a 1.288 m<sup>2</sup> por pessoa, sendo 789 m<sup>2</sup> direcionados para o consumo humano e 499,1 m<sup>2</sup> para alimentar os animais que serão consumidos (*Food Print Manhattan*, 2009). O estudo exemplifica que, se este plantio fosse transferido para a Ilha de Manhattan, em Nova Iorque, com uma população por volta dos 1,8 milhão de habitantes, seria necessária uma área de 59,5km<sup>2</sup> (ver figuras 07 e 08) destinada à agricultura com a

utilização de métodos tradicionais de cultivo. Porém utilizando meios alternativos como o cultivo hidropônico esta área reduziria para um terço.

**Figura 06:** Diagrama do consumo anual de alimentos por pessoa no mundo e nos Estados Unidos. *Food Print Manhattan.*

Fonte: [www.youtube.com](http://www.youtube.com), acessado em mar. 2016.

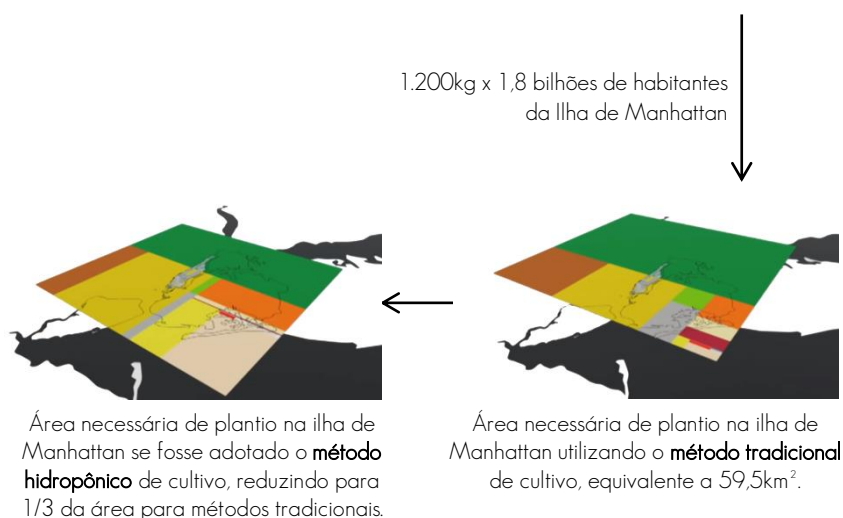


**Figura 07:** Cultivo em método tradicional na Ilha de Manhattan. *Food Print Manhattan.*

Fonte: [www.youtube.com](http://www.youtube.com), acessado em mar. 2016.

**Figura 08:** Cultivo em método hidropônico na Ilha de Manhattan. *Food Print Manhattan.*

Fonte: [www.youtube.com](http://www.youtube.com), acessado em mar. 2016.



As imagens acima mostram a diferença entre a produção com a utilização dos meios tradicionais de cultivo (ver figura 08) e a produção empregando o método hidropônico (ver figura 07) na Ilha de Manhattan. Cada cor representa um tipo de quinze ingredientes e comidas que fazem parte da dieta da maioria dos norte-americanos, porém, a cor verde é a que mais se destaca, sendo representativa da área necessária para a pastagem dos animais, cuja carne, seria destinada ao consumo humano. Assim, confrontando os dois tipos de produção, arquitetos e professores chegam ao entendimento dos benefícios de trazer o cultivo de alimentos para dentro dos centros urbanos utilizando o método hidropônico, reduzindo radicalmente a área necessária para o plantio e aproximando o consumidor da sua comida.

Os benefícios trazidos pela fazenda vertical são inúmeros. Por ser cultivada em ambientes internos, e controlada durante todo o ano, a produção

“indoor” de alimentos (ver figuras 09 e 10) é garantida em quase cem por cento da colheita, fazendo com que os desperdícios de alimentos, devido aos agentes climáticos, sejam reduzidos drasticamente. Entre outros benefícios citados pelo Professor Despommier (2010), estão: o fácil acesso aos alimentos, devido à produção estar locada dentro das cidades; a economia de energia; a recuperação dos ecossistemas da natureza, sendo as áreas antes utilizadas pela agricultura cedidas para o reflorestamento; a economia de água; a não utilização de agrotóxicos na produção, resultando em produtos orgânicos e mais saudáveis; a redução total na emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera e a possibilidade de reciclagem dos resíduos gerados na própria fazenda urbana.

**Figuras 09 e 10:**  
Exemplo de cultivo  
“Indoor”. Escritório  
Pasona, Tóquio.  
Fonte:  
[www.foodurbanism.org](http://www.foodurbanism.org),  
acessado em abr.  
2016.



“A fazenda vertical é a peça central para a criação de uma cidade ecológica, na qual todas as atividades humanas refletem em processos ecológicos.” (DESPOMMIER, 2010).

Despommier (2010) acredita que com a fazenda vertical as cidades poderiam tornar-se centros ecológicos através de procedimentos de reutilização e economias, e para o professor esta seria a “chave” para uma “Eco-Urbanization” (Urbanização Ecológica). Para que isso seja possível, Despommier afirma que é preciso estudar como os ecossistemas funcionam na natureza e assim trazer a mesma lógica para as atividades realizadas dentro das cidades através da ciência e, a partir deste propósito, as cidades seriam biodiversificadas, eficientes, balanceadas e sustentáveis. Para uma cidade se comportar como uma “Eco-City” (Cidade Ecológica) é indispensável que produza sua própria comida, carecendo o homem, das ferramentas necessárias para a concretização das fazendas verticais, como a produção hidropônica, irrigação por gotejamento, energia renovável, captação de água, automação, iluminação em LED.

Além dos benefícios trazidos à natureza, a produção em fazendas verticais proporciona um grande impacto positivo socialmente. O cultivo de alimentos em meio urbano, acaba por gerar uma influência na relação do homem com o seu alimento, através da maior interação entre as duas partes, além de garantir a melhoria da saúde dos consumidores e dos trabalhadores do campo. O contato direto com agentes agrotóxicos na produção agrícola é responsável por riscos à saúde dos trabalhadores rurais além dos malefícios

da ação do trabalho no campo. Em relação aos benefícios sociais urbanos, a fazenda vertical introduz a criação de um ambiente urbano sustentável, incentivando na melhoria da saúde dos habitantes, gerando empregos, conscientização da população em relação à importância de uma boa alimentação, a melhoria da qualidade do ar urbano e uma fonte farta de alimento e água potável.

Em vista disso e de todos os benefícios citados anteriormente, a fazenda vertical mostra-se como uma estratégia alternativa para a obtenção de alimentos com abundância e variedade sem invadir os ecossistemas restantes no planeta e propiciando uma melhor qualidade de vida às cidades e seus habitantes.

## 3.1. O CENÁRIO ATUAL

### 3.1.1. A CIDADE COMO UM ECOSSISTEMA

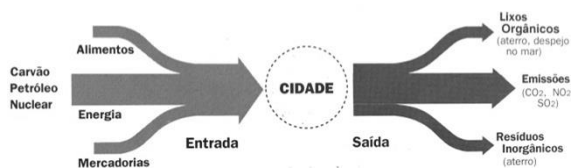
As cidades atuais funcionam como organismos que absorvem os recursos oferecidos pela natureza e emitem resíduos (ROGERS, 1997, p.ii), crescendo aceleradamente, e sua população aumentando significativamente todos os anos, acarretando no aumento da constante migração das áreas rurais para as áreas urbanas (MOSTAFAVI, p.12).

O maior crescimento populacional no mundo ocorre nas cidades, resultando no aumento de problemáticas ligadas a utilização de recursos renováveis e não renováveis (como os combustíveis fósseis) e seu consumo desenfreado por parte da população. Para Herbert Girardet (1997), estudioso de ecologia urbana, citado por Rogers (1997, p.30), a solução para uma cidade ecológica é a busca por um “metabolismo” circular desta cidade no qual haveria um consumo reduzido dos recursos da natureza, pela implantação de eficiências, e a reutilização de recursos é otimizada. O que acontece atualmente (ver figura 11) é um desequilíbrio do uso desenfreado e constante de alimentos, energia e água, que abastecem as cidades, provocando um alto nível de resíduos e poluentes devolvidos a terra. Em contraponto a este modelo de funcionamento, Girardet (1997) afirma que havendo a conscientização do homem sobre os danos causados ao planeta e à saúde pública, iniciar-se-ia um ciclo de reaproveitamento do que o planeta tem a oferecer, tornando então as cidades atuais em ecológicas.

**Figura 11:**  
Esquema de uma cidade com metabolismo linear.  
Fonte: ROGERS, 1997, p.31.

#### MODELO ATUAL DAS CIDADES: METABOLISMO LINEAR

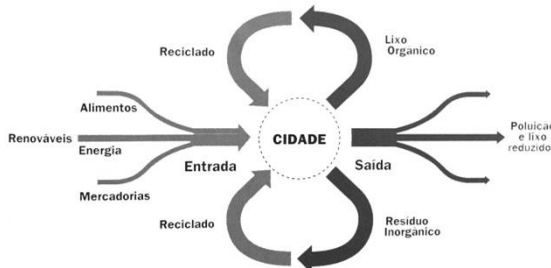
consomem e poluem em alto grau



**Figura 12:**  
Esquema de uma cidade com metabolismo circular.  
Fonte: ROGERS, 1997, p.31.

#### MODELO PROPOSTO POR GIRARDET PARA AS CIDADES: METABOLISMO CIRCULAR

Minimizam novas entradas de energia e maximizam a reciclagem



A falta de contato do homem com a natureza acabou por cegá-lo em relação aos danos causados a Terra. A sociedade moderna acaba por consumir os recursos naturais de forma em que ultrapassa a capacidade em que a terra tem para fornecê-las (FARR, 1997, p.7).

“Alienamo-nos da natureza, da qual precisamos para nos sustentar. O pior de tudo, talvez, seja que estamos colocando o nosso clima global em risco e não entendemos bem as causas.” (FARR, 1997, p.11 ).

Com a evolução do transporte e o crescimento populacional, a agricultura cada vez mais se distancia dos centros urbanos. Tudo isso acaba gerando um sistema insustentável onde o alimento percorre grandes distâncias para chegar até o consumidor (ver figura 13) que, muitas vezes, não conhece a procedência do seu próprio alimento, e com a implantação das fazendas verticais nas cidades, essas distâncias reduziriam consideravelmente (ver figura 14), diminuindo os níveis de poluição causados pelo deslocamento e contribuiriam com a reaproximação do homem com o seu alimento.

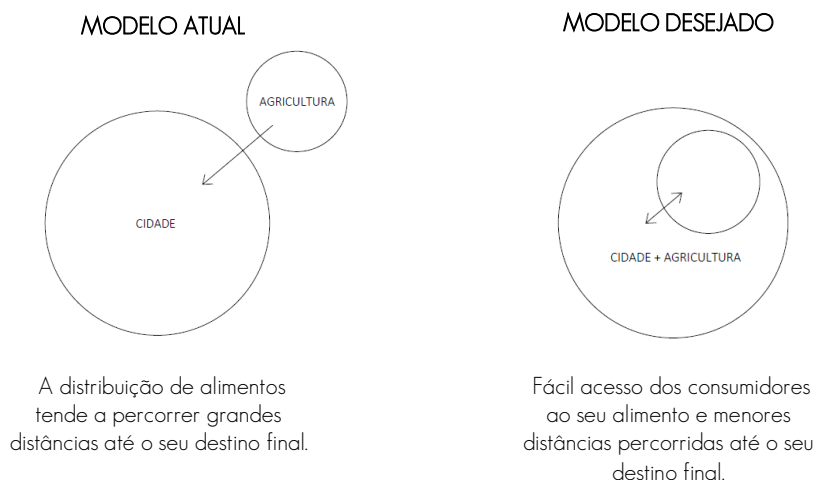
O estilo de vida adotado pela população é um dos maiores culpados por essa falta de consciência sustentável. A alta utilização dos automóveis acabou por gerar uma dependência das pessoas a esse meio de locomoção, possibilitando o percurso de longas distâncias para efetuar suas compras, desconsiderando o comércio local e evitando os deslocamentos a pé; e tudo isso também está ligado à densidade das cidades. Não se pode esperar que uma cidade seja sustentável se tudo o que é oferecido a população tenha que ser acessado por meio de transportes. Em uma cidade densa, onde o comércio e serviço possa ser facilmente acessado pelas pessoas, acaba por gerar um sistema sustentável, onde o deslocamento a pé se torna um atrativo. Sendo assim, faz-se necessário trazer a produção de alimentos para os centros urbanos onde haja um acesso facilitado dos consumidores a alimentos mais saudáveis e frescos.

**Figura 13:** Esquema do modelo atual de distribuição de alimentos.

Fonte: A autora, 2016.

**Figura 14:** Esquema do modelo desejado de distribuição de alimentos.

Fonte: A autora, 2016.



### 3.1.2. RELAÇÃO HOMEM X NATUREZA

Biofilia significa o “amor dos homens pela natureza com base na interdependência intrínseca entre os seres humanos e os outros sistemas vivos.” (FARR, 1997, p.35). As primeiras populações tinham um enorme contato com a Terra e seus recursos oferecidos, a água, a terra, o alimento e a luz solar. A relação entre o homem e a natureza, na qual o ser humano fazia parte dos seus ciclos (ver figura 15), foi se perdendo ao longo do tempo, quando as populações começaram a se firmar em suas terras e construir as suas cidades. Dessa forma, iniciou-se um desequilíbrio do ecossistema, pelo qual o homem acaba sobrecarregando a terra, utilizando desenfreadamente os seus recursos a fim de favorecer a si próprio, não considerando os impactos negativos gerados ao planeta. (ver figura 15).

**Figura 15.** Diagrama representando a relação do homem com os ecossistemas da natureza.  
Fonte: [www.reflectforchange.com](http://www.reflectforchange.com).  
Acessado em mar. 2016.



“O urbanismo sustentável visa conectar as pessoas à natureza e aos sistemas naturais, mesmo em densos ambientes urbanos.” (FARR, 1997, p.36).

Com a vida em cidades as “florestas e campos foram desmatados, pântanos foram drenados, córregos e rios foram canalizados e a preocupação com os lucros desestimulava o uso do solo para parques.” (FARR, 1997, p.36). Outra consequência nítida da urbanização foi o distanciamento da vida agrícola, antes tão presente no cotidiano do homem. Os centros urbanos foram crescendo e o campo cada vez mais sendo escanteado para as periferias das cidades, afastando a produção agrícola e dificultando o acesso da população aos alimentos. Com a industrialização veio o avanço dos meios de transporte e a possibilidade de transportar e distribuir produtos agrícolas entre cidades e entre países, sendo tudo isso o oposto da proposta da Biofilia. As pessoas estão perdendo o contato com a natureza e com os alimentos, não sabendo como são produzidos, de onde vêm e muito menos a maneira como são transportados, armazenados e conservados.



### 3.1.3. O CULTIVO TRADICIONAL

“No século passado, a produção de alimentos se tornou industrializada e globalizada e, em última análise, insustentável do ponto de vista ecológico.” (FARR, 1997, p.177)

A agricultura foi um método criado pelo homem para a produção de alimentos. Após a sua fase nômade, teve início a fixação das populações em suas terras e assim a necessidade de cultivar sua própria comida. Com o tempo, foram surgindo técnicas para o manejo do solo e, com a experiência, foram surgindo descobertas sobre formas de plantio e utilização adequada da terra. A partir do momento em que as cidades foram crescendo e a demanda de alimentos foi aumentando os processos de cultivo começaram a evoluir para suprir a alta procura, iniciando uma produção e distribuição em massa. Portanto, a agricultura tornou-se uma indústria que tem o dever de alimentar uma população crescente, mas as condições atuais de produção agrícola mostram o quanto isto está sendo prejudicial à saúde do planeta e do homem.

A vasta utilização de terras destinadas para agricultura acelera o processo de perda dos solos de vegetação natural e, conseqüentemente a busca por terras virgens para produzir a quantidade de alimento necessária para alimentar a população. O mapa a seguir (ver figura 16) ilustra claramente como boa parte do território brasileiro já é ocupada por estabelecimentos rurais para práticas agropecuárias, sendo nítido o poder negativo que esta prática tem sobre a ocupação do solo e seu impacto no meio ambiente natural. Outro aspecto a ser citado é como essa “mancha agropecuária” se instala ao redor dos perímetros urbanos enfatizando a interdependência entre a cidade e o meio rural, mas, principalmente as grandes distâncias inevitáveis entre o alimento e o seu destino final.

O alto nível do uso de pesticidas, fertilizantes e herbicidas nas plantações, objetivando a produção agrícola em massa, acaba por contribuir com a poluição do solo e da água e torná-los muitas vezes inférteis. Conseqüente a essa prática e à falta de área suficiente para a técnica agrícola, ocorrem os desmatamentos desacelerados que comprometem não só o ambiente natural como também é um dos contribuintes das mudanças climáticas. De acordo com dados do ano 2009 da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), as mudanças climáticas irão afetar a agricultura e os sistemas florestais com temperaturas elevadas, alta concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), mudanças nos níveis de chuvas e aumento de pragas e doenças no cultivo.

Em relação ao consumo de água na agricultura, os números são alarmantes. Segundo dados do ano de 2015 da Agência Nacional de Águas (ANA) cerca de 70 por cento da água potável disponível no mundo é destinada

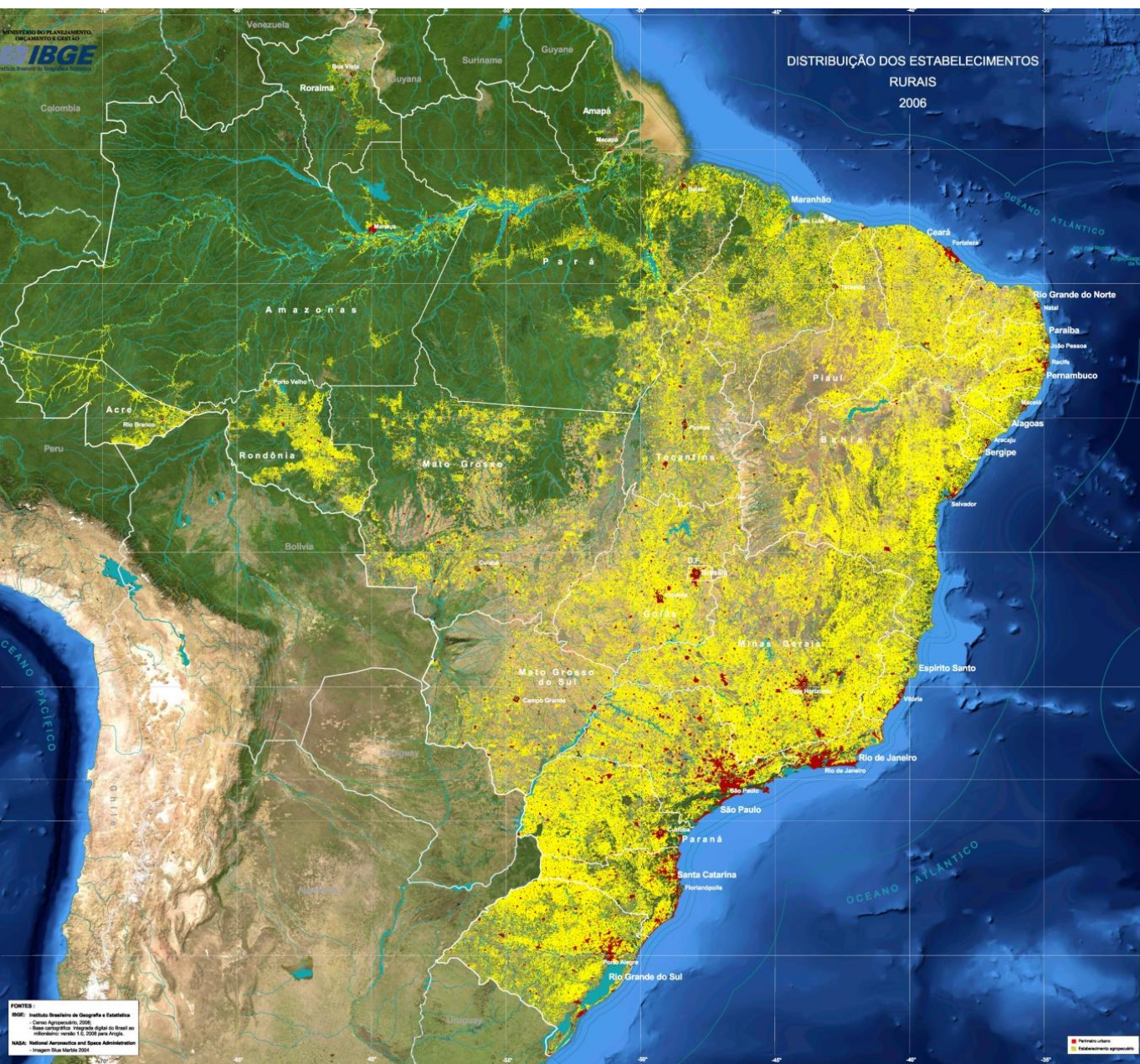


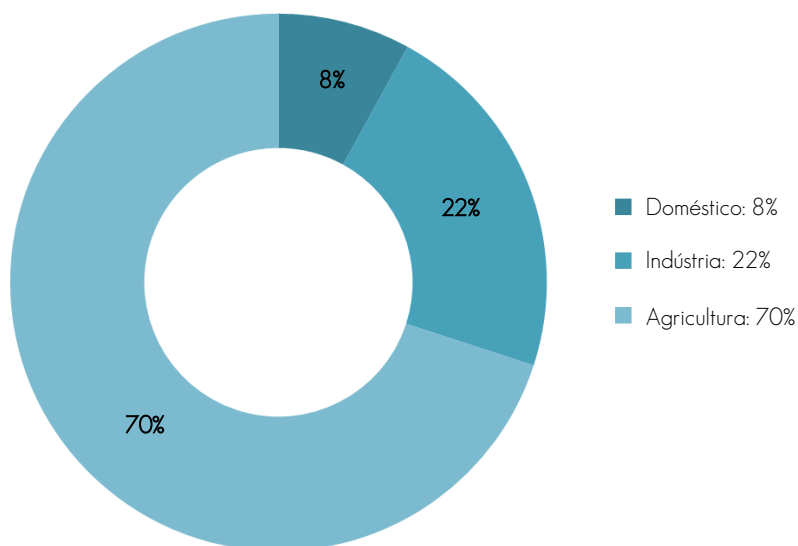
Figura 16: Mapa de Distribuição dos Estabelecimentos Rurais do Brasil, onde as manchas amarelas representam os estabelecimentos agropecuários e os pontos vermelhos, os perímetros urbanos (2006). Fonte: [www.mapas.ibge.gov.br](http://www.mapas.ibge.gov.br) Acessado em mar. 2016.

