

AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL DAS FAZENDAS VERTICAIS CANADENSES COMO MODELOS SUSTENTAVEIS DE AGRICULTURA URBANA

Leandro Pessoa de Lucena

Doutor em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT
lepecena@hotmail.com (Brasil)

Francisco José Kliemann Neto

Doutor em Engenharia de Produção pelo Institut National Polytechnique de Lorraine - INPL
Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
kliemann@producao.ufrgs.br (Brasil)

Fernanda Mariano Massuia

Especialista em Administração de Recursos Humanos pela Fundação Armando Álvares Penteado – FAAP
fernandamassuia@hotmail.com (Brasil)

Leonardo Donizete Fanti

Graduando do curso de Administração da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT
leo_fanti@hotmail.com (Brasil)

RESUMO

Há expectativas entre os especialistas demógrafos que a população humana global atinja o número de 9,4 bilhões nos próximos 50 anos. Esse fenômeno implicará numa série de consequências, principalmente ao que representa à necessidade de terras adicionais, a fim de, se produzirem alimentos a toda essa população. Estima-se que esse montante em bocas consumidoras venha a demandar a ordem de 10^9 hectares em terras férteis, ou seja, uma área aproximada ao tamanho do Brasil. Por outro lado, não há geograficamente essa quantidade adicional de terra ao globo terrestre com a qualidade necessária que possa representar a expansão das atividades agrícolas dado aos atuais moldes de produção e consumo. Portanto, algumas das alternativas ao alcance da manutenção da segurança alimentar, bem como, ao equilíbrio dos preços dos alimentos, já estão muito além do processo de intensificação da produção. E uma das alternativas possíveis são as fazendas verticais, um modelo de produção de alimentos sustentável envolvendo a junção do rural com o urbano. Logo o objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do modelo de fazenda vertical canadense de maneira a averiguar seus ganhos econômicos e sua amplitude sustentável. O método utilizado foi o “*Non-Traditional Investment Criteria*”, através da condição observatório participante. Os resultados apresentaram como um modelo viavelmente econômico e sustentável, bem como, inovador no achatamento das cadeias produtivas.

Palavras-chave: Segurança Alimentar; Uso da Terra; Nanotecnologia Alimentar.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, segundo dados da Organização das Nações Unidas – ONU mais de 800 milhões de hectares são destinados à agricultura, ou aproximadamente, 38% da superfície continental do planeta. É inegável a modificação da paisagem, dado o avanço da agricultura vinculado ao crescimento da população, pois muitos dos campos hoje cultiváveis e demais pastos destinados a rebanhos tiveram a sua origem a eliminação das ecozonas, o que culminou a reduzidas unidades fragmentadas e semi-funcionais da vegetação e fauna do globo terrestre.

A própria ONU (2013) estima que nos próximos 50 anos a população global continue crescendo e venha a alcançar entre 8,8 a 9,4 bilhões de habitantes, exigindo 10^9 hectares adicionais de terra (área aproximada a do Brasil) para alimentá-las. Entretanto, esse adicional de área agricultável não encontra - se disponível com a qualidade agrônômica necessária, a fim de, expandir a oferta de alimentos. Por outro lado, em termos econômicos há pelo menos mais dois outros fatores de produção (capital e terra) que vão se tornando escassos ou tecnicamente inviáveis ao longo do avanço consumista da humanidade, principalmente ao que se refere às taxas marginais decrescentes de retorno da agricultura.

Dessa maneira, as estratégias alternativas a se obter uma fonte de alimento abundante e variada, sem invadir os poucos ecossistemas funcionais restantes, além de se garantir uma segurança alimentar a população global com a manutenção dos preços finais dos alimentos, tem sido afrontado a ciência e aos gestores públicos como um verdadeiro desafio para as próximas décadas.

Porém, uma das ferramentas alternativas a esse controle sobre a oferta e demanda de alimentos, bem como, ao controle da segurança alimentar, é apresentado à sociedade por alguns cientistas alternativos, como o professor “Dickson Despommier” microbiologista da Universidade de Columbia na cidade de Nova Iorque e “Hubert de Bom” agrônomo e cientista em vegetais pertencente ao centro de estudos francês CIRAD - *Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement*. Ambos disseminam o conhecimento da “Agricultura Urbana Verticalizada ou mais popularmente Fazendas Verticais”.