LEGENDA:

- ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS
- PERÍMETROS URBANOS

somente para irrigação, e no Brasil, esse número sobe para 72 por cento, observando-se o grande desperdício de água utilizada em larga escala na produção agrícola e os impactos negativos trazidos por essa prática. Esse desperdício acaba se tornando uma das principais razões para se repensar em como essa prática deve ser reajustada e como a água poderia ser conscientemente utilizada em novos meios de produção de alimentos como, por exemplo, no método proposto nas fazendas verticais em que a água é reutilizada constantemente no cultivo hidropônico (ver figura 22).

Consumo de água potável no mundo



**Figura 17:** Gráfico de consumo de água potável no mundo. Fonte: A autora de acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2016



**Figura 18:** Método de irrigação utilizado na agricultura atual. Fonte: [www.terraambiental.com.br](http://www.terraambiental.com.br) Acessado em abr. 2016



Outro aspecto a ser considerado sobre a produção agrícola atual é o sistema de armazenagem e distribuição das colheitas. A má eficiência no transporte dos alimentos entre o campo e a cidade é o maior responsável pelo desperdício de alimentos numa classificação de quatro etapas em quem o alimento percorre desde o momento em que é colhido até ser consumido (ver figura 19). Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2013), 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçados anualmente causando um grande impacto, tanto para segurança alimentar quanto na contribuição na emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

Em vista de todos esses fatos sobre a produção agrícola atual no mundo, a aplicação de métodos e novas tecnologias que pensem mais em maneiras sustentáveis de se produzir e comercializar alimentos saudáveis e frescos é de extrema importância e requer ações imediatas. Com isso, se pensar na segurança alimentar e na saúde e bem estar do homem e da Terra, é indispensável, mas as fazendas verticais surgem como possíveis soluções para o cultivo sustentável e principalmente para o rápido e fácil acesso da população ao alimento então inserido nos centros urbanos.



**Figuras 19.** Diagrama do caminho do desperdício de alimentos no Brasil.  
 Fonte: A autora, de acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2016.

## 3.2. UMA NOVA VISÃO

Atualmente a preocupação com todas essas questões sustentáveis na produção de alimento está gerando uma procura maior da população por meios mais saudáveis de se alimentar. Projetos em grandes centros urbanos como o Brooklyn Grange (ver figura 20), na cidade de Nova Iorque, onde é cultivado alimentos na cobertura de um edifício, estão incentivando a prática e consumo de alimentos orgânicos produzidos na cidade, além de gerar uma consciência ecológica, econômica e social para a população local.

**Figura 20:** Brooklyn Grange, Nova Iorque, EUA.  
Fonte: [www.manhattanwomensclub.com](http://www.manhattanwomensclub.com)  
Acessado em mai. 2016



O Brasil não fica para trás nessa questão, aonde o surgimento da prática de cultivo de alimentos orgânicos dentro das cidades vem crescendo gradativamente e atraindo curiosos e interessados nesse processo tão distante da realidade cotidiana. Em várias cidades hortas urbanas estão sendo implantadas em bairros residenciais e até mesmo nos centros urbanos. No bairro de Casa Amarela, na Zona Norte da cidade do Recife, moradores montaram uma horta comunitária (ver figura 21) com o objetivo de assim conseguirem viver em um bairro saudável e sustentável.

**Figura 21:** Horta comunitária no bairro de Casa Amarela, Recife-PE.  
Fonte: [www.g1.globo.com](http://www.g1.globo.com)  
Acessado em mai. 2016



Os benefícios gerados pelos sistemas de alimentação fundamentados em comunidades resultam na criação de empregos e mercados autossustentáveis (FARR, 1997, p.180). Em relação aos benefícios ambientais, incluem-se a economia de água, de energia, a redução de poluentes do ar e a recuperação do solo. As práticas agrícolas urbanas também oferecem a possibilidade de recuperação de áreas urbanas com o propósito sustentável, ao transformar terrenos desocupados ou áreas antes inutilizadas de edificações já construídas, em locais de investimentos públicos (IMBERT, Urbanismo Ecológico, p.262).

“Enquanto diversos arquitetos exploram o potencial de cultivar alimentos em condições urbanas densas, notadamente em hortas verticais, onde a hidroponia é parte integrante da estrutura dos edifícios, outros estudam precedentes menos avançados para estabelecer um sistema paisagístico produtivo.” (IMBERT, Urbanismo Ecológico, p.263)

Sendo assim, nota-se a busca por parte da população e de profissionais nas áreas de paisagismo e arquitetura em trazer o cultivo de alimentos para dentro das cidades, seja por meio de hortas comunitárias ou por meio de fazendas verticais, visando assim transformar a qualidade de vida e alimentação de áreas degradadas existentes nas cidades.

### 3.2.1. O CULTIVO HIDROPÔNICO

No caso das fazendas verticais, além do cultivo por métodos tradicionais de plantação existe o cultivo hidropônico que se caracteriza por produzir alimentos orgânicos em ambientes internos sem a necessidade do uso de solo (ver figura 22). As técnicas utilizadas nesse processo alternativo são caracterizadas pela utilização de água associada a soluções nutritivas contendo elementos essenciais para o desenvolvimento da planta, podendo ser combinado ao uso de iluminação artificial em LED ou à iluminação natural. Todo esse procedimento ocorre em ambientes fechados e controlados diariamente garantindo a colheita durante todo o ano sem a interferência dos agentes climáticos, pragas ou doenças.

Uma das grandes vantagens e, uma das soluções para a falta de terra disponível no planeta para alimentar a população crescente, é a alta produtividade em que o cultivo hidropônico é capaz de gerar. No processo de produção agrícola tradicional é necessária uma larga escala de área para esta prática, o que ocorre diferentemente nas práticas hidropônicas,

onde 10 acres de terra utilizado pela agricultura vigente equivale a 1 acre no método de produção hidropônico (ver figura 23).

**Figura 22:** Cultivo hidropônico na fazenda vertical Sky Greens em Cingapura, Ásia.  
Fonte: [www.skygreens.com](http://www.skygreens.com)  
Acessado em abr. 2016.



**Figura 23:** Diagrama comparativo entre o cultivo pelo método tradicional e o método hidropônico.  
Fonte: A autora de acordo com pesquisa do Professor Dr. Dickson Depommier. 2016.



Segundo dados de uma pesquisa realizada na Holanda pelo laboratório de alta tecnologia PlantLab, um edifício de quatorze andares com 100 metros quadrados de área produtiva é o suficiente para fornecer alimento para 100 mil pessoas. Se este estudo fosse aplicado na cidade do Recife, com a população de 1.617.183 pessoas (IBGE, 2015), seriam necessários 16 edifícios. E, em se tratando de custos, o empresário David Proenza (2011) fundador da empresa *Urban Farm* no Panamá, afirma que com o cultivo hidropônico em fazendas verticais o produtor ganha três vezes mais do que no campo, sendo a fazenda vertical 30 por cento mais barata que a agricultura tradicional.

Essa forma de produzir promove alimentos mais saudáveis devido a não utilização de agrotóxicos e com sabor e valores nutricionais superiores aos das plantas produzidas pelo método tradicional. Com a prática desse meio da hidroponia o produtor evita a degradação do solo, os danos causados ao meio ambiente e à saúde humana, o alarmante desperdício de água e alimento e as longas distâncias percorridas pelo produto até o seu destino.



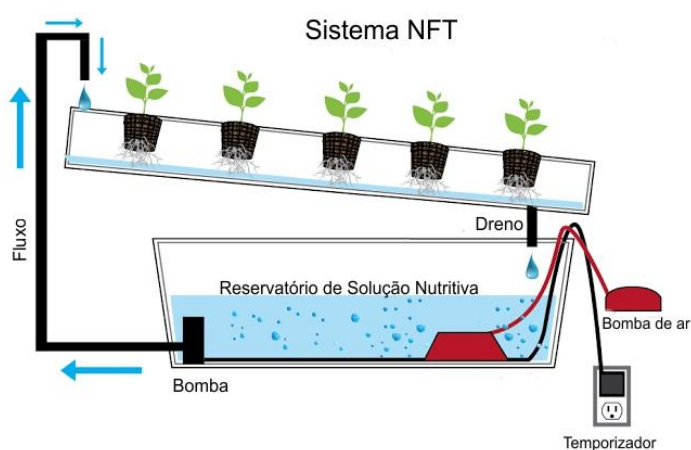
No cultivo hidropônico os vegetais se desenvolvem três vezes mais rápido e as únicas manutenções envolvidas no processo é o monitoramento diário da solução nutritiva e a colheita.

### 3.2.1.1. SISTEMAS DE CULTIVO HIDROPÔNICO

Existem diversos sistemas de cultivo hidropônico que variam de acordo com o espaço arquitetônico e com a necessidade de maior incidência solar nas plantas. Os tipos estudados são os de *Nutrient Film Technique* (NFT) em que a solução nutritiva está em constante circulação pelas plantas gerando economia de água, podendo ser composto por calhas ou por bandejas variando em tamanho e forma de organização. São eles:

#### 1. Perfis horizontais:

Esse sistema é composto por calhas inclinadas por onde corre a solução nutritiva pelas raízes das plantas até descer por gravidade para um reservatório inferior. Em seguida a mesma solução é bombeada de volta para as calhas, tornando este sistema um ciclo de economia de água.



**Figura 24:** Perfis horizontais de cultivo hidropônico.  
Fonte: [www.tudohiphponia.net](http://www.tudohiphponia.net). Acessado em nov. 2016



**Figura 25:** Perfis horizontais de cultivo hidropônico.  
Fonte: [www.revistacampoe negocios.com.br](http://www.revistacampoe negocios.com.br). Acessado em nov. 2016



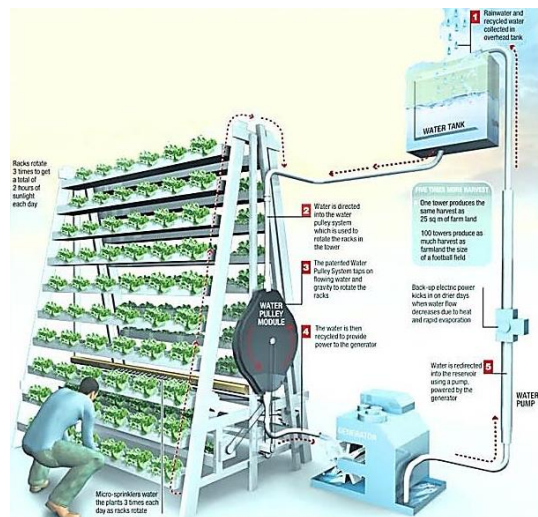


## 2. Perfis rotativos:

Nesse sistema empregado na fazenda vertical SkyGreens em Cingapura, são utilizadas calhas na horizontal que, atreladas a uma estrutura metálica e uma polia, conseguem ser rotacionadas para cima e para baixo fazendo com que as calhas que estejam embaixo também consigam receber iluminação solar.



**Figura 26.** Cultivo hidropônico em perfis rotativos.  
Fonte: [www.skygreens.com](http://www.skygreens.com)  
Acessado em abr. 2016



## 3. Perfis em carrossel:

O sistema abaixo, desenvolvido para a Vertical Harvest, EUA, é composto por calhas horizontais que circulam pela fachada do edifício fazendo com que todos os perfis recebam iluminação natural uniformemente.



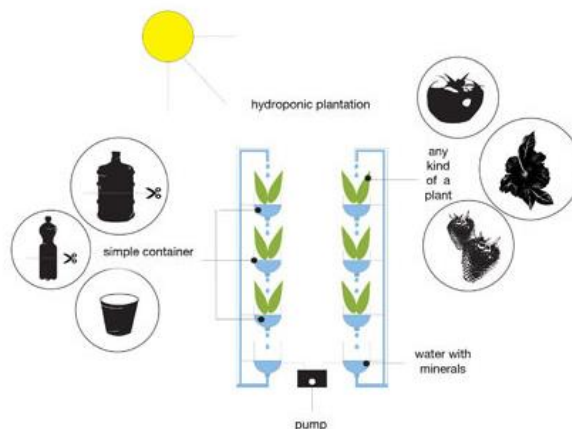
**Figura 27.** Perfis em carrossel.  
Fonte: [www.inhabitat.com](http://www.inhabitat.com)  
Acessado em mai. 2016

### 3. Perfis em prateleira:

Esse sistema é composto por perfis distribuídos verticalmente como prateleiras em que a solução nutritiva é distribuída inicialmente pela primeira prateleira de cima e vai descendo de um perfil a outro pela parte inferior de cada um. Desta forma pode ser bombeada de volta para cima quando chegar ao reservatório inferior. Com esse sistema pode-se variar a altura podendo acrescentar ou retirar mais perfis, produzindo assim menos ou mais.



**Figura 28:** Cultivo hidropônico em prateleiras.  
Fonte: [www.archdaily.com.br](http://www.archdaily.com.br)  
Acessado em nov. 2016



**Figura 29:** Cultivo hidropônico em prateleiras.  
Fonte: [www.archdaily.com.br](http://www.archdaily.com.br)  
Acessado em nov. 2016



### 3.2.2. FAZENDAS VERTICAIS PELO MUNDO

O conceito de fazenda vertical está cada vez mais conquistando seu espaço nas grandes cidades pelo mundo. Desde o momento em que surgiu como a possível solução para a segurança alimentar mundial e para a reconstrução do meio ambiente natural, tem sido aceita com muito sucesso por profissionais no ramo da arquitetura e urbanismo no mundo todo. Países com áreas territoriais relativamente pequenas onde dependem da importação de produtos alimentícios, como Cingapura, já implantaram fazendas verticais visando diminuir a necessidade de importar alimentos e assim conseguir alimentar a população com a produção local nesses edifícios produtores. A Sky Greens, em Cingapura, foi a primeira fazenda urbana comercial de cultivo hidropônico no mundo (2012) com uma área produtiva com a capacidade de fornecer 1 tonelada de alimentos frescos todos os dias para a metrópole asiática (ver figura 30). Fazendas verticais também vêm sendo construídas em países de área territorial maior que Cingapura, como o Canadá (ver figura 32) e os Estados Unidos (ver figura 33).

**Figura 30.** Cultivo hidropônico na fazenda vertical Sky Greens em Cingapura, Ásia. Fonte: [www.skygreens.com](http://www.skygreens.com) Acessado em mar. 2016



**Figura 31:** Fazenda vertical Sky Greens em Cingapura, Ásia. Fonte: [www.skygreens.com](http://www.skygreens.com) Acessado em mai. 2016



**Figura 32:** Local Garden em Vancouver, Canadá.  
Fonte: [www.agritecture.com](http://www.agritecture.com)  
Acessado em abr. 2016



**Figura 33:** Vertical Harvest em Jackson, Estados Unidos.  
Fonte: [www.verticalharvestjackson.com](http://www.verticalharvestjackson.com)  
Acessado em mar. 2016



Em relação aos aspectos arquitetônicos trazidos aos projetos, houve a preocupação de explorar no edifício a possibilidade de uma maior incidência solar através das fachadas e cobertas com o propósito de atingir o máximo de área possível de cultivo favorecendo assim a economia de energia utilizada para o crescimento das plantas. Com isso foram utilizados materiais transparentes como vidro (ver figura 33) e lonas (ver figuras 31 e 32) nas fachadas e cobertas, auxiliadas por estruturas metálicas. Dessa forma esses projetos conseguiram se tornar edificações que contribuíram para a economia de energia e, com a utilização de materiais leves e permeáveis, são edifícios que proporcionam a conexão do interior da fazenda urbana com seu entorno.

## 4. REFERÊNCIAS PROJETUAIS

Os projetos apresentados neste capítulo foram selecionados devido às soluções adotadas para uma fazenda vertical inserida no centro urbano de uma grande metrópole, assim como Recife. Os três projetos estudados são propostas dos ganhadores do concurso nacional "Fazenda Vertical da AV. Paulista" do Projetar.org realizado em 2014. Tais projetos foram concebidos por estudantes brasileiros de universidades de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo e do Rio Grande do Sul. A escolha dessas propostas se deu devido aos seguintes aspectos:

- Ser uma proposta para um centro urbano;
- Busca por materiais que geram menos resíduos durante a obra e depois desta;
- Soluções estruturais que permitam grandes vãos livres para o cultivo dos alimentos;
- Volumetria permeável visualmente visando à iluminação natural;
- Busca por eficiência energética;
- Sistemas de captação de águas pluviais;
- Usos diversos.

Por conseguinte, esses projetos se adequam aos pontos tratados anteriormente pelo Professor Dickson Despommier a respeito dos benefícios e melhores soluções para as fazendas verticais.

Para o concurso foram feitas algumas exigências quanto ao programa para a fazenda vertical podendo ser alteradas de acordo com cada proposta, sendo eles:

- Fazenda Vertical com espaços para cultivo de frutas e verduras (mínimo  $3.000\text{m}^2$ ), espaços para limpeza e embalagem e área para os funcionários;
- Administração com recepção, financeiro e diretoria;
- Restaurantes;
- Mercado (mínimo  $1.000\text{m}^2$ ) para venda dos produtos da fazenda vertical;
- Depósitos de armazenagens secas e úmidas;
- Docas com passagem para, no mínimo, cinco caminhões.



## 4.1. PROPOSTA 1 | RESPIRO URBANO



Figura 34: Fazenda vertical "Respiro Urbano". Fonte: [www.projetar.org](http://www.projetar.org) Acessado em mai. 2016

## RESPIRO URBANO

Estudantes: Thiago Santana Maurelio

Marcos Bresser Pereira Epperlein

Eduardo Dugaich Tavares de Oliveira

Universidade: Universidade Presbiteriana Mackenzie | MACKENZIE | São Paulo-SP.

Status: Primeiro colocado | Concurdo da Projeto.org.

Neste projeto os autores propõem uma solução volumétrica flexível independente da localidade, sendo adaptável a diversas condições climáticas ou posições do sol. A modulação da estrutura é modular e ortogonal onde são despostas lajes de acordo com o maior aproveitamento da luz natural (ver figura 37). O pé-direito mínimo é de 4,5 metros possibilitando o alojamento de plantas maiores e de torres de cultivo hidropônico e o material estrutural escolhido foi o aço pela sua rapidez na construção, canteiro de obras limpo e grande resistência a cargas elevadas devido ao cultivo das plantas. Além desta preocupação com a iluminação natural, há também a utilização de captação e reaproveitamento de águas pluviais (ver figura 35).

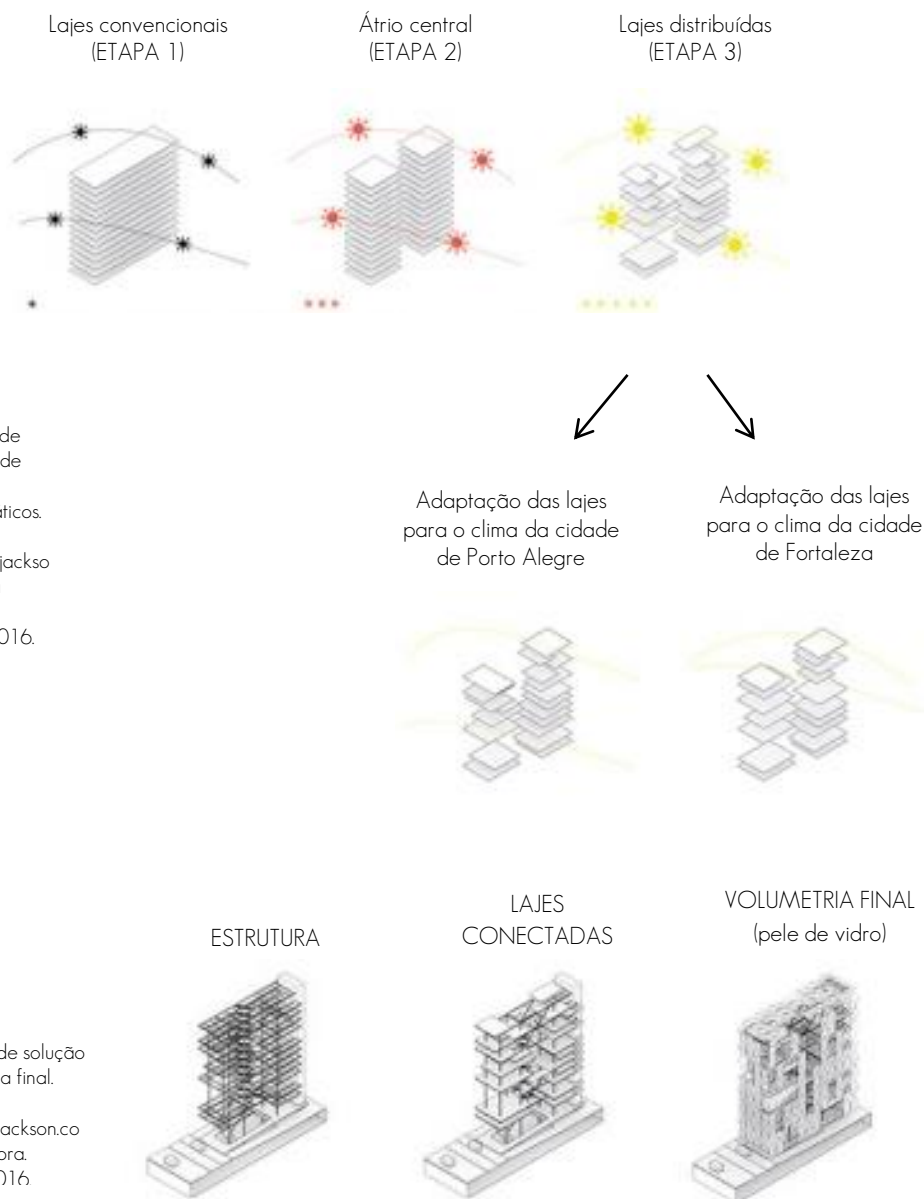
**Figura 35:**  
Diagrama da  
distribuição de  
usos e corte  
esquemático.  
Fonte:  
www.projetar.org  
Acessado em mai.  
2016



A fachada do edifício é composta por uma malha secundária e modulada em que são dispostas placas de vidro adesivado fosco alternadamente resultando em uma fachada vazada nas quais a momentos onde não existem placas ocasionando pontos de iluminação natural direta na produção (ver figura 34). Além disso, o projeto propõe usos diversificados para o edifício, não sendo ele apenas um produtor de alimentos, mas também estando aberto ao público com um mercado, auditórios, salas de workshops, restaurante e um sky bar.

O diagrama a seguir (ver figuras 36 e 37) ilustra o processo de concepção estrutural e volumétrica do edifício. Primeiramente foi estudado como seria a

incidência solar dentro da edificação (etapa 1) com o propósito de garantir que o máximo de área de cultivo fosse atingido pela iluminação natural por um átrio central (etapa 2), resultando em lajes de tamanhos e alturas variadas (etapa 3). E, como proposta do projeto, a volumetria final poderia ser adaptável aos diferentes climas das cidades em que fosse inserida (etapa 3). Em seguida a estrutura em aço foi definida e conectada as lajes recebendo, por fim, uma pele de vidro resultando na volumetria final (ver figura 37).



**Figura 36:** Esquema de solução volumétrica de acordo com os condicionantes climáticos. Fonte: [www.verticalharvestjackson.com](http://www.verticalharvestjackson.com), alterado pela autora. Acessado em mai. 2016.

**Figura 37:** Esquema de solução estrutural e volumetria final. Fonte: [www.verticalharvestjackson.com](http://www.verticalharvestjackson.com), alterado pela autora. Acessado em mai. 2016.

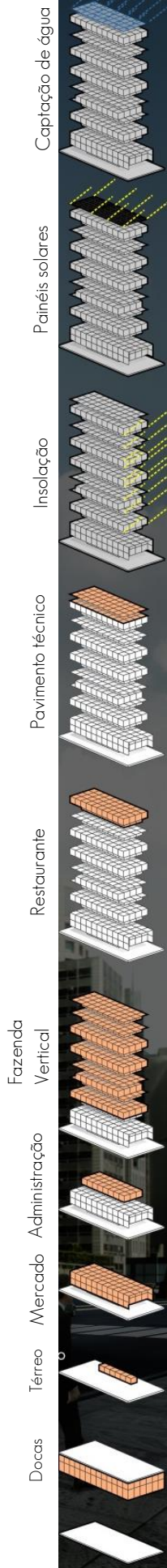


## 4.2. PROPOSTA 2 | FAZENDA



**Figura 38:** Perspectiva da "Fazenda".

Fonte: [www.projetar.org](http://www.projetar.org)  
Acessado em mai. 2016



## FAZENDA

Estudantes: Alexandre Engel Budiner Höllermann

Ândrio Vicari

Universidade: Centro Universitário Ritter dos Reis | UNIRITTER | Porto Alegre-RS

Status: Segundo colocado | Concurso da Projetar.org.

A proposta dessa fazenda vertical tem vinte e dois pavimentos com volumetria prismática e envolta por uma pele de vidro possibilitando a entrada de luz natural e a iluminação violeta do cultivo hidropônico (ver figura 41) seja emitida, proporcionando uma maior permeabilidade visual do edifício durante o dia e a noite.

Sua estrutura é metálica e trás consigo as vantagens de rápida execução, poucos resíduos na obra e após ela, facilidade de desmontagem e reutilização (caso haja a necessidade de demolição) e possibilidade de vãos maiores devido a alta resistência do material.

Na cobertura do edifício há o recolhimento de águas pluviais e painéis solares garantindo uma energia limpa para a fazenda vertical. No projeto, assim como a primeira proposta mostrada anteriormente, é permitido o acesso da população a um supermercado (ver figura 41) e um restaurante no decorrer da edificação possibilitando a comercialização dos produtos da fazenda vertical e do consumo dos mesmos (ver figura 39).



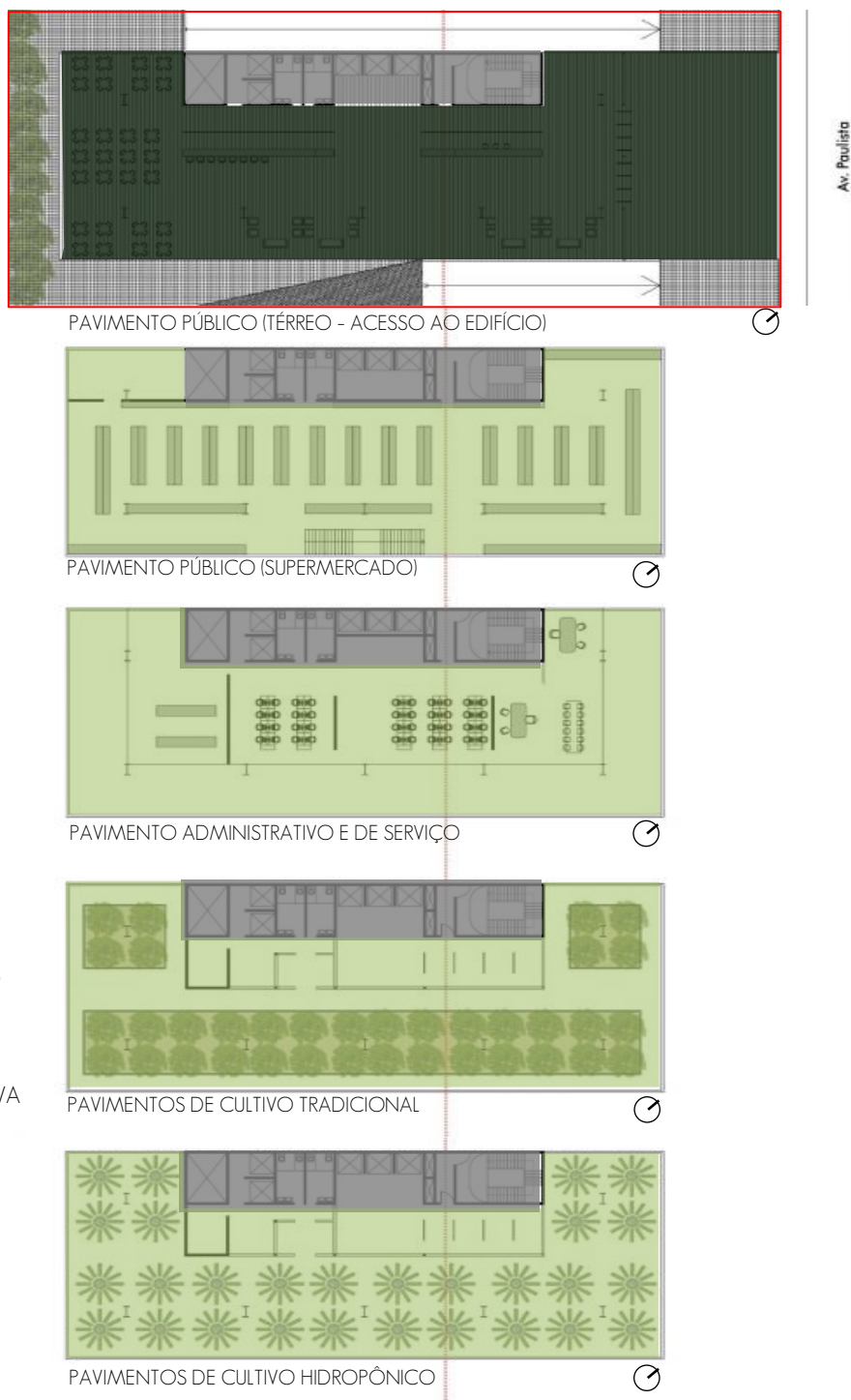
**Figura 39:** Imagem interna. Cultivo Hidropônico. Fonte: [www.projetar.org](http://www.projetar.org). Acessado em mai. 2016



**Figura 40:** Diagrama da distribuição dos usos por pavimento. Fonte: [www.projetar.org](http://www.projetar.org). Acessado em mai. 2016

**Figura 41 | acima:** Perspectiva externa. Fonte: [www.projetar.org](http://www.projetar.org). Acessado em mai. 2016

As plantas mostram o zoneamento da edificação e como a mesma foi implantada com afastamentos laterais e posterior para que possibilitasse a incidência de luz natural no interior da fazenda. A torre de circulação vertical foi implantada junto a uma das fachadas para melhor distribuição do programa nas áreas centrais e laterais das plantas baixas, havendo assim, a possibilidade de gerar áreas de maior recepção de luz solar.



**Figura 42:** Plantas baixas da "Fazenda".  
Fonte: [www.projetar.org](http://www.projetar.org)  
Acessado em mai. 2016



### 4.3. PROPOSTA 3 | FAZENDA VERTICAL

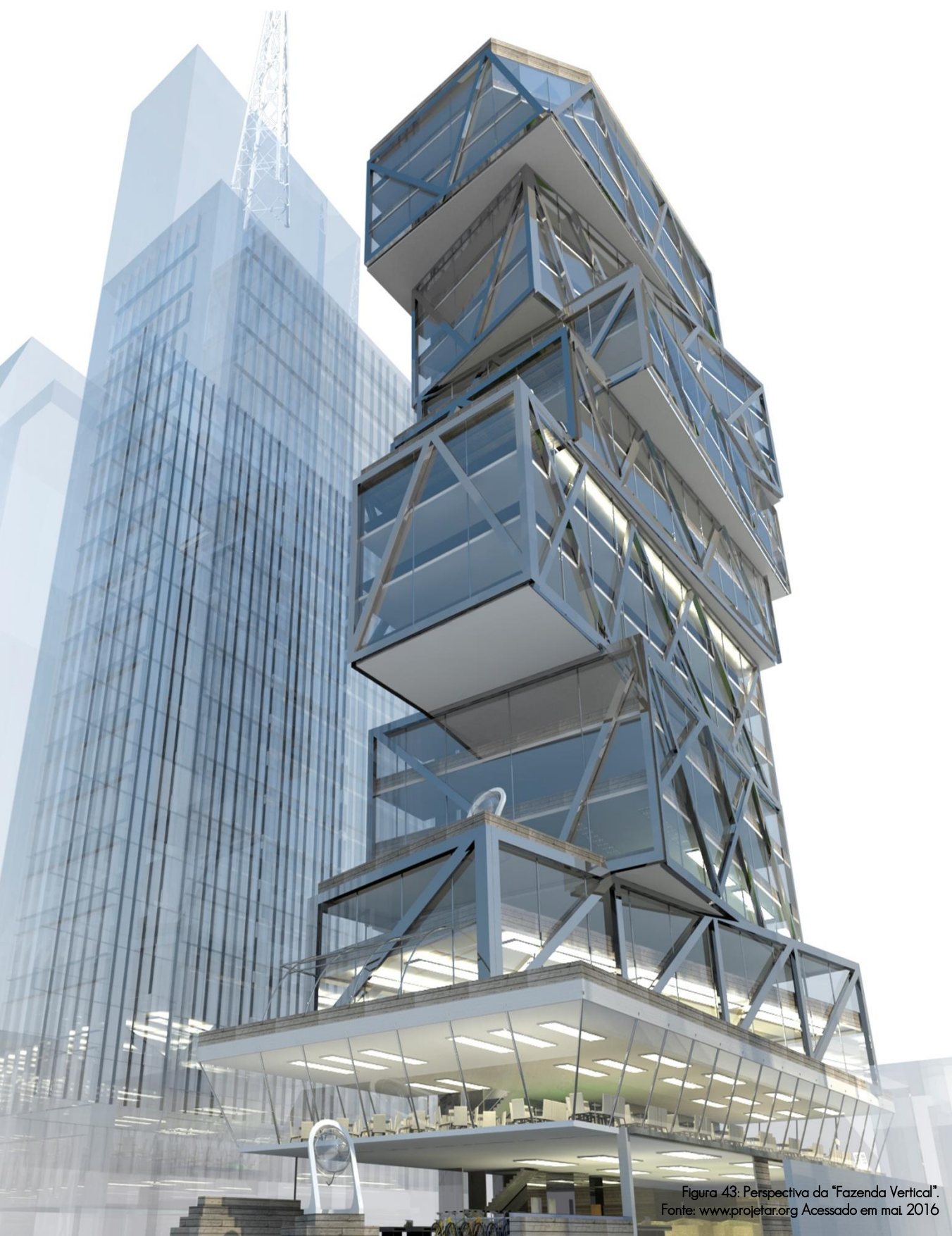


Figura 43: Perspectiva da "Fazenda Vertical".  
Fonte: [www.projetar.org](http://www.projetar.org) Acessado em mai 2016

## FAZENDA VERTICAL

Estudantes: Anderson Roberto de Freitas Pereira

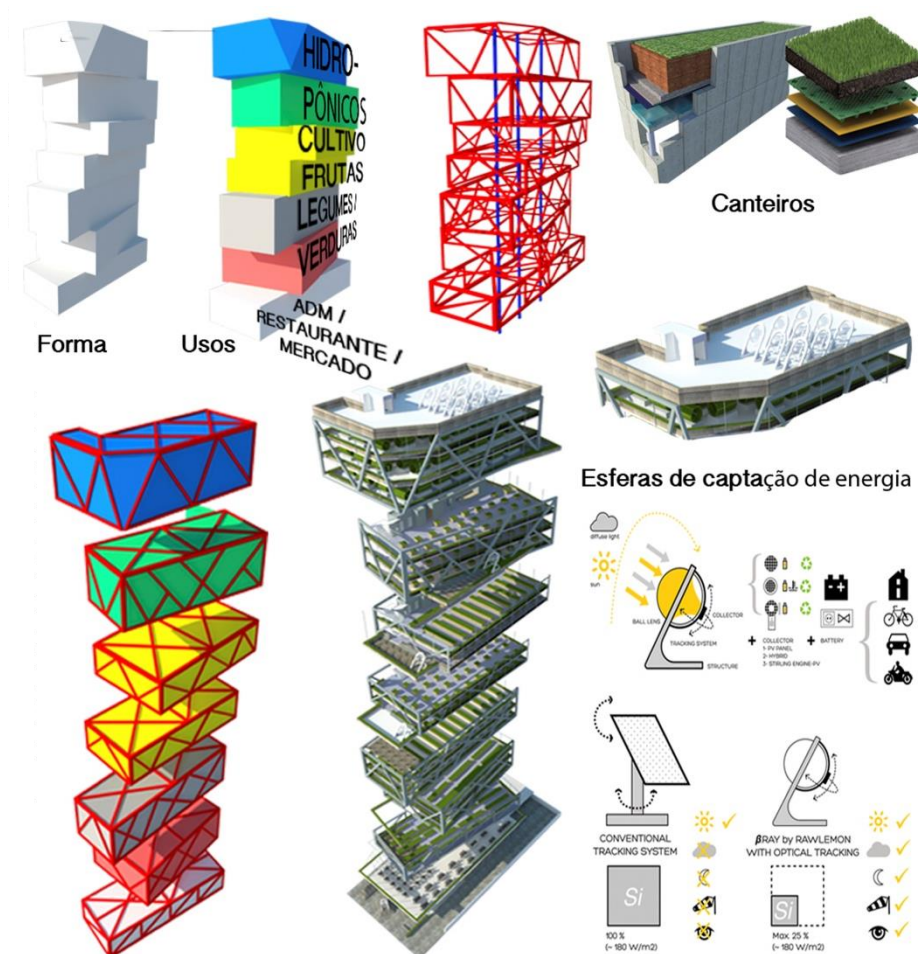
Alexandre Fernandes Corrêa

Universidade: Universidade Nove de Julho | UNINOVE | São Paulo-SP

Status: Terceiro colocado | Concurso da Projetar.org.

No projeto dos estudantes da UNINOVE a volumetria surge de um grande bloco posteriormente subdividido em partes menores gerando ambientes variados para cada cultivo aproveitando ao máximo a iluminação natural. A estrutura é metálica e polida e a fachada é coberta por vidro dando ao edifício uma aparência de “fazenda *hi-tech*”.

As soluções para a eficiência energética da fazenda vertical foram adotadas instalações de esferas Rawlemon Beta-Ray (ver figura 44) 1,80 distribuídas em todo o edifício nas áreas com maior incidência solar. O projeto também tem usos diversos como supermercado, administração e restaurante, além de sua função principal de produção de alimentos.



**Figura 44:** Diagrama da distribuição dos usos por pavimento e ilustração das esferas Rawlemon Beta-Ray para captação de energia.  
Fonte: [www.projetar.org](http://www.projetar.org)  
Acessado em mai. 2016

As plantas a seguir mostram que, da mesma forma como foi feito na proposta da “Fazenda”, a implantação da edificação solta no terreno também foi pensada para que houvesse espaço para a passagem de luz natural pelas quatro fachadas do edifício, além de variar na rotação das lâminas possibilitando o maior aproveitamento da luz solar (ver figura 45). Além disso, o bloco de circulação vertical foi inserido resultando em um melhor aproveitamento da área da lâmina permitindo a distribuição do programa da fazenda vertical.



## 4.4. ANÁLISE COMPARATIVA

O quadro a seguir (ver quadro 01) sintetiza os aspectos explorados pelos projetos anteriormente analisados e foi elaborada levando em consideração os seguintes pontos: localização na cidade em que a fazenda vertical está inserida; volumetria com permeabilidade visual para dentro do edifício; soluções estruturais adotadas; soluções para eficiência energética; reaproveitamento de água da chuva; usos diversos além do cultivo de alimentos; tipo de cultivo adotado, podendo ser hidropônico e/ou por métodos tradicionais.

A partir dessa análise foi observado que todos os projetos deram devida importância à conexão do edifício com o entorno através de suas volumetrias permeáveis, além de favorecer a incidência de iluminação natural no interior da fazenda vertical. Também se preocupando com a captação da água da chuva e utilizando de meios tecnológicos, como painéis solares e esferas Rawlemon Beta-Ray, para o armazenamento de energia solar possibilitou que a edificação de tornasse mais autossuficiente.

Como todos os projetos são propostas para um mesmo terreno na Avenida Paulista enfatizam a importância de uma fazenda vertical localizada em um área acessível para a população, estando implantados em uma das avenidas mais importantes e movimentadas da cidade de São Paulo, onde o fluxo de pedestres e veículos públicos e privados é intenso todos os dias. Sendo assim, a fazenda vertical se torna um meio de produzir e distribuir alimentos com maior facilidade e com distâncias muito menores do que as percorridas pela distribuição de alimentos vindos do campo, garantindo uma produção efetiva.

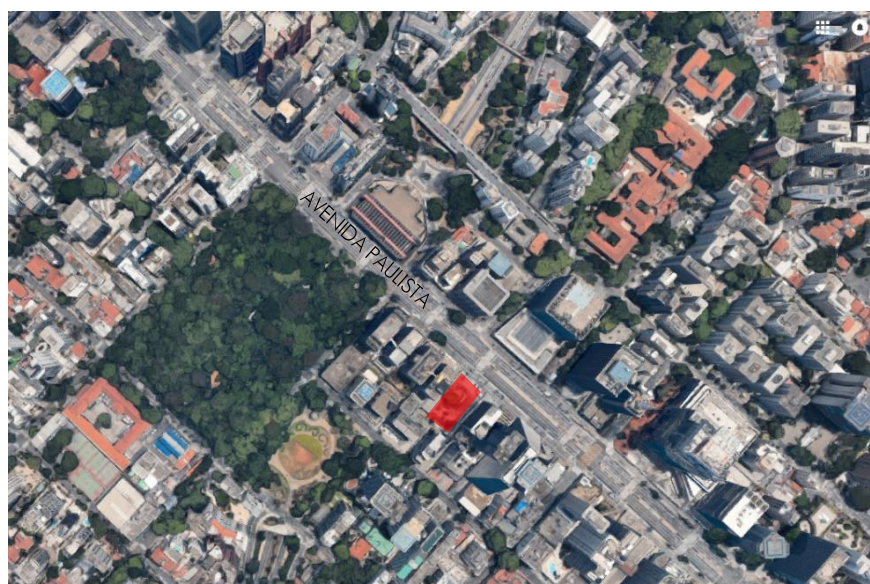
Os mapas a seguir mostram a localização do terreno destinado à proposta do concurso das fazendas verticais (ver figuras 46 e 47). Como observado o mesmo se situa em meio a edifícios de gabarito alto (ver figura 48) e que ocupam quase todo o lote (ver figura 46). A partir disso é relevante tratar da possibilidade de se inserir um edifício destinado ao cultivo de alimentos sem que seja necessária sua implantação fora dos centros urbanos devido a possíveis bloqueios solares. Para isso essas propostas trouxeram soluções volumétricas para que fosse aproveitado ao máximo a incidência de luz natural dentro das fazendas verticais.



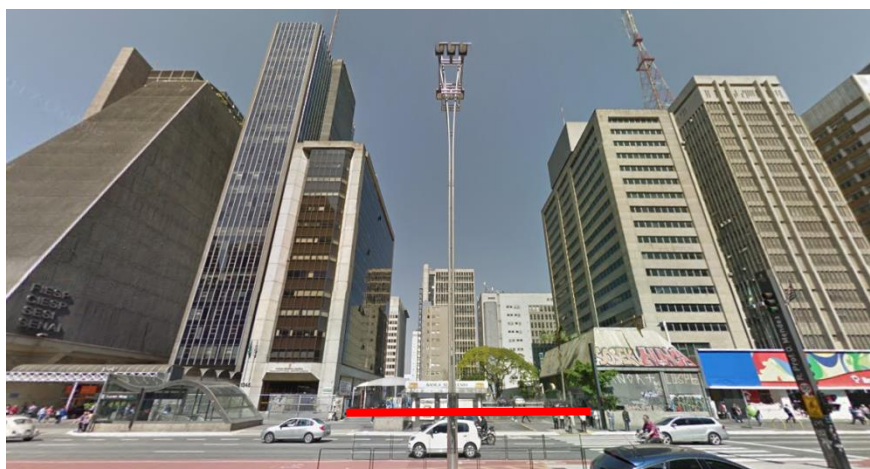
**Figura 46:** Mapa de localização do terreno em vermelho tracejado. Fonte: [www.projetar.org](http://www.projetar.org). Acessado em mai.2016.



**Figura 47:** Mapa de localização do terreno em vermelho. Fonte: [www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps). Acessado em abr. 2017



**Figura 48:** Vista frontal do terreno na Av. Paulista. Fonte: [www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps). Acessado em abr. 2017





## QUADRO COMPARATIVO DAS FAZENDAS VERTICAIS

CARACTERÍSTICAS	RESPIRO URBANO 	FAZENDA 	FAZENDA VERTICAL 
LOCALIZAÇÃO	centro urbano	centro urbano	centro urbano
VOLUMETRIA	permeabilidade visual	permeabilidade visual	permeabilidade visual
ESTRUTURA	metálica (aço)	metálica	metálica polida
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	painéis solares e iluminação natural	painéis solares e iluminação natural	esferas de captação de energia e iluminação natural
REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA	captação de água da chuva	captação de água da chuva	não informado
USOS DIVERSOS	fazenda vertical, mercado, restaurante, auditório, salas de workshops, praça	fazenda vertical, mercado, restaurante	fazenda vertical, mercado, restaurante
CULTIVO	hidropônico	hidropônico e método tradicional	hidropônico e método tradicional

**Quadro 01:** Comparativo das fazendas verticais analisadas no presente trabalho.

Fonte: A autora, 2016. Imagens extraídas dos sites [www.projetar.org](http://www.projetar.org) e [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br).

Após analisar as referências projetuais pôde-se chegar a importantes pontos em relação a sua localização, programa, implantação, zoneamento e soluções projetuais, servindo assim como guias para a elaboração das diretrizes para o anteprojeto.

#### LOCALIZAÇÃO:

Em relação à inserção da edificação, deve-se levar em conta a localização do terreno para que este seja o mais central possível na cidade e que possibilite o fácil acesso tanto dos consumidores quanto para a distribuição das mercadorias. Desta forma, o centro da cidade do Recife torna-se a melhor opção para localizar uma fazenda vertical.

#### PROGRAMA:

Para acolher o amplo programa, seria necessária uma edificação com uma variação em torno de cinco mil metros quadrados ( $5.000\text{m}^2$ ) de área construída.

#### IMPLANTAÇÃO:

A melhor forma de implantação da fazenda vertical no lote se dá quando a edificação se encontra solta no terreno possibilitando a entrada de luz natural no edifício, minimizando assim a utilização de iluminação artificial e tornando o edifício mais econômico.

#### ZONEAMENTO:

Sobre o zoneamento pode-se concluir que para a melhor utilização das lâminas o bloco de circulação vertical e de apoio às áreas de trabalho deve ser localizado nas extremidades do edifício para melhor distribuição do programa nas lâminas gerando também mais áreas para recepção da luz solar.

#### SOLUÇÕES PROJETUAIS:

Em relação às soluções projetuais ficam claras as seguintes questões: proposta de uma volumetria permeável, a variação de pé-direito e a inserção de sistemas que auxiliem na economia de energia e água da fazenda vertical.

## 4.5. DIAGRAMAS FUNCIONAIS

De acordo com as referências projetuais abordadas neste capítulo, foram formulados três tipos de diagramas explicativos para o melhor entendimento sobre a distribuição de zonas nas fazendas verticais estudadas, o processo de captação e distribuição de água e o armazenamento de energia solar e sua distribuição.

Foram feitos dois estudos sobre a distribuição de zonas no edifício. O primeiro se trata do zoneamento da edificação como um todo em que foram classificadas, em porcentagem, entre zona pública, zona de cultivo, zona administrativa e zona de serviço. Sendo a zona pública composta de mercado, restaurante, auditório e áreas de convívio. O segundo se trata do zoneamento por pavimento de cultivo onde abriga a própria área de cultivo e uma área de apoio que contém a circulação vertical do edifício, salas de preparação pré e/ou pós-cultivo e banheiros.

Comparando as porcentagens de distribuição do zoneamento entre as três fazendas verticais, conclui-se que mais de 50% do corpo do edifício é destinado exclusivamente ao cultivo de alimentos, podendo variar entre 50% a 80%. Em se tratando da zona pública, há uma variação de 30% dedicada a áreas de supermercado, restaurante, auditórios e áreas de convívio. Já as zonas administrativa e de serviço são dedicadas apenas 5% para cada do total da edificação, podendo contar, na zona de serviço, com área de carga e descarga, vestiários, refeitórios, depósitos e setor de embalagem e limpeza dos produtos.

### PROPOSTA 1 | RESPIRO URBANO

#### ZONEAMENTO | edifício

**Figura 49:** Diagrama de zoneamento para toda edificação.  
Fonte: A autora, 2016.



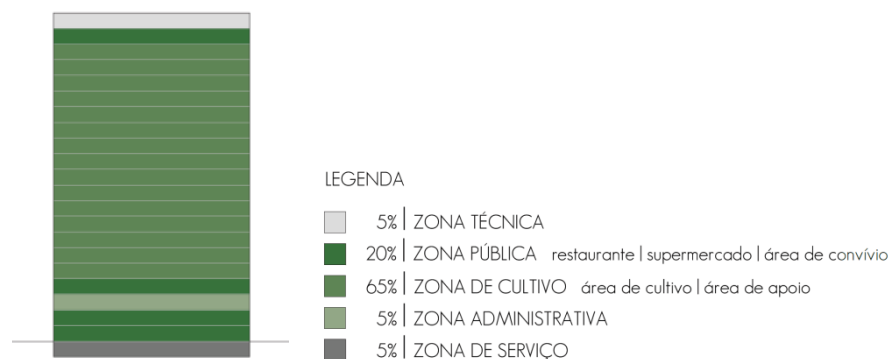
#### ZONEAMENTO | pavimento de cultivo

**Figura 50:** Diagrama de zoneamento por pavimento de cultivo.  
Fonte: A autora, 2016.



## PROPOSTA 2 | FAZENDA

### ZONEAMENTO | edifício



**Figura 51:** Diagrama de zoneamento por pavimento de cultivo.  
Fonte: A autora, 2016.

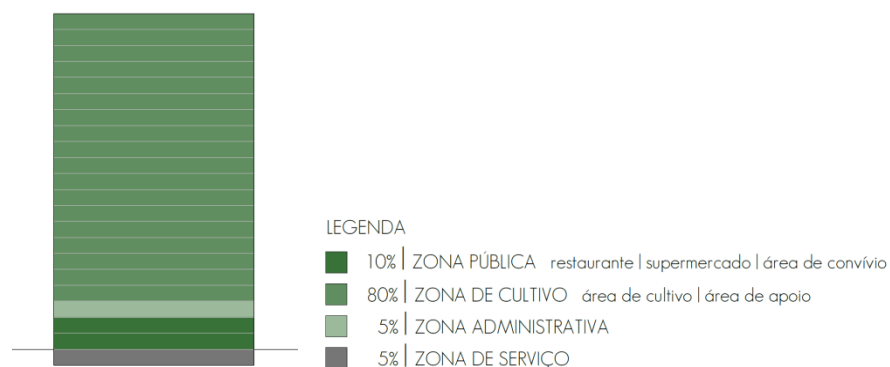
### ZONEAMENTO | pavimento de cultivo



**Figura 52:** Diagrama de zoneamento por pavimento de cultivo.  
Fonte: A autora, 2016.

## PROPOSTA 3 | FAZENDA VERTICAL

### ZONEAMENTO | edifício



**Figura 53:** Diagrama de zoneamento para toda edificação.  
Fonte: A autora, 2016.

### ZONEAMENTO | pavimento de cultivo



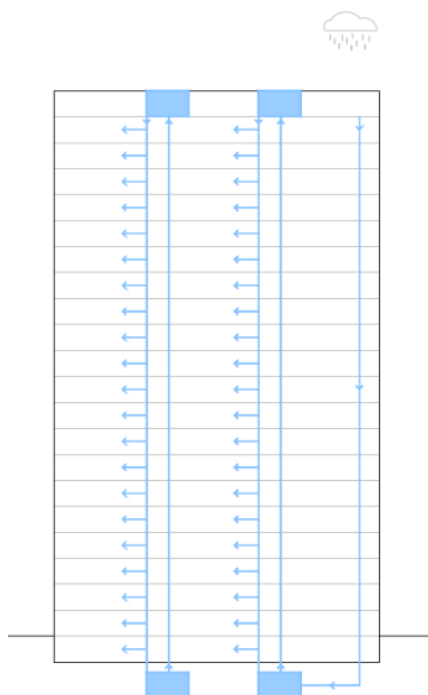
**Figura 54:** Diagrama de zoneamento por pavimento de cultivo.  
Fonte: A autora, 2016.

Na questão de abastecimento de água dos edifícios, pode-se compreender que para o funcionamento da captação de água da chuva e reutilização desta seriam necessários quatro reservatórios, sendo dois superiores e dois inferiores.

O diagrama abaixo (ver figuras 55 e 56) mostra que a água captada da chuva é inicialmente transferida para um reservatório inferior passando antes por um filtro para retirada de impurezas. Após ser armazenada é transferida para um dos reservatórios superiores de onde é distribuída para os demais pavimentos. Em conjunto, o segundo reservatório inferior recebe água vinda da rua e transferida para outro reservatório superior e distribuída para os pavimentos.

Em relação a utilização de energia solar (ver figura 56), observa-se que ao ser captada pelas placas solares, podendo ser localizadas nas cobertas ou nas fachadas do edifício, passa por um inversor e então é direcionada para baterias de armazenamento. Após esse processo a energia, já convertida em energia elétrica é distribuída para o consumo no edifício.

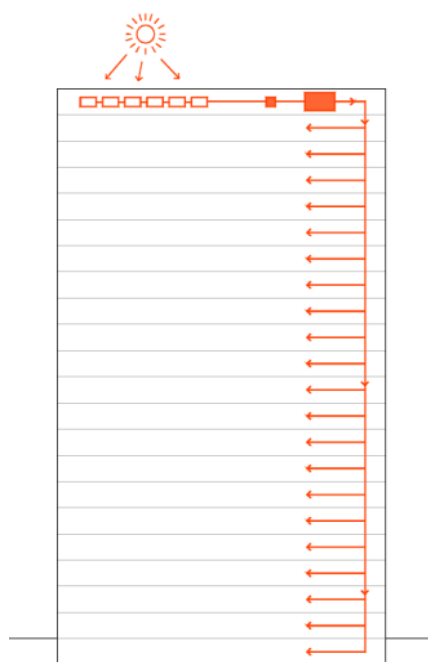
#### ÁGUA | captação | distribuição



**Figura 55:** Diagrama de captação e distribuição de água no edifício.

Fonte: A autora, 2016.

#### ENERGIA SOLAR | distribuição



**Figura 56:** Diagrama de distribuição de energia solar para o edifício.

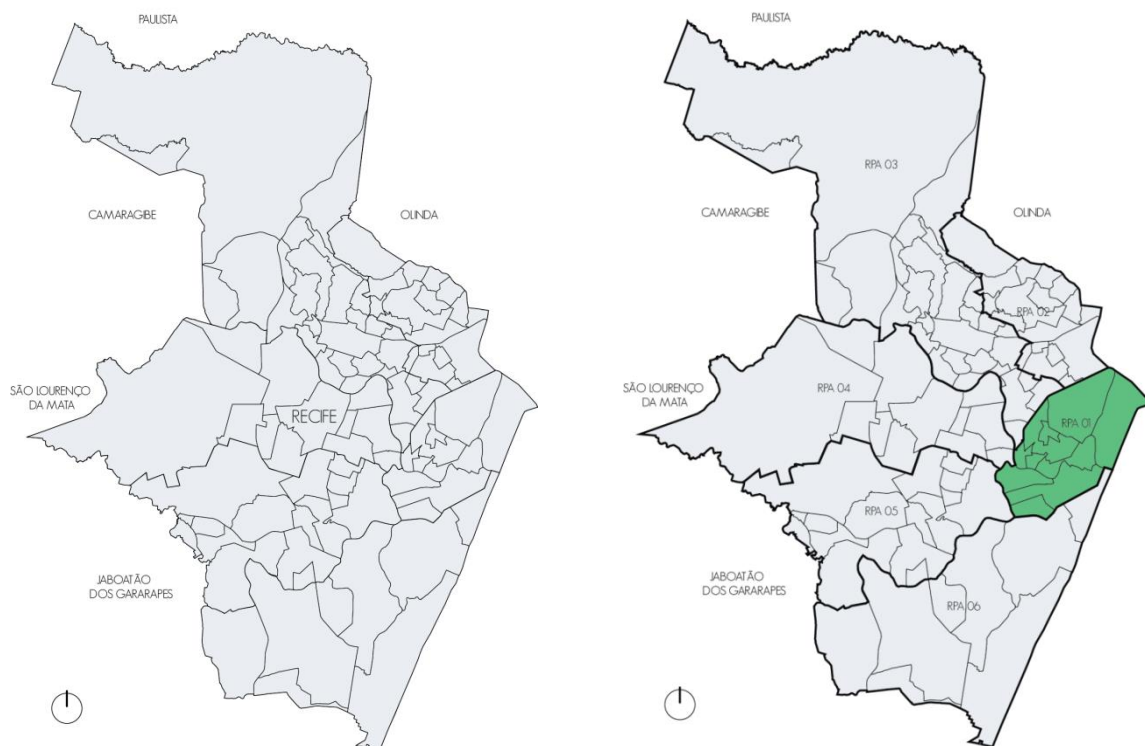
Fonte: A autora, 2016.

## 5. O TERRITÓRIO

### 5.1. BAIRRO E MOBILIDADE

O território escolhido para a implantação da fazenda vertical está inserido na Região Político Administrativa 1 (RPA 1) da cidade do Recife (ver figura 57), mais especificamente no bairro da Boa Vista (ver figura 48). Por se tratar de uma área de centro e por ter uma das principais vias de conexão das Zonas Norte e Sul da cidade, a Avenida Conde da Boa Vista torna-se um corredor de atrativo comercial e um importante corredor de transporte público onde circulam cerca de 400 mil pessoas e 9.700 veículos diariamente (Prefeitura do Recife, 2013).

Além das linhas de ônibus que circulam nas vias locais, o bairro também conta com um trecho do mais recente sistema de transporte público: o eixo Norte-Sul da linha de BRT (Bus Rapid Transit), através da Avenida Cruz Cabugá, ligando o centro da cidade as demais regiões metropolitanas no sentido norte até Igarassu. Assim torna-se clara a relevância da conexão do território com as demais regiões da cidade facilitando o acesso tanto pelo transporte privado como, principalmente, pelo transporte público.



**Figura 57:** Mapas da cidade do Recife e RPAs.

Fonte: Unibase da cidade do Recife-PE, trabalhada pela autora, 2016.



LEGENDA:



EIXO NORTE-SUL (CORRET)



EIXO LESTE-OESTE (CORRETOR ÔNIBUS)

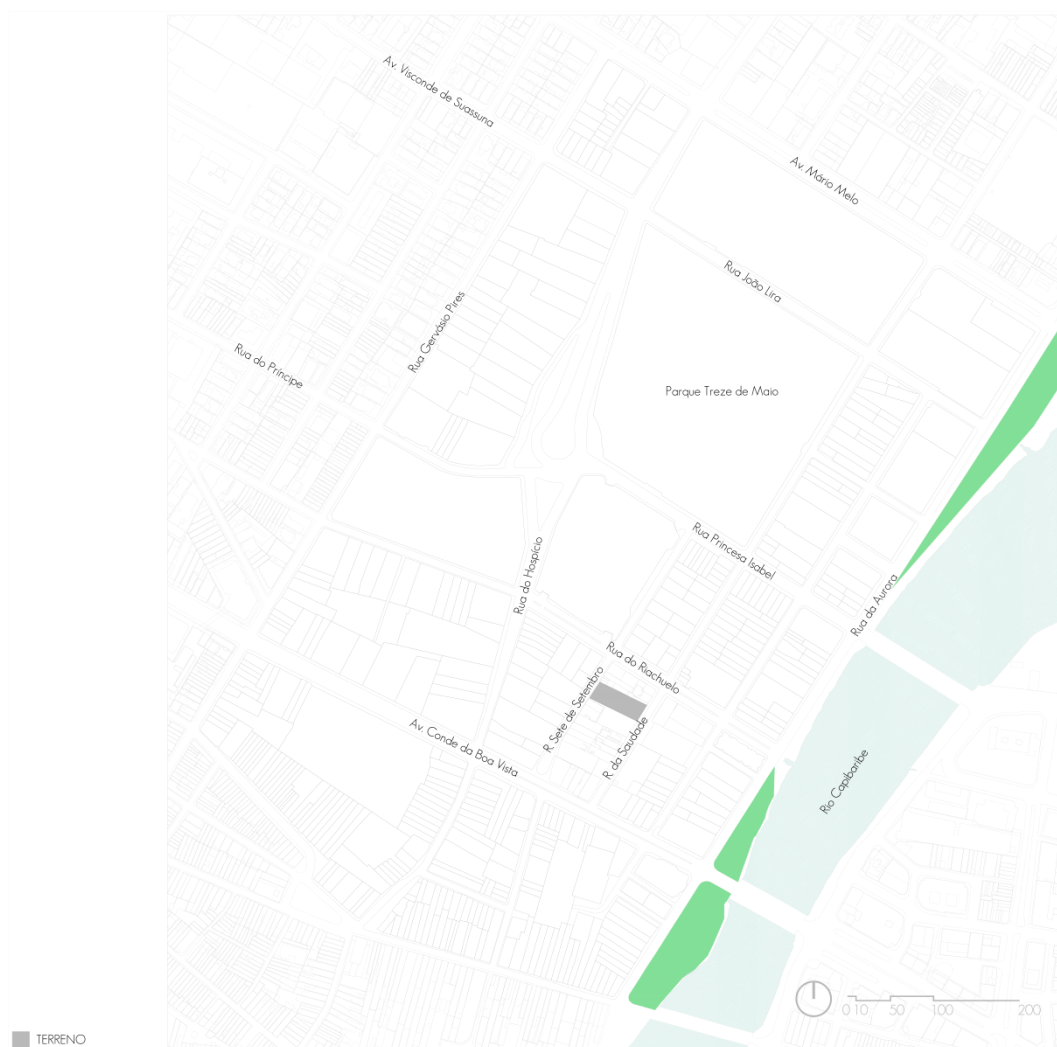
**Figura 58:** Mapa dos eixos Norte-Sul e Leste-Oeste.

Fonte: Unibase da cidade do Recife-PE, trabalhada pela autora, 2016.



## 5.2. QUADRA E TERRENO

A quadra está localizada entre a Avenida Conde da Boa Vista e a Rua do Riachuelo e entre a Rua da Saudade e Rua Sete de Setembro podendo ser acessado pelas duas ruas, o que proporciona fácil acesso para cargas e descargas de mercadorias e também permite o fluxo de pedestres entre as duas ruas. O terreno tem área de 1.343,25m<sup>2</sup> e atualmente serve de depósito para carroças de vendedores ambulantes da região (ver figura 63).



**Figura 59:** Mapa do terreno.

Fonte: Unibase da cidade do Recife-PE, trabalhada pela autora, 2016.



O terreno tem formato retangular com dimensões de 22,20m e 22,00m nas faces frontais e de 61,04m e 61,49m nas faces laterais (ver figura 60).



**Figura 60.** Dimensões do terreno de análise.  
Fonte: A autora, 2017.

Segundo a Lei N° 17.511/2008 - Plano Diretor, o terreno está inserido em um Setor de Sustentabilidade Ambiental 2 (SSA2) situado no entorno das Unidades de Equilíbrio Ambiental (UEA), referentes a praças e parques, estando sobreposta a Zona de Ambiente Construído de Ocupação Moderada (ZAC Moderada). Está previsto na legislação que esta zona estabelece o coeficiente de utilização do terreno ( $\mu$ ) correspondente ao da SSA2 e a taxa de solo natural e os afastamentos mínimos correspondem ao da zona em que a SSA2 está inserida, sendo eles da ZAC Moderada.



**Figura 61:** Mapa de legislação.

Fonte: Plano Centro Cidadão, alterado pela autora, 2016.

### 5.3. ANÁLISE DO ENTORNO

Outro aspecto determinante na escolha do terreno foi a presença de feiras informais que ocorrem em dias específicos da semana na Rua Sete de Setembro (ver figura 62) e feiras de orgânicos nas ruas Gervásio Pires, da Aurora, Avenida Mário Melo e Cais do Apolo (ver figura 65).

Além de uma possível fornecedora de alimentos frescos para essas feiras, acaba por permitir curtas distâncias percorridas desses comerciantes informais até a fazenda vertical, resultando em um sistema mais econômico em relação ao tempo, deslocamento e o desperdício de alimentos, sendo este último um dos pontos mais críticos na distribuição dos produtos atualmente.

**Figuras 62 e 63:** Foto do terreno na Rua Sete de Setembro.  
Fonte: A autora, 2016.



**Figura 64:** Foto do terreno na Rua da Saudade.  
Fonte: A autora, 2016.



Além das feiras informais, na região central do Recife, estão localizados três importantes mercados públicos: o Mercado da Boa Vista (ver figura 67) e o Mercado de São José (ver figura 66). Por se tratarem de três mercados tradicionais, de um público frequente e de uma grande diversidade de produtos disponíveis. A implantação da fazenda vertical, visa complementar essa condição, criando um espaço que, ao contrário dos mercados tradicionais, vende o que produz no próprio empreendimento.

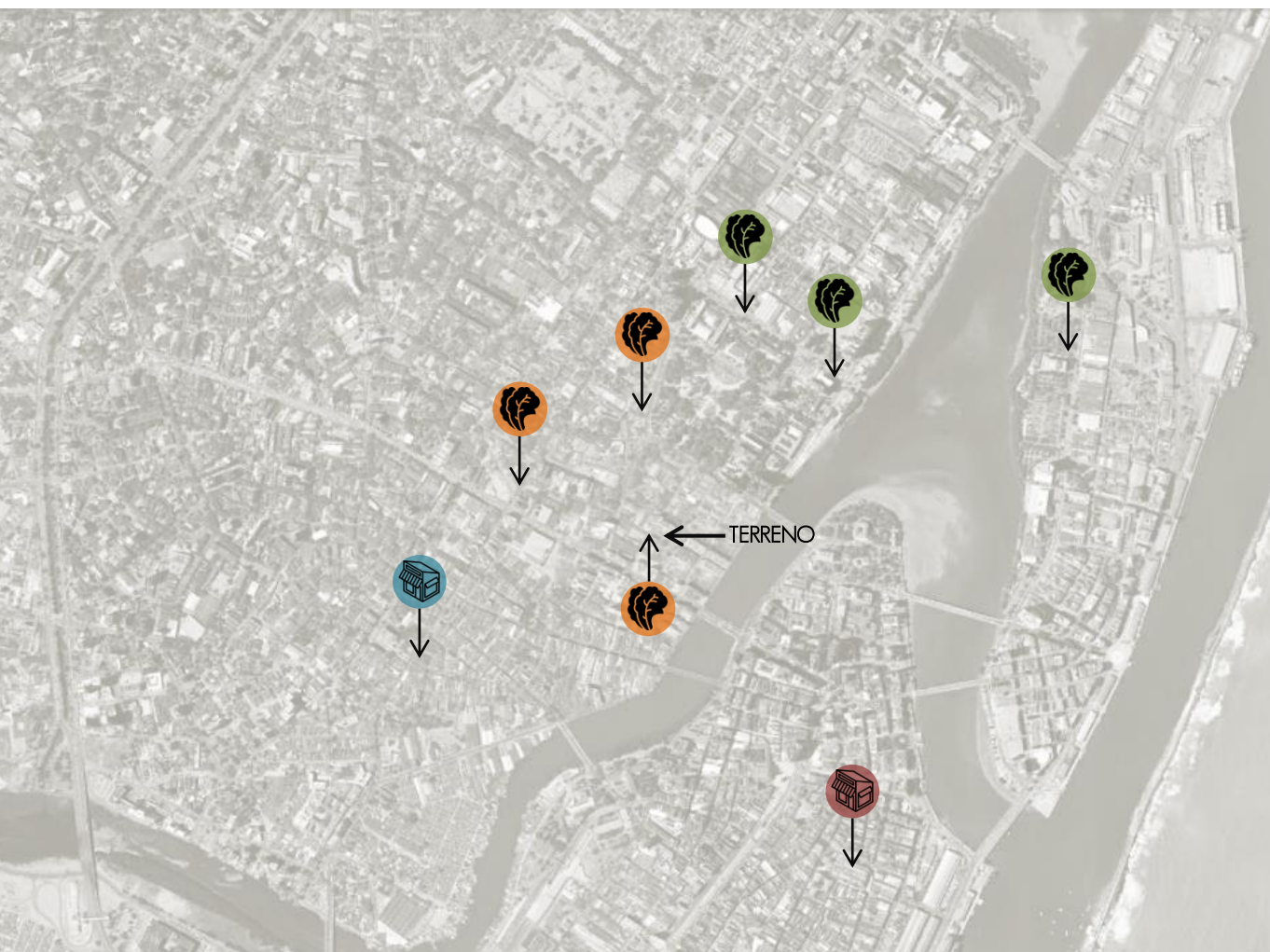


Figura 65: Mapa de mercados e feiras informais. Fonte: Google Earth, trabalhado pela autora, 2016.

LEGENDA:



Feiras informais



Feiras de orgânicos



Mercado da Boa Vista



Mercado de São José



Figura 66: Mercado de São José. Fonte: [www.g1.com.br](http://www.g1.com.br), Acessado em mai. 2016.



Figura 67: Mercado da Boa Vista. Fonte: [www2.recife.pe.gov.br](http://www2.recife.pe.gov.br), Acessado em mai. 2016.



Figura 68: Feira informal, R. Sete de Setembro. Fonte: A autora, 2016.



## Mapa de Usos

Mapa temático da cidade de São Paulo, apresentando a distribuição espacial das atividades econômicas e sociais. O mapa utiliza cores para categorizar diferentes tipos de uso do solo:

- SHOPPING
- COMÉRCIO
- SERVIÇO
- USO MISTO
- HABITAÇÃO FORMAL
- INSTITUCIONAL
- CULTURAL
- EDUCACIONAL
- SAÚDE
- RELIGIOSO
- VAZIO/SEM USO/EM CONSTRUÇÃO
- TERRENO

O mapa também indica a localização de parques, como o Parque Treze de Maio, e a presença de corpos d'água, como o Rio Capaíba. A escala do mapa varia de 0 a 200 metros.

Fonte: Plano Centro Cidadão, alterado pela autora, 2016.

## Mapa de Gabarito

Na área de análise há a predominância de edificações de pavimento térreo e de até quatro pavimentos, já nas mediações da Avenida Conde da Boa Vista a predominância é de edifícios com mais de dez pavimentos, tornando essa região mais alta que o restante da área estudada. Como a proposta da fazenda vertical requer um edifício verticalizado, como exemplificado anteriormente nas referências projetuais, a área para implantação da mesma deveria ser inserida em uma região onde haja a predominância de edificações mais altas para que o edifício inserido esteja em consonância com o entorno.



Figura 70: Mapa de gabarito.

Fonte: Plano Centro Cidadão, alterado pela autora, 2016.



## Mapa de Noli

De acordo com o mapa de noli, é possível analisar as formas de ocupação das edificações nos lotes existentes na área de estudo. Como observado no mapa abaixo, as implantações na quadra do terreno escolhido são feitas de acordo com o alinhamento das edificações ao paramento dos lotes, implicando em edificações com recuos frontais nulos e com ocupação total ou quase total do lote, havendo poucas edificações com recuos frontais. Isso observa-se da Rua da Aurora à Rua do Hospício, e da Av. Conde d Boa Vista à Rua Princesa Isabel, onde as edificações com recuos nulos são predominantes na área ao redor do terreno.



Figura 71: Mapa de noli.

Fonte: Unibase da cidade do Recife-PE, trabalhada pela autora, 2016.

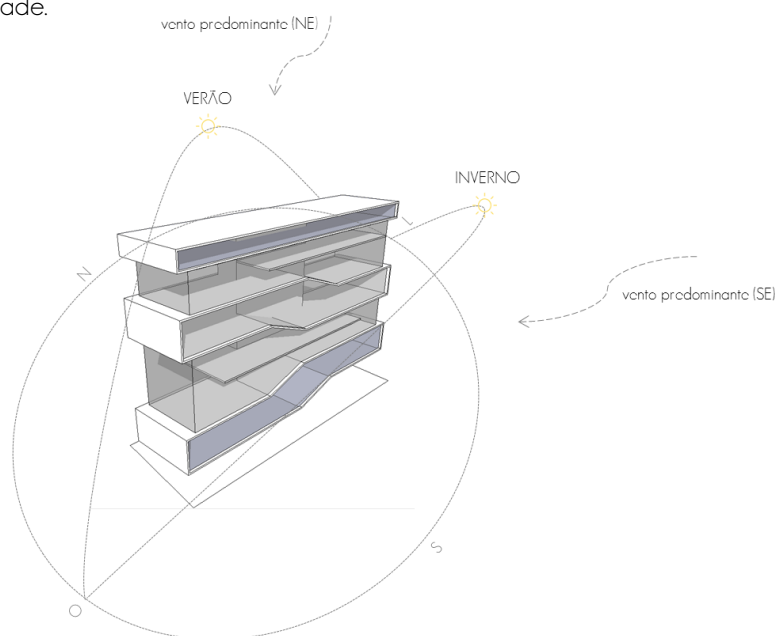
## 5.4. CONDICIONANTES CLIMÁTICOS

A cidade do Recife tem um clima tropical marítimo com poucas alterações nas temperaturas anuais, mas com características úmidas. As temperaturas máximas anuais variam entre 27°C e 30°C no verão, enquanto no inverno as temperaturas mínimas anuais variam entre 21°C e 23°C. Em relação ao tempo médio de insolação durante o ano, chega a 2.550,7 horas/ano segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Com relação à ventilação, uma pesquisa realizada pela pelo Departamento de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) demonstra que, em um ranking de onze pontos de Ilha de Calor detectados na cidade, a Av. Conde da Boa Vista está em quinto lugar devido aos edifícios de concreto e a pouca existência de verde. Mas, em contrapartida, a região é “salva” pela boa ventilação existente no local (ver figura 72).

É importante salientar que, por se tratar de um edifício de cultivo hidropônico em que os ambientes de cultivo devem ser protegidos contra os poluentes gerados pelos automóveis no entorno do terreno, a fazenda vertical deve funcionar como um edifício fechado à ventilação natural. Funcionando assim como um ambiente controlado.

À vista disso, conclui-se que Recife é uma cidade com alta incidência solar durante o ano, favorecendo na elaboração de diretrizes projetuais com o objetivo de aproveitar ao máximo esse benefício trazido pelo clima da cidade.



**Figura 72:** Diagrama dos condicionantes climáticos do terreno. Fonte: A autora, 2017.

Para a realização desse estudo foram analisados mapas de sombra de acordo com a latitude da Cidade do Recife (08° 03' 14" S), sendo estipulados três horários principais: às 8 horas, 12 horas, 16 horas, possibilitando assim analisar como ocorre a incidência solar durante o dia nas estações de verão e inverno.

Em se tratando de uma fazenda vertical, os pontos que devem ser estudados pelos mapas de sombras são os possíveis bloqueios gerados pelas edificações do entorno no terreno de estudo para melhor aproveitar a incidência de luz natural no edifício.

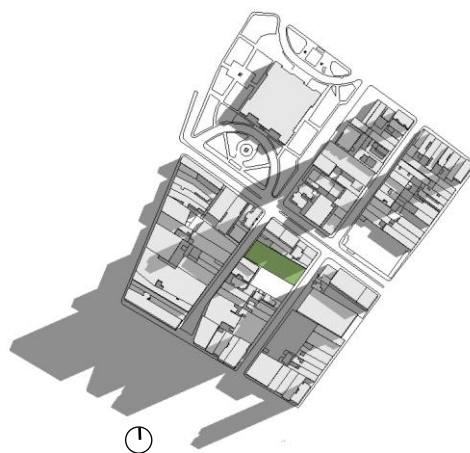
08:00 | VERÃO



**Figura 73 | à esquerda:**  
Mapa de sombras correspondente às 08:00 no verão.

Fonte: A autora, 2017.

08:00 | INVERNO

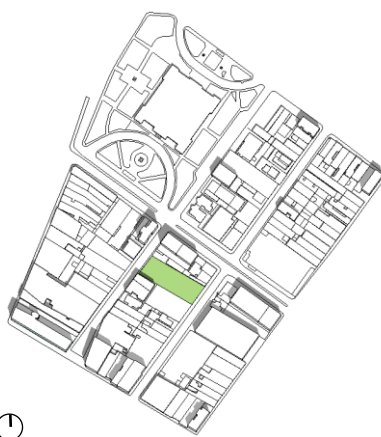


**Figura 74 | à direita:**

Mapa de sombras correspondente às 08:00 no inverno.

Fonte: A autora, 2017.

12:00 | VERÃO

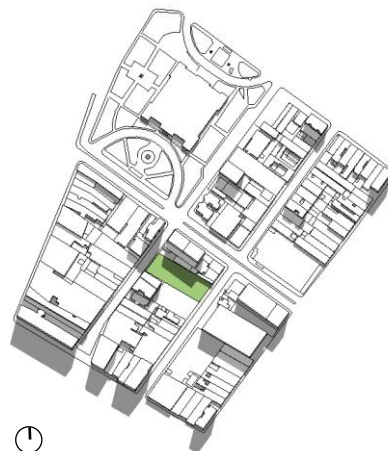


**Figura 75 | à esquerda:**

Mapa de sombras correspondente às 12:00 no verão.

Fonte: A autora, 2017.

12:00 | INVERNO



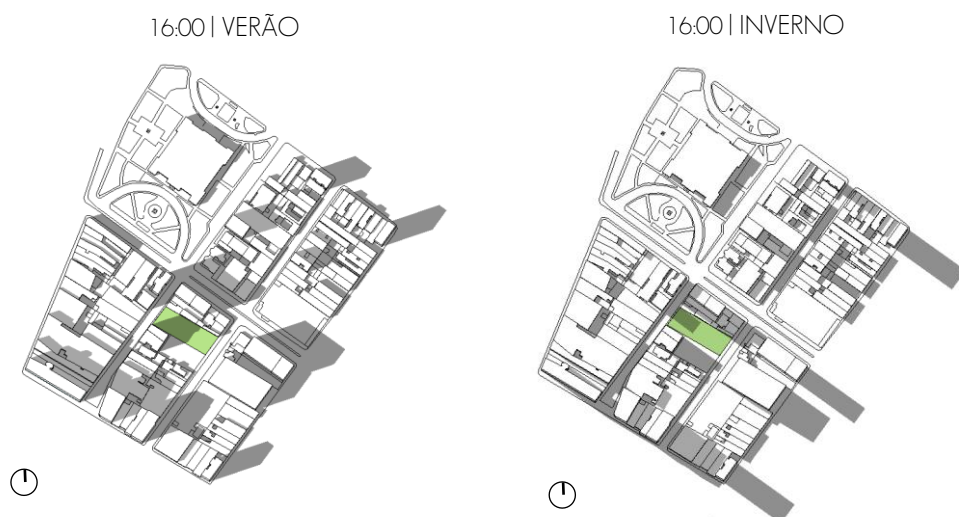
**Figura 76 | à direita:**

Mapa de sombras correspondente às 12:00 no inverno.

Fonte: A autora, 2017.

**Figura 77 | à esquerda:**  
Mapa de sombras  
correspondente às  
16:00 no verão.  
Fonte: A autora, 2017.

**Figura 78 | à direita:**  
Mapa de sombras  
correspondente às  
16:00 no inverno.  
Fonte: A autora, 2017.



Como visto anteriormente no mapa de gabarito (ver figura 70) e agora nos mapas de sombras, o terreno está situado tanto entre edificações de gabaritos mais baixos (de a 1 a 2 pavimentos) quanto entre edificações com alturas de grande influência nos bloqueios de sombra do terreno (de 5 a 20 pavimentos).

No Verão, é possível perceber que as sombras das edificações vizinhas se concentram nas partes laterais do terreno durante a manhã e sua sombra vai se descolando para uma porção mais central no fim da tarde (ver figuras 73, 75 e 77). Já no período de inverno, nos mesmos horários, as sombras se comportam de forma diferente no terreno, se concentrando mais ao norte, cobrindo todo o terreno no horário das 08:00 da manhã, e se deslocando para a porção norte do terreno com o passar do dia, fazendo com que a incidência solar seja aproveitada após o período da manhã (ver 74, 76 e 78).

Comparando esse comportamento da sombra nas duas estações do ano, chega-se a conclusão de que, no verão, a incidência solar no edifício torna-se mais proveitosa que no inverno, pois, por se concentrar mais nas laterais do terreno, geram uma área central favorável para a implantação da fazenda vertical. Com isso, também é importante salientar que a verticalização do edifício torna-se necessária para que o mesmo consiga receber mais luz natural.

Por fim, observa-se que, apesar dos bloqueios gerados em determinadas horas do dia, o terreno escolhido tem um bom potencial para a implantação de um edifício dedicado ao cultivo de alimentos, tendo a arquitetura, o importante papel de usufruir positivamente dos condicionais oferecidos pelo local.

## 5.5. CONDICIONANTES LEGAIS

Os condicionantes legais do terreno proposto para a inserção da fazenda vertical encontram-se assinalados na Lei N° 17.511/2008 - Plano Diretor. O terreno está situado em um Setor de Sustentabilidade Ambiental 2 (SSA 2) no entorno de Unidades de Equilíbrio Ambiental (UEA), referentes às praças e parques da cidade, e estando sobreposta a Zona de Ambiente Construído de Ocupação Moderada (ZAC-M).

Está previsto na legislação que o Coeficiente de Utilização do Terreno (CUT) a ser empregado é o da SSA 2 e os afastamentos frontal, lateral e de fundos se referem ao da zona em que esta está inserida, a ZAC Moderada. Aplicando-se também a Taxa de Solo Natural de acordo com os parâmetros urbanísticos da ZAC Moderada, sendo de vinte e cinco por cento da área do lote.

PARÂMETROS URBANÍSTICOS	SSA 2	ZAC-M
Coeficiente de Utilização ( $\mu$ )	2	-
Taxa de Solo Natural (TSN)	-	25%
Afastamento frontal inicial	-	5
Afastamento lateral inicial	-	3
Afastamento fundos inicial	-	5

**Quadro 02:** Parâmetros urbanísticos do terreno.

Fonte: A autora de acordo com o Plano Diretor da cidade do Recife, 2016.

Nas edificações com mais de quatro pavimentos inseridas na ZAC, serão obtidos novos afastamentos de acordo com formulas contidas na lei. São elas:

$$Af = Afi + (n-4) 0,25$$

$$Al = Ali + (n-4) 0,25$$

$$Afu = Al$$

Sendo: n = Número de pavimentos

Af = Afastamento frontal

Al = Afastamento lateral

Afi = Afastamento frontal inicial

Ali = Afastamento lateral inicial

Afu = Afastamento de fundos

Ao aplicar os parâmetros urbanísticos, citados anteriormente, no terreno, a volumetria final corresponderia a um edifício solto no lote, com três pavimentos (ver figura 79). Isto não atenderia ao programa básico de uma fazenda vertical e não se enquadraria com as edificações do entorno, os quais são compostos, em sua maioria, por recuos frontais e laterais nulos (ver figura 71).

Desta forma, o projeto passaria por uma análise especial, para que, além de atender ao programa básico exigido para uma fazenda vertical, correspondesse volumetricamente aos edifícios do entorno, resultando em um edifício com nove pavimentos e recuos frontais nulos (ver figura 80).

## LEGISLAÇÃO

## PROPOSTA

**Figura 79 | à esquerda:**

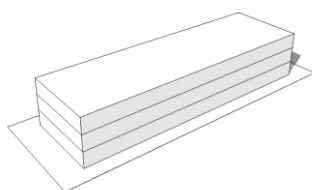
Volume resultado da legislação.

Fonte: A autora, 2017.

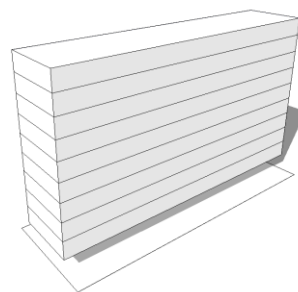
**Figura 80 | à direita:**

Volume resultado da proposta.

Fonte: A autora, 2017.



3 pavimentos  
Área construída: 2.686,50m<sup>2</sup>  
Pé-direito convencional  
Não atende ao programa  
Não enquadra no entorno



9 pavimentos  
Área construída: 5.604,52m<sup>2</sup>  
Variação de pé-direito  
Atende ao programa  
Enquadra-se no entorno

De acordo com a proposta, os requisitos que seguem os parâmetros exigidos pela legislação correspondem a Taxa de Solo Natural (TSN) de 25% da área do terreno, e o cálculo dos recuos laterais (apresentados anteriormente). Já os requisitos para realização de uma análise especial, foram os de afastamento frontais (por se tratar de um terreno localizado entre duas ruas) e o Coeficiente de Utilização do Terreno (CUT).

Seguindo os resultados obtidos para a TSN e CUT, somados a análise do contexto, onde se observou a melhor maneira para a implantação e o gabarito existente, obteve-se o valor de 4,25 metros para os afastamentos laterais, correspondendo a um edifício de nove pavimentos, e o CUT, que, de acordo com a legislação equivale a 2,0, duplicaria, equivalendo a 4,0.



O quadro abaixo sintetiza os resultados obtidos a partir dos cálculos do Coeficiente de Utilização, Taxa de Solo Natural, afastamentos frontais e laterais, e área total construída, de acordo com a legislação e o proposto, a partir da análise especial.

PARÂMETROS URBANÍSTICOS	LEGISLAÇÃO	PROPOSTA (análise especial)
Coeficiente de Utilização ( $\mu$ )	2	4
Taxa de Solo Natural (TSN)	335,81m <sup>2</sup>	373,34m <sup>2</sup>
Afastamento frontal final	6,25	NULO
Afastamento lateral final	4,25	4,25
Área Total Construída	2686,50m <sup>2</sup>	5604,52m <sup>2</sup>

**Quadro 03:** Parâmetros urbanísticos comparados à análise especial.  
Fonte: A autora, 2017.

## 6. DIRETRIZES PROJETUAIS

A partir das referências projetuais analisados anteriormente, do estudo do território, dos condicionantes climáticos e da compreensão do funcionamento das fazendas verticais observadas, foram estabelecidas as diretrizes projetuais descritas abaixo:

- Propor uma volumetria com aproveitamento máximo da luz natural;
- Propor espaços de convivência e de conhecimento;
- Promover um edifício com permeabilidade física e visual;
- Elaborar sistemas de captação de águas pluviais e energia solar;
- Utilizar de matérias que sejam menos resíduos e de fácil montagem;
- Promover soluções estruturais que possibilitem grandes vãos livres.

## 7. PROPOSTA PROJETUAL

### 7.1. PROGRAMA

O programa adotado para a fazenda vertical foi fundamentado de acordo com as análises espaciais das referências projetuais e da base teórica do presente trabalho. De acordo com tais estudos conclui-se que para o funcionamento de uma fazenda vertical são necessárias, além das áreas de cultivo, espaços para lavagem e embalagem dos produtos produzidos no edifício, depósitos para armazenagem de mercadorias e equipamentos utilizados para o cultivo, mercado para comercialização dos produtos da fazenda vertical, administração, um auditório para aulas e palestras. Além destes, também foi adotada a implantação de um laboratório para pesquisas e análises relacionados ao cultivo hidropônico, área de carga e descarga de mercadorias, e áreas para os funcionários com vestiários e copa.

Sendo assim o programa apresentado se divide em quatro zonas, sendo estas de cultivo, administrativa, pública e serviço e suas respectivas áreas totais, sistematizados no seguinte quadro.

## QUADRO DE ÁREAS E PROGRAMA

ZONA	AMBIENTE	ÁREA	QUANTIDADE	ÁREA TOTAL
CULTIVO	ÁREA DE CULTIVO	1.814,10m <sup>2</sup>	1	1.814,10m <sup>2</sup>
	LIMPEZA E EMBALAGEM	35,40m <sup>2</sup>	6	212,40m <sup>2</sup>
	ARMAZENAGEM	7,75m <sup>2</sup>	6	46,50m <sup>2</sup>
	BANHEIRO	2,55m <sup>2</sup>	16	40,80m <sup>2</sup>
	DML	2,38m <sup>2</sup>	5	11,90m <sup>2</sup>
ADMINISTRATIVA	SALA DE REUNIÃO	23,55m <sup>2</sup>	1	23,55m <sup>2</sup>
	ADMINISTRAÇÃO	28,80m <sup>2</sup>	1	28,80m <sup>2</sup>
	DIRETORIA	27,52m <sup>2</sup>	1	27,52m <sup>2</sup>
	RECEPÇÃO	36,45m <sup>2</sup>	1	36,45m <sup>2</sup>
	GERÊNCIA (RESTAURANTE)	8,15m <sup>2</sup>	1	8,15m <sup>2</sup>
	DML	2,38m <sup>2</sup>	1	2,38m <sup>2</sup>
PÚBLICA	MERCADO	516,00m <sup>2</sup>	1	516,00m <sup>2</sup>
	RECEPÇÃO	33,65m <sup>2</sup>	1	33,65m <sup>2</sup>
	AUDITÓRIO	173,00m <sup>2</sup>	1	173,00m <sup>2</sup>
	FOYER	100,50m <sup>2</sup>	1	100,50m <sup>2</sup>
	RESTAURANTE	200,50m <sup>2</sup>	1	200,50m <sup>2</sup>
	BANHEIRO (MERCADO)	14,35m <sup>2</sup>	2	28,70m <sup>2</sup>
	BANHEIRO (RESTAURANTE)	2,55m <sup>2</sup>	2	5,10m <sup>2</sup>
SERVIÇO	CARGA E DESCARGA	29,60m <sup>2</sup>	1	29,60m <sup>2</sup>
	ARMAZENAGEM	32,50m <sup>2</sup>	1	32,50m <sup>2</sup>
	ALMOXARIFADO	7,75m <sup>2</sup>	1	7,75m <sup>2</sup>
	CONTROLE	29,60m <sup>2</sup>	1	29,60m <sup>2</sup>
	RECEPÇÃO	18,76m <sup>2</sup>	1	18,76m <sup>2</sup>
	LABORATÓRIO	227,25m <sup>2</sup>	1	227,25m <sup>2</sup>
	VESTIÁRIO	44,40m <sup>2</sup>	2	88,80m <sup>2</sup>
	SALA DE APOIO	24,50m <sup>2</sup>	1	24,50m <sup>2</sup>
	COPA	44,40m <sup>2</sup>	1	44,40m <sup>2</sup>
	COZINHA (RESTAURANTE)	33,95m <sup>2</sup>	1	33,95m <sup>2</sup>
	DML	2,38m <sup>2</sup>	1	2,38m <sup>2</sup>
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	69,31m <sup>2</sup>	1	69,31m <sup>2</sup>
	SUBESTAÇÃO	9,77m <sup>2</sup>	1	9,77m <sup>2</sup>
	MEDIDORES	7,68m <sup>2</sup>	1	7,68m <sup>2</sup>
	GERADORES	13,18m <sup>2</sup>	1	13,18m <sup>2</sup>
	LIXO	9,40m <sup>2</sup>	1	9,40m <sup>2</sup>
	GÁS	3,40m <sup>2</sup>	1	3,40m <sup>2</sup>
	SALA DE MÁQUINAS	227,25m <sup>2</sup>	1	227,25m <sup>2</sup>
	ÁREA TÉCNICA	647,90m <sup>2</sup>	1	647,90m <sup>2</sup>

**Quadro 04:** Programa adotado e suas respectivas áreas e quantidades.  
 Fonte: A autora, 2017.

## 7.2. IMPLANTAÇÃO

O estudo da implantação se deu em duas etapas: a primeira, seguindo a legislação e a segunda, a análise do próprio contexto existente no sítio e entorno urbano.

Na primeira (ver figuras 81 e 82), foram realizados cálculos para estabelecer os limites dos recuos, tanto frontais, quanto laterais. Nesta etapa, percebeu-se que os recuos frontais, previsto na lei, não favoreceriam ao desenvolvimento do projeto, devido a necessidade da maior incidência solar possível na edificação, e, neste caso, o recuo frontal geraria mais áreas de sombra ao longo do dia.

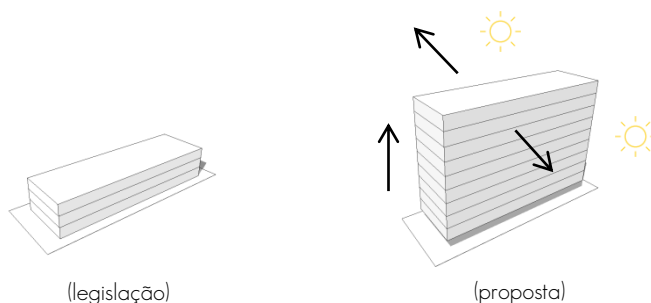
Então, para isto, na segunda etapa, foi realizada uma análise especial no próprio contexto, onde percebeu-se que as edificações, no entorno imediato ao lote, possuem recuos frontais nulos, estendendo os limites da edificação ao paramento do lote (ver figura 83).

### ETAPA 1

(recuos laterais e adição de pavimentos)

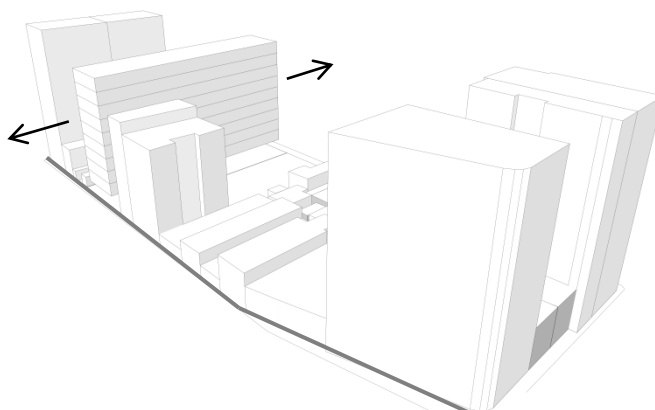
**Figura 81 | à esquerda:**  
Volume resultado da  
legislação.  
Fonte: A autora, 2017.

**Figura 82 | à direita:**  
Volume evolução da  
proposta.  
Fonte: A autora, 2017.



### ETAPA 2

(alinhamento ao paramento do lote - recuo frontal nulo)

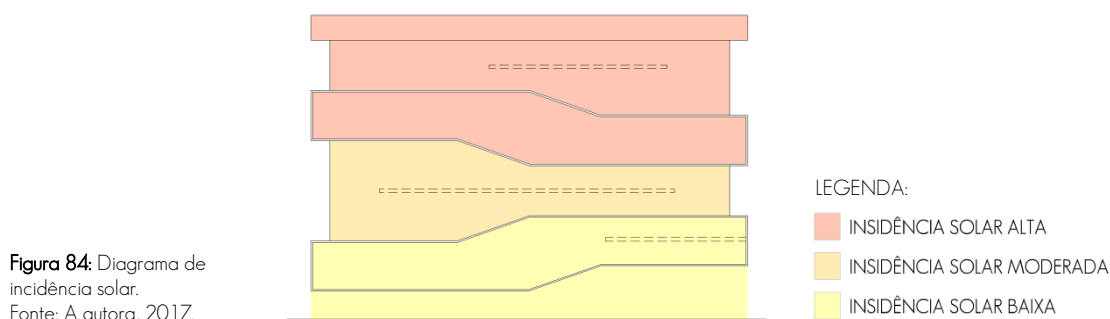


**Figura 83:** Alinhamento  
da proposta com o  
paramento do lote.  
Fonte: A autora, 2017.



## 7.3. ZONEAMENTO

O estudo do zoneamento partiu da análise da incidência solar no edifício, como visto mais detalhado no item de condicionantes climáticos. Para este item, foram consideradas as zonas que recebem menor incidência solar ao longo do dia e as zonas com maior incidência (ver figura 84).

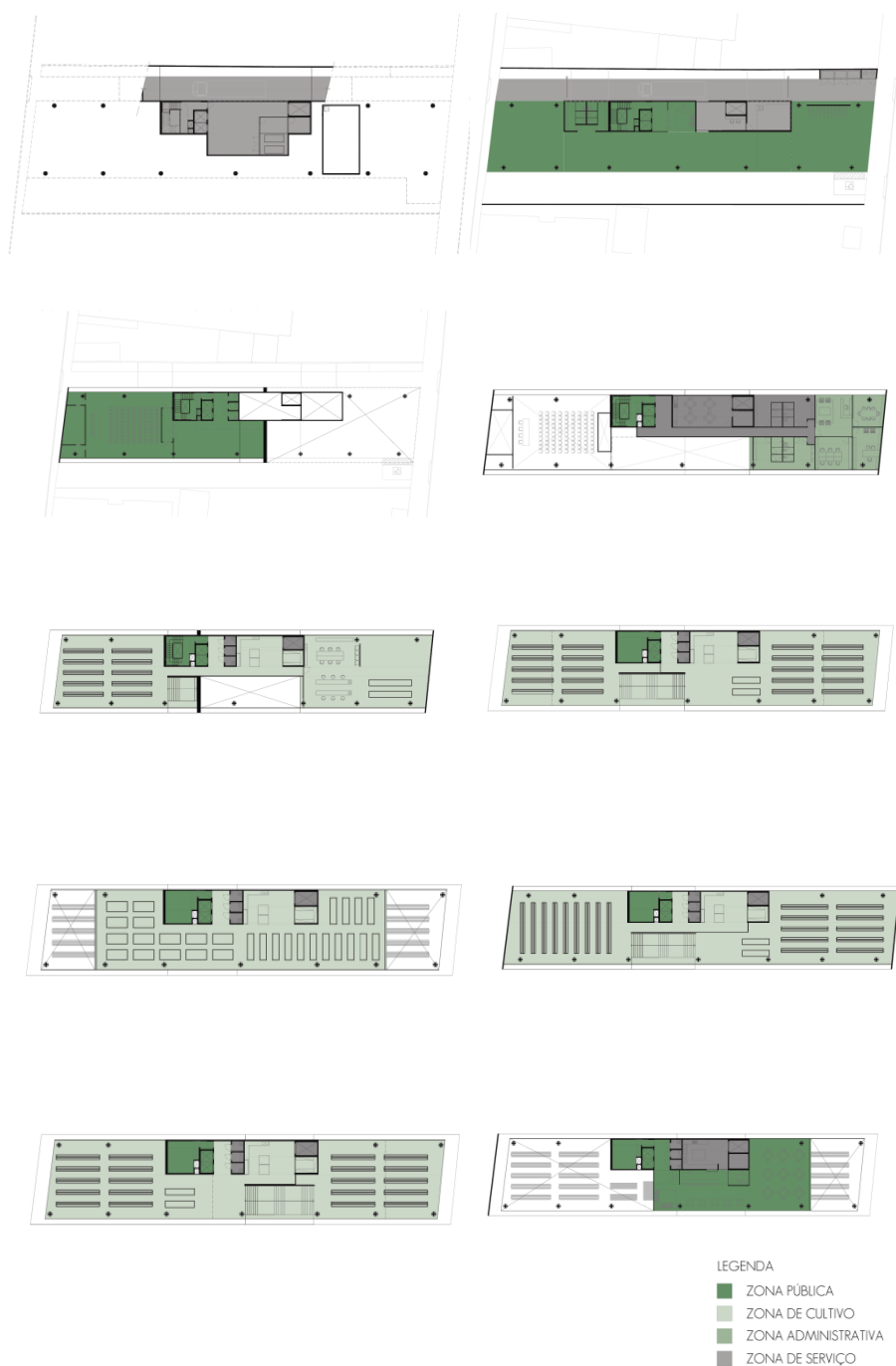


Como observado, o centro do lote e os pavimentos mais baixos, são onde ocorre menor incidência solar. Devido a isto, foram implantados os setores técnicos, administrativo e o mercado, além da circulação vertical, levando para os pavimentos superiores, o setor de cultivo.

No pavimento semienterrado, foram dispostos os equipamentos que sustentam a edificação, como gerador, subestação, medidores e estação de tratamento de água e esgoto. O pavimento térreo foi pensado como um pavimento público, onde funcionará um mercado para a venda de alimentos plantados e colhidos no próprio edifício. Este pavimento possui grande permeabilidade física, levando em consideração a implantação do lote, entre duas ruas, permitindo, então, que o pedestre utilize o próprio edifício como percurso.

No primeiro pavimento, foi inserido um auditório, cuja finalidade é ser palco para palestras e aulas voltadas à população e ao próprio público usuário do edifício. Neste pavimento também encontram-se os setores administrativo e de serviço. Nos pavimentos superiores, o setor de cultivo foi implantado, junto as áreas de apoio, aproveitando a maior incidência solar possível da volumetria.

No último pavimento, foram inseridos painéis para a captação de energia solar, permitindo que o edifício se torne mais sustentável, pois, além de utilizar uma energia limpa, produzida por ele mesmo, isto o tornará mais econômico, pois não dependerá apenas de outras fontes energéticas.



**Figura 85:** Zoneamento dos pavimentos.  
Fonte: A autora, 2017.

## 7.4. PARTIDO ARQUITETÔNICO

Para a elaboração do partido arquitetônico foram elaborados pontos de influência partindo do entorno imediato do terreno, das referências projetuais abordadas anteriormente e dos estudos sobre os condicionantes climáticos do local.

Com relação às influências do entorno na proposta da fazenda vertical e, levando em consideração a necessidade de verticalizar o edifício apresentado, decidiu-se por alinhar o gabarito do mesmo a dois dos edifícios mais altos da quadra, tendo assim linearidade em relação a eles, e possibilitando maior incidência solar nos pavimentos superiores destinados ao cultivo.

Outro ponto relacionado à sua relação com o entorno, é o térreo ter alta permeabilidade física e visual, ligando as duas ruas onde está implantado, e trazendo um pouco do que as edificações da Rua Sete de Setembro oferecem à população: o comércio e serviço nos pavimentos térreos. Desta forma, a proposta de um edifício com o térreo ativo possibilita a maior integração entre o espaço público e o privado e a conexão positiva da arquitetura com as pessoas.

**Figura 86:** Skyline da Rua Sete de Setembro.  
Fonte: A autora, 2017.



**Figura 87:** Skyline da Rua da Saudade.  
Fonte: A autora, 2017.



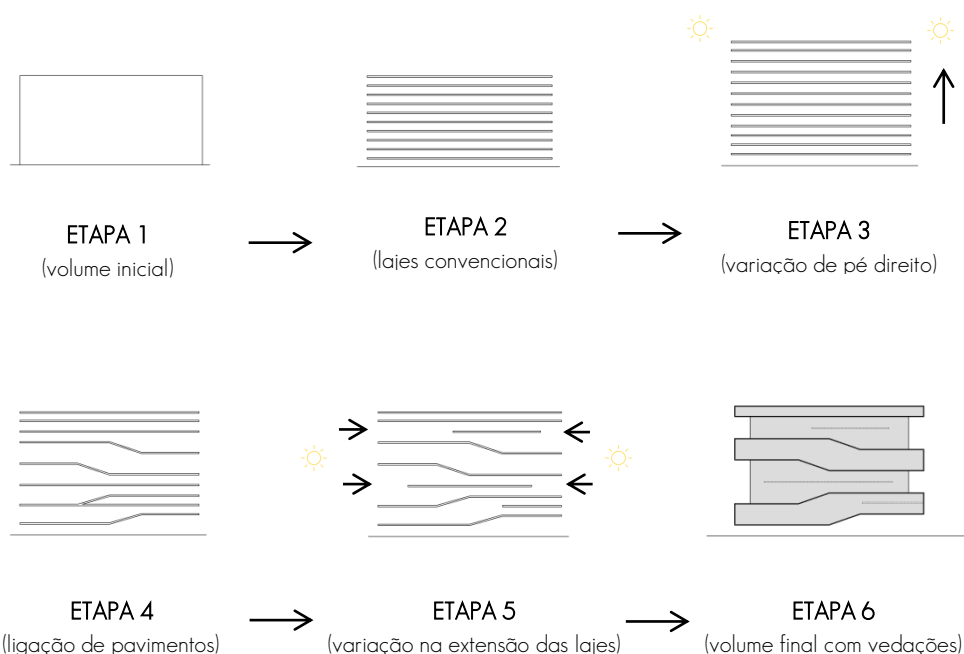
A volumetria da edificação foi pensada para que houvesse o maior aproveitamento de iluminação natural possível, e o seu desenvolvimento se deu a partir de seis etapas (ver figura 88), onde são explanadas a evolução da sua forma até o resultado final.

Primeiramente, na etapa 1, tem-se o volume inicial da edificação, resultado dos cálculos efetuados no capítulo de Condicionantes Legais. Após esta etapa, são indicadas as lajes convencionais e, em seguida, na etapa 3, há a nova divisão de lajes, com variação de pé-direito para possibilitar a maior incidência solar no edifício.

Na etapa 4, ocorre a ligação entre pavimentos de pés-direitos alternados, gerando uma dinâmica na fachada do edifício, e resultando em pés-direitos duplos, que possibilitam a conexão e o deslocamento direto entre pavimentos através de escadas, dispensando assim, o uso dos elevadores para o acesso de cada um separadamente.

Já na etapa 5, foram deslocados pavimentos intermediários gerando mais áreas de incidência solar direta, o que possibilita a economia no uso de iluminação artificial no cultivo dos alimentos. E, por fim, na etapa 6, foram inseridas as vedações finais.

Por fim, na etapa 6, foram inseridas as vedações do volume com paredes nas áreas necessárias, e esquadrias de vidro que possibilita a incidência solar no interior da fazenda vertical.

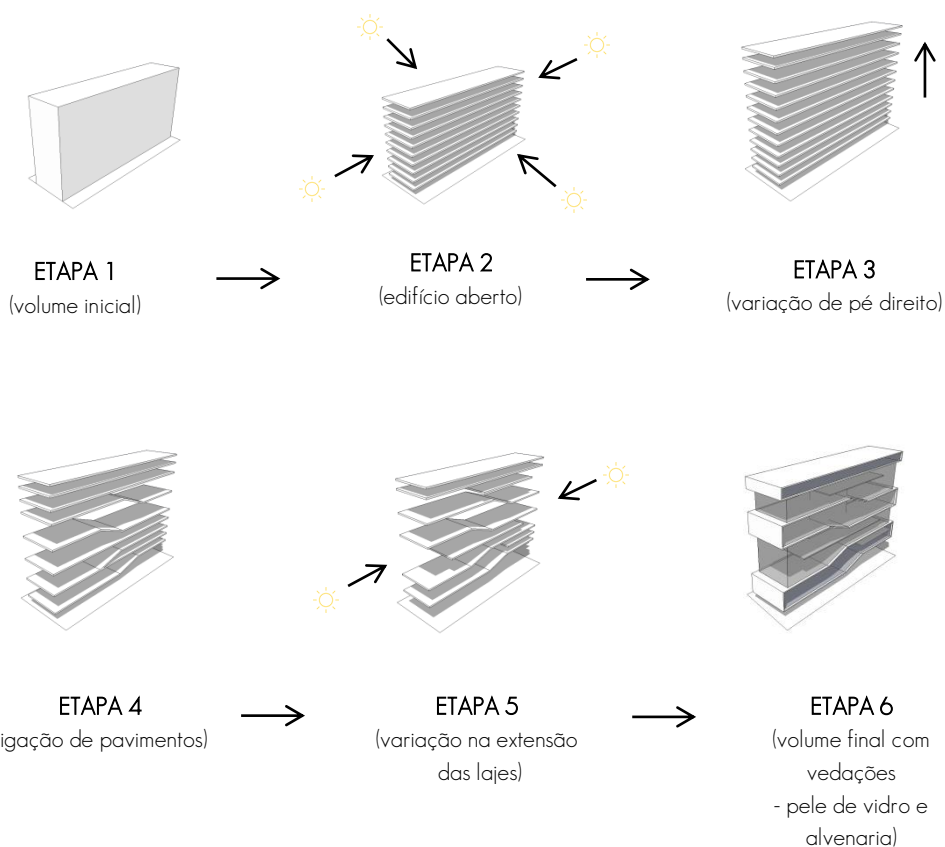


**Figura 88:**  
Diagrama da  
evolução do  
partido  
arquitetônico.  
Fonte: A autora,  
2017.

O diagrama a seguir (ver figura 89) mostra a evolução do desenvolvimento do partido arquitetônico em uma perspectiva diferente. Através dele, nota-se a importância da variação no pé-direito e extensão das lajes. Desta forma, é reforçada a justificativa do porque da necessidade de alinhar o gabarito da proposta com o gabarito das edificações mais altas da quadra. Assim, também se esclarece o fato da fazenda vertical ter a mesma altura do edifício vizinho (quinze andares) mas ter um número menor de pavimentos (nove pavimentos).

Outro aspecto a ser tratado, é o do edifício ter o térreo cem por cento permeável, possibilitando a passagem dos pedestres entre as duas ruas onde se encontra inserido.

Como observado na etapa 6 (ver figura 89), o edifício também se conecta com o exterior através da pele de vidro, que o envolve quase por inteiro, resultando em uma volumetria leve e permeável visualmente, que permite a interação do que acontece no interior da fazenda vertical, com quem estiver o observando pelo lado da rua.



**Figura 89:**  
Diagrama da  
evolução do  
partido  
arquitetônico.  
Fonte: A autora,  
2017.



## 7.5. SOLUÇÕES ESPACIAIS

Inserido no centro da cidade, a proposta da fazenda vertical tem como objetivo ser um edifício conector entre a população e seu alimento. Através da sua volumetria transparente, a edificação torna-se um destaque em meio aos edifícios de concreto do centro da cidade.

Durante o dia o edifício se permite iluminar pela luz do sol através da sua pele de vidro, alimentando as plantas. E à noite, é a vez do edifício iluminar a cidade, por meio da sua iluminação ultravioleta. A fazenda vertical causa curiosidade aos que por ali passam e permite que, em meio ao caos de edifícios, possa-se apreciar um pouco do verde cada vez mais escasso em nossas cidades.

Procurando trazer o comércio e o público para dentro do edifício, o térreo é composto por uma área aberta e linear que conecta a Rua Sete de Setembro à Rua da Saudade, e onde abriga um mercado “informal”, com quiosques para a comercialização dos produtos cultivados na própria edificação. Torna-se assim, um ambiente de conexão, passagem e convívio da população, buscando avivar a interatividade entre pessoas, servindo de palco para as atividades cotidianas de quem por ali circunda diariamente.

Ainda no térreo encontram-se todos os acessos da fazenda vertical. Na parte norte do terreno está a circulação de veículos para carga e descarga, que atravessa toda a extensão do terreno. E na parte central, estão localizados, no volume de circulação vertical, o controle, carga e descarga, e armazenagem. Neste mesmo bloco, também está o acesso para pedestres, pela recepção, e banheiros direcionados ao público.

No primeiro pavimento há o auditório, para o mais fácil e rápido acesso dos visitantes. Com capacidade para noventa pessoas, tem o objetivo de abrigar as mais variadas atividades que proporcionem o conhecimento e a conscientização da população. Circundado de vidro e com pé-direito duplo, torna-se um espaço amplo e aberto, permitindo a interação com o exterior do edifício. Mesmo sendo de vidro, o auditório acaba por ser protegido pelas sombras dos edifícios vizinhos, não sendo visto como um problema para o conforto interno do ambiente. No mesmo pavimento também se encontra o foyer, onde, com seu pé-direito triplo e parte da laje inclinada, gerando um amplo espaço de recepção, de onde também é possível avistar as passarelas de acesso ao segundo e terceiro pavimentos, e uma visão do

que acontece na rua. Além de ter banheiros públicos e um depósito para materiais de limpeza (DML).

Seguindo para o segundo pavimento, encontra-se a área administrativa da fazenda vertical, com a sala de administração, recepção, diretoria e uma sala de reunião. Além destes, estão os dois vestiários destinados aos funcionários do edifício, uma copa e um almoxarifado.

A partir do terceiro pavimento é onde toda a magia do edifício acontece. Estendendo-se até o sétimo pavimento, as áreas de cultivo são a vida do edifício. Com suas lajes variando de pé-direito e extensão, permitem-se serem banhadas pela luz do sol e proporcionam distintos ângulos de observação do exterior e interior da fazenda vertical.

O quarto, sexto e sétimo pavimentos, são ligados por escadarias que permitem o deslocamento dos funcionários e visitantes entre as duas lajes de alturas diferentes. Desta forma, é minimizado o uso dos elevadores para o carregamento de cargas entre as áreas de cultivo, e gera um dinamismo na volumetria do edifício.

Nos pavimentos de produção, estão os equipamentos de cultivo hidropônico, variando em altura e comprimento para adaptarem-se às variações de pé-direito. Enquanto no quinto pavimento, recuado para dentro do pano de vidro, são acolhidas as sementeiras de cultivo, que necessitam de um pouco mais de cuidado e controle de luz solar nos primeiros dias de vida das plantas.

Chegando ao oitavo pavimento, encontra-se o restaurante. Com uma vista privilegiada para todos os ângulos do bairro da Boa Vista, ele se torna um ponto de atração da fazenda vertical, onde também pode-se ter uma visão do cultivo hidropônico do pavimento inferior. Além disso, tem como objetivo utilizar, na sua cozinha, os alimentos cultivados no edifício. E por fim, estão a gerência do restaurante, cozinha, banheiros e DML.

Subindo para o nono e último pavimento, situam-se as salas de máquinas dos elevadores, os dois reservatórios superiores e a área técnica. Nesta última, área externa, está a estrutura de painéis solares para a utilização de energia limpa no prédio, minimizando a dependência da energia vinda da rua. A laje do pavimento terá inclinação suficiente para recolher toda a água pluvial que cair em sua superfície, para que seja destinada a estação de tratamento do semienterrado e, por fim, ser direcionada ao seu destino final.

No pavimento semienterrado está toda a parte de serviço para o funcionamento da fazenda vertical. É composta por subestação, medidores,

geradores e uma área destinada ao tratamento de águas pluviais vindas da cobertura, e para o tratamento da água vinda dos banheiros, vestiários e áreas de cultivo. Sendo posteriormente destinadas para utilização na limpeza, vasos sanitários e irrigação dos jardins externos. Desta forma, é criado um ciclo na utilização de recursos e reutilização de resíduos.

Na laje da cobertura do edifício, acima do bloco de circulação vertical, foi implantado um teto jardim, que minimiza o calor que seria absorvido por uma laje convencional impermeabilizada, e que refletiria ainda mais calor de volta para a cidade.

Esses pavimentos apresentam desníveis em sua estrutura. Quer seja criando pés-direitos avantajados, permitindo maior incidência solar, ou criando pés-direitos que se adequam ao uso. Assim, esta solução, ou mais especificamente o avanço de lajes e esquadrias em alguns pavimentos, acaba por explicitar o funcionamento da edificação por parte do observador externo, e gera um jogo volumétrico peculiar.

No bloco de circulação vertical estão dois elevadores para pedestres, um elevador de carga e a escada de emergência. Além destes equipamentos de locomoção vertical, encontram-se dois banheiros, hora públicos, hora de serviço que se repetem em todos os pavimentos. Em todos os andares destinados ao cultivo, além do programa citado anteriormente, ficam as áreas de apoio, com local para armazenagem de materiais e equipamentos, e uma ampla área para lavagem, embalagem e preparo das plantas.

Por fim, em relação à acessibilidade, é importante salientar que, no corpo do edifício, todos os pavimentos têm acesso pela escada de emergência e os três elevadores, através de passarelas. No térreo há rampas com inclinação máxima de 2%, tornando-se imperceptível a quem quer que venha a acessar a fazenda vertical. Por fim, todos os banheiros, vestiários e circulações foram dimensionados para que atendessem às normas técnicas de acessibilidade, proporcionando um edifício de ambientes acessíveis.

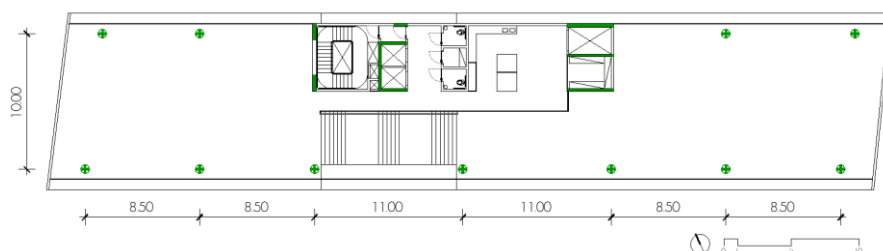
## 7.6. SOLUÇÕES TÉCNICAS E CONSTRUTIVAS

### 7.6.1. ESTRUTURA

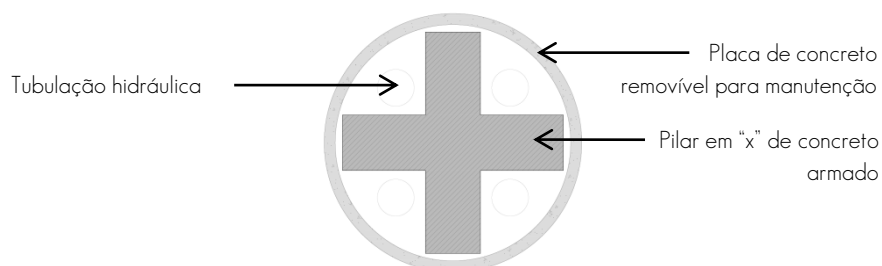
Como explanado anteriormente, nas diretrizes projetuais, por se tratar de um edifício que necessita de vãos livres para a instalação dos equipamentos de cultivo, e para possibilitar maior incidência solar no interior, sua estrutura se deu em duas partes.

Na parte do bloco de circulação vertical, a estrutura foi elaborada por pilares retangulares que auxiliam na sustentação das escadas, elevadores e de todo este bloco. De encontro a ela, está a modulação de pilares circulares, que possibilitam grandes vãos livres para as áreas públicas e de cultivo. Estes pilares estão modulados de 8,50 metros de eixo, entre os pilares da extremidade, 11,00 metros para os pilares centrais, e 10,00 metros na largura da laje (ver figura 90).

**Figura 90:**  
Modulação de pilares da proposta.  
Fonte: A autora, 2017.



Com o detalhe do pilar, é possível entender sua dupla função (ver figura 91). Não apenas servindo como auxiliar na sustentação do edifício, mas também como condutor de tubulações. Seu miolo é composto pelo próprio pilar, em formato de "x", e seu acabamento é dado com placas de concreto arredondadas, dando assim seu caráter circular pelo exterior. Nos espaços gerados entre o pilar e as placas, passará toda a tubulação hidráulica do edifício, diminuindo a necessidade de shafts, além de facilitar na manutenção das tubulações.



**Figura 91:** Detalhe do pilar circular.  
Fonte: A autora, 2017.

## 7.6.2. MATERIAIS

Os materiais utilizados no projeto foram escolhidos com a intenção de retratar a essência da fazenda vertical no seu volume, e permitir que as calçadas adentrem o edifício pelo térreo.

Buscando colocar em destaque o próprio cultivo da edificação, sua estrutura de lajes e paredes foram deixadas em suas formas cruas, com o concreto aparente (ver figura 92). Desta maneira, se expressa a sensação de estrutura exposta, em que as plantas são as protagonistas.

Em se tratando de um projeto que busca por materiais menos poluentes, foi encontrado um tipo de aplicação de concreto que apresenta enrijecedores de polipropileno industrial reciclado, deixando as paredes mais resistentes. Assim, é gerado menos resíduos na construção, a estrutura torna-se mais resistente, auxilia na eficiência energética e na qualidade do ar. Além disso, o concreto utilizado, denominado de “concreto sustentável”, substitui areia, pedra e água por materiais reaproveitados, objetivando poupar recursos naturais e evitar o descarte de substâncias nocivas ao meio ambiente.

Para o forro e o piso dos pavimentos, foram escolhidas placas cimentícias de concreto impermeabilizadas que facilitam na limpeza e manutenção (ver figura 92), pois tratam-se de áreas que necessitam de matérias resistentes ao possível contato direto com água, e à movimentação constante de equipamentos para o transporte dos materiais de cultivo. Dessa forma, a placa acaba por fazer composição com as lajes e paredes, também de concreto aparente.

A utilização de vidro de alto desempenho, auxilia na redução de gastos de energia da edificação com ar condicionados e iluminação artificial, pois assegura a diminuição de radiação de calor, além de ser 100% reciclável.

Por fim, para o piso do térreo, foi escolhida a pedra portuguesa (ver figura 92). Com a intenção de remeter essa área pública às calçadas da cidade, sua aplicação trará um aspecto urbano para um espaço privado, dando mais característica ao local.

**Figura 92:** Materiais utilizados na proposta.  
Fonte: [www.googleimagens.com](http://www.googleimagens.com), acessado em Mai, 2017.





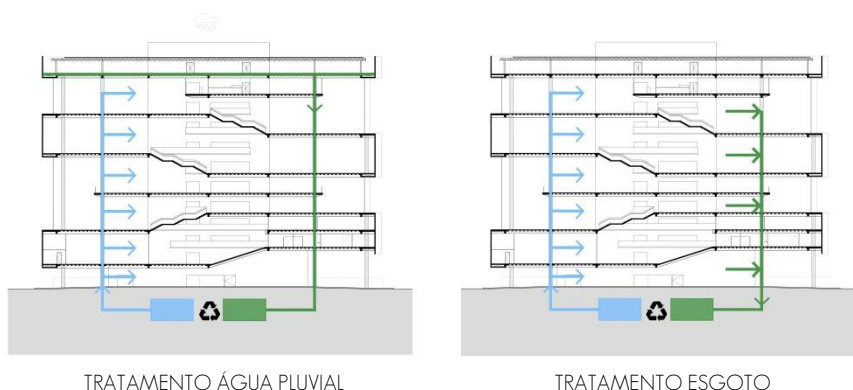
### 7.6.3. TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO

Com o objetivo de tornar o edifício mais autossustentável, foram instalados sistemas de captação de água através da laje do último pavimento (ver figura 92). Por meio do escoamento em calhas, a água da chuva é transportada até a central de tratamento implantada no semienterrado, e em seguida é distribuída para seus destinos finais.

Da mesma forma ocorre com o tratamento de águas sujas dos banheiros e áreas de cultivo, que, após serem captadas, são direcionadas da mesma forma para a estação de tratamento, de onde vai ser reutilizada nos banheiros e irrigação dos jardins externos no térreo (ver figura 93).

Com a instalação dos sistemas de reutilização de águas pluviais e sujas, a fazenda vertical acaba por gerar um ciclo de reuso de resíduos gerados pela natureza e pelo seu funcionamento, tornando-o mais econômico e independente de outras fontes de distribuição de água.

**Figura 93:** Diagramas de tratamento de água pluvial e esgoto.  
Fonte: A autora, 2017.



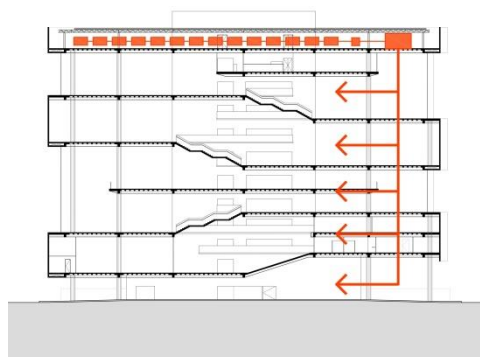
### 7.6.4. ENERGIA LIMPA

Visto que a fazenda vertical está inserida em uma cidade em que a incidência solar durante o ano é bastante considerável, a utilização de painéis solares se torna um ponto positivo para o projeto.

Por meio da instalação desses painéis na área técnica, resultou-se em uma edificação com um melhor desempenho energético, e mais econômica. Com a instalação do 104 painéis solares, será possível gerar uma economia na

necessidade da energia vinda da cidade, fazendo com que, através de uma fonte de energia limpa e sustentável, o projeto contribua com a diminuição dos impactos negativos, gerados pela produção energética vigente no Brasil.

Neste sistema de captação de luz solar, os painéis funcionam como receptores dos raios solares e, após passar por um inversor, é armazenada em uma bateria. Em seguida, a energia, agora convertida em energia elétrica é distribuída para o consumo do edifício.



**Figura 94:** Diagramas de tratamento de água pluvial e esgoto.  
Fonte: A autora, 2017.

ENERGIA LIMPA

## 8. CONCLUSÃO

Devido ao acelerado crescimento populacional e a grave situação em que se encontra o planeta surgiu a necessidade de pensar em novas soluções para garantir alimento para a população global e, ao mesmo tempo, minimizando os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo sistema atual de se viver, em cidades. Sendo assim, os estudos realizados pelo Professor Dr. Dickson Despommier, foram de extrema importância para o início de uma indagação: seria possível alimentar a população atual, e a que está por vir, de maneira sustentável e eficiente? A partir daí estudos levaram à concepção da fazenda vertical como uma possível solução para tal problemática.

O estudo e compreensão do funcionamento de uma fazenda vertical para as cidades foram de extrema importância para a realização do presente trabalho. Com o intuito de propor um anteprojeto de uma fazenda vertical para a cidade do Recife e assim promover o fácil acesso ao alimento de maneira sustentável, foram realizados estudos relacionados ao sistema atual de agricultura, a relação do homem com o meio ambiente, o comportamento das cidades em relação a meios sustentáveis, os benefícios trazidos pela inserção da fazenda vertical em Recife.

Dessa forma, compreende-se que a proposta trazida neste trabalho não se trata apenas de um edifício que produz alimentos, mas sim de uma maneira de conscientizar a população sobre a importância de pensar no funcionamento da cidade como um ecossistema e assim conseguir entender a importância de reestruturar os ecossistemas perdidos ao longo dos anos.

# LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Fazenda vertical “Respiro Urbano” .....	11
Figura 02 - Mapa dos Estados Unidos com destaque, em azul, ao estado do Texas .....	12
Figura 03 - “Ilha” de lixo no Oceano Pacífico.....	12
Figura 04: Área de plantio, em cinza, necessária para alimentar 6,8 bilhões de pessoas equivalente ao tamanho da América do Sul.....	13
Figura 05: Área de plantio, em cinza, necessária para alimentar 9,1 bilhões de pessoas. Equivalente à área da América do Sul somada à do Brasil.....	13
Figura 06: Diagrama do consumo anual de alimentos por pessoa no mundo e nos Estados Unidos. <i>Food Print Manhattan</i> .....	14
Figura 07: Cultivo em método tradicional na Ilha de Manhattan. <i>Food Print Manhattan</i> . ....	14
Figura 08: Cultivo em método hidropônico na Ilha de Manhattan. <i>Food Print Manhattan</i> .....	14
Figura 09: Exemplo de cultivo “Indoor”. Escritório Pasona, Tóquio. ....	15
Figura 10: Exemplo de cultivo “Indoor”. Escritório Pasona, Tóquio.....	15
Figura 11: Esquema de uma cidade com metabolismo linear. ....	17
Figura 12: Esquema de uma cidade com metabolismo circular.....	17
Figura 13: Esquema do modelo atual de distribuição de alimentos.....	18
Figura 14: Esquema do modelo desejado de distribuição de alimentos.....	18
Figura 15: Diagrama representando a relação do homem com os ecossistemas da natureza.....	19
Figura 16: Mapa de Distribuição dos Estabelecimentos Rurais do Brasil, onde as manchas amarelas representam os estabelecimentos agropecuários e os pontos vermelhos, os perímetros urbanos (2006).....	21
Figura 17: Gráfico de consumo de água potável no mundo.....	22
Figura 18: Método de irrigação utilizado na agricultura atual.....	22
Figura 19: Diagrama do caminho do desperdício de alimentos no Brasil. ....	23
Figura 20: Brooklyn Grange, Nova Iorque, EUA.....	24
Figura 21: Horta comunitária no bairro de Casa Amarela, Recife-PE.....	24
Figura 22: Cultivo hidropônico na fazenda vertical Sky Greens em Cingapura, Ásia.....	26
Figura 23: Diagrama comparativo entre o cultivo pelo método tradicional e o método hidropônico.....	26
Figura 24: Perfis horizontais de cultivo hidropônico.....	27
Figura 25: Perfis horizontais de cultivo hidropônico.....	27
Figura 26: Cultivo hidropônico em perfis rotativos.....	28
Figura 27: Perfis em carrossel.....	28
Figura 28: Cultivo hidropônico em prateleiras.....	29
Figura 29: Cultivo hidropônico em prateleiras.....	29
Figura 30: Cultivo hidropônico na fazenda vertical Sky Greens em Cingapura, Ásia.....	30
Figura 31: Fazenda vertical Sky Greens em Cingapura, Ásia.....	30

Figura 32: Local Garden em Vancouver, Canadá.....	31
Figura 33: Vertical Harvest em Jackson, Estados Unidos.....	31
Figura 34: Fazenda vertical “Respiro Urbano”.....	33
Figura 35: Diagrama da distribuição de usos e corte esquemático.....	34
Figura 36: Esquema de solução volumétrica de acordo com os condicionantes climáticos.....	35
Figura 37: Esquema de solução estrutural e volumetria final.....	35
Figura 38: Perspectiva da “Fazenda”.....	36
Figura 39: Imagem interna. Cultivo Hidropônico.....	37
Figura 40: Diagrama da distribuição dos usos pos pavimento.....	37
Figura 41   acima: Perspectiva externa.....	37
Figura 42: Plantas baixas da “Fazenda”.....	38
Figura 43: Perspectiva da “Fazenda Vertical”.....	39
Figura 44: Diagrama da distribuição dos usos por pavimento e ilustração das esferas Rawlemon Beta-Ray para captação de energia.....	40
Figura 45: Plantas baixas da “Fazenda Vertical”.....	41
Figura 46: Mapa de localização do terreno em vermelho tracejado.....	43
Figura 47: Mapa de localização do terreno em vermelho.....	43
Figura 48: Vista frontal do terreno na Av .Paulista.....	43
Figura 49: Diagrama de zoneamento para toda edificação.....	46
Figura 50: Diagrama de zoneamento por pavimento de cultivo.....	46
Figura 51: Diagrama de zoneamento por pavimento de cultivo.....	47
Figura 52: Diagrama de zoneamento por pavimento de cultivo.....	47
Figura 53: Diagrama de zoneamento para toda edificação.....	47
Figura 54: Diagrama de zoneamento por pavimento de cultivo.....	47
Figura 55: Diagrama de captação e distribuição de água no edifício.....	48
Figura 56: Diagrama de distribuição de energia solar para o edifício.....	48
Figura 57: Mapas da cidade do Recife e RPAs.....	49
Figura 58: Mapa dos eixos Norte-Sul e Leste-Oeste.....	50
Figura 59: Mapa do terreno.....	51
Figura 60: Dimensões do terreno de análise.....	52
Figura 61: Mapa de legislação.....	53
Figuras 62 e 63: Foto do terreno na Rua Sete de Setembro.....	54
Figura 64: Foto do terreno na Rua da Saudade. ....	54
Figura 65: Mapa de mercados e feiras informais. Fonte: Google Earth .....	55
Figura 66: Mercado de São José.....	55
Figura 67: Mercado da Boa Vista.....	55
Figura 68: Feira informal, R. Sete de Setembro.....	55
Figura 69: Mapa de usos.....	56
Figura 70: Mapa de gabarito.....	57
Figura 71: Mapa de noli.....	58



Figura 72: Diagrama dos condicionantes climáticos do terreno.....	59
Figura 73   à esquerda: Mapa de sombras correspondente às 08:00 no verão. ....	60
Figura 74   à direita: Mapa de sombras correspondente às 08:00 no inverno.....	60
Figura 75   à esquerda: Mapa de sombras correspondente às 12:00 no verão.....	60
Figura 76   à direita: Mapa de sombras correspondente às 12:00 no inverno.....	60
Figura 77   à esquerda: Mapa de sombras correspondente às 16:00 no verão.....	61
Figura 78   à direita: Mapa de sombras correspondente às 16:00 no inverno.....	61
Figura 79   à esquerda: Volume resultado da legislação.....	63
Figura 80   à direita: Volume resultado da proposta.....	63
Figura 81   à esquerda: Volume resultado da legislação.....	68
Figura 82   à direita: Volume evolução da proposta.....	68
Figura 83: Alinhamento da proposta com o paramento do lote.....	68
Figura 84: Diagrama de incidência solar.....	69
Figura 85: Zoneamento dos pavimentos.....	70
Figura 86: Skyline da Rua Sete de Setembro.....	71
Figura 87: Skyline da Rua da Saudade.....	71
Figura 88: Diagrama da evolução do partido arquitetônico.....	72
Figura 89: Diagrama da evolução do partido arquitetônico.....	73
Figura 90: Modulação de pilares da proposta. ....	77
Figura 91: Detalhe do pilar circular.....	77
Figura 92: Materiais utilizados na proposta.....	78
Figura 93: Diagramas de tratamento de água pluvial e esgoto.....	79
Figura 94: Diagramas de tratamento de água pluvial e esgoto.....	80

# LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Comparativo das fazendas verticais analisadas no presente trabalho .....	44
Quadro 02: Parâmetros urbanísticos do terreno.....	62
Quadro 03: Parâmetros urbanísticos comparados à análise especial.....	64
Quadro 04: Programa adotado e suas respectivas áreas e quantidades.....	67

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional das Águas  
AWA - *Arch-World Academy Awards*  
EUA - Estados Unidos da América  
FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
LUOS - Lei de Uso e Ocupação do Solo  
MG - Minas Gerais  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
NFT - Nutrient Film Technique  
ONU - Organização das Nações Unidas  
PE - Pernambuco  
RPA - Região Político Administrativa  
RS - Rio Grande do Sul  
SP - São Paulo  
SSA - Setores de Sustentabilidade Ambiental  
T?F - *The Why Fracture*  
UEA - Unidades de Equilíbrio Ambiental  
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais  
UNICAP - Universidade Católica de Pernambuco  
UNINOVE - Universidade Nove de Julho  
UNIRITTER - Centro Universitário Ritter dos Reis  
ZAC - Zona de Ambiente Construído

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DESPOMMIER, Dickson, THE VERTICAL FARM. New York, 2010. 311 páginas. Picador.

DESPOMMIER, Dickson, THE Vertical Farm: New York, 2010, TedXWindyCity. Vídeo do YouTube, P&B. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XldPOOu2KRA&noredirect=1>.

FARR,Douglas. URBANISMO SUSTENTÁVEL: desenho urbano com natureza. Porto Alegre, 2013. 316 páginas. Bookman.

RICHARD, Rogers, Cidades para um pequeno planeta. Londres, 2001. 180 páginas, Faber and Faber Limited.

MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth, URBANISMO ECOLÓGICO. Cambridge, 2010. 639 páginas, Harvard University Graduate School of Design/Lars Müller Publishers.

\_\_\_\_\_, Brooklyn Grange: New York, acessado em 2016. Site. Disponível em: <http://www.brooklyngrangefarm.com/>

\_\_\_\_\_, How to Feed The World in 2050: FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, 2009. Site. Disponível em: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf)

\_\_\_\_\_, ÁGUA: um recurso cada vez mais ameaçado: MMA - Ministério do Meio Ambiente, Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/3%20-%20mcs\\_agua.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf)

\_\_\_\_\_, Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade. FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, Brasília, 2013. Disponível em: <https://www.fao.org.br/dacatb.asp>

IDOETA, Paula Adamo. A agricultura é vilã ou vítima na crise hídrica? São Paulo, 2015, BBC Brasil. Disponível em: [http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/03/150302\\_agua\\_agricultura\\_pai](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/03/150302_agua_agricultura_pai)

MELONIO, Nanda. Hidroponia: conheça os prós e contra nesse tipo de cultivo. Associação O Eco, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.oeco.org.br/noticias/25959-hidroponia-conheca-os-pros-e-contra-nesse-tipo-de-cultivo/>

WILSON, Alex. Growing Food Locally: Integrating Agriculture Into the Built Environment. BuildingGreen, 2009. Disponível em: <https://www2.buildinggreen.com/article/growing-food-locally-integrating-agriculture-built-environment>

\_\_\_\_\_, First North American Urban Vertical Farm Opens in Vancouver! Agritecture, 2013. Disponível em: <http://agritecture.com/post/36282035213/first-vertical-farm-in-vancouver>

\_\_\_\_\_, Concurso de Fazenda Vertical para Av. Paulista. 2014. Disponível em: [http://projetar.org/concurso\\_ver/22/#](http://projetar.org/concurso_ver/22/#)

\_\_\_\_\_, Lei de Uso e Ocupação do Solo da cidade do Recife. 2016. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/pr/leis/luos/>

PHILLIPS, David / YAMASHITA, Megumi. Detalhes Construtivos da Arquitetura Contemporânea em Concreto. Porto Alegre, 2012. 224 páginas. Bookman.