Em síntese as fazendas verticais são estruturas produtivas verticais localizadas nos grandes centros urbanos com alto grau de desenvolvimento tecnológico, tanto na parte de gestão administrativa como também ao que caracteriza a evolução genética dos alimentos, encurtamento do ciclo produtivo das culturas agrícolas, redução da emissão de CO₂ através do achatamento das cadeias produtivas, entre outros benefícios ao bem estar das gerações futuras.

Entende – se que as fazendas verticais se exercida futuramente em grande escala nos centros urbanos poderá potencialmente fornecer alimento suficiente, de maneira sustentável, a boa parte da população metropolitana, além de, permitir que grandes áreas urbanas abandonadas e não utilizáveis possam até mesmo se modificarem através das paisagens arquitetônicas, restaurando assim as funções e serviços do ecossistema e do bem estar social.

Por fim, essa nova forma de atividade agroindustrial torna - se uma ferramenta alternativa a manutenção da segurança alimentar e controle dos preços. Pois, tem sido através das fazendas verticais que os gestores públicos e privados de Vancouver – Canadá, tem conseguido otimizar seus recursos naturais e tecnológicos aumentando assim a oferta de alimentos, estabelecendo um contínuo abastecimento da produção anual de frutas, legumes e verduras, bem como, perdas zero em suas colheitas, uma vez que, uma produção rigidamente blindada e controlada, tornou – se isenta as potenciais prejuízos devido as bruscas mudanças climáticas e/ou demais intemperes da natureza.

2. OBJETIVO

Avaliar o inovador modelo de agricultura urbana das fazendas verticais canadenses sob a ótica multicriterial de sua viabilidade econômica, social e ambiental.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após o avanço das investigações bibliográficas esse trabalho discorreu empiricamente com uma visita *in locu* a Cidade de Vancouver – Canadá na segunda quinzena de janeiro do ano de 2013, mais exatamente na Rua British Columbia, 120 no prédio da companhia Alterrus. Naquele local averiguou - se a estrutura da fazenda vertical, suas tecnologias, seus custos econômicos, seus preços finais de venda, e por fim, os ganhos sociais e ambientais do modelo.

Para averiguação da viabilidade econômica, social e ambiental do inovador modelo de agricultura urbana canadense, utilizou – se, o método de análise multicriterial NCIC ou em inglês *Non-Traditional Investment Criteria*. Esse modelo tem como principal característica mensurar não somente os valores quantitativos do projeto, mas também os valores qualitativos ou mensuráveis (quadro 1).

Segundo, Wicks e Boucher (1993) como Kimura e Suen (2003) Enquanto o Valor Presente Líquido - VPL possibilita a avaliação quantitativa da viabilidade de investimentos do ponto de vista financeiro, o *Non-Traditional Investment Criteria* - NCIC permite o estudo qualitativo do desempenho empresarial sob diversas perspectivas, incluindo perspectivas não financeiras.

Pois o método de análise NCIC tem a auxiliar projetos de caracterização quantitativa reprovável, acabarem sendo reavaliados e aceitos devido à soma dos ganhos ao que condizem os valores agregados implícitos. Ou seja, o lado econômico passa a ser avaliado não mais pelo seu prisma estritamente financeiro, mas também pela sua importância ao bem estar das gerações futuras sob a amplitude social e ambiental.

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA AGREGADA (A+B)	
Variáveis Tangíveis ou Quantificáveis (A)	Variáveis Intangíveis ou Mensuráveis (B)
<p>Projeção dos Custos de Implantação – “Investimento”: Aquisição do terreno, aluguéis de máquinas e equipamentos, gastos com fundação, cobertura, elétrico, hidráulico, pisos, portas, banheiro, pintura, decoração, entre outros;</p> <p>Projeção dos Custos Fixos: Limpeza e conservação, Aluguéis de equipamentos e instalações, Salários da Administração, Segurança e vigilância, Seguros a sinistros, entre outros;</p> <p>Projeção dos Custos Variáveis: Matérias-Primas, Comissões de vendas, Insumos produtivos, Água, Energia, Adubos, Fertilizantes, entre outros;</p> <p>Projeção da Receita: Vendas diretas a consumidores ou indiretas como supermercados, hotéis, restaurantes, mercados institucionais como: creches, escolas, asilos, hospitais, entre outros.</p>	<p>Mensuração do Valor Turístico: Pacotes turísticos nacionais e internacionais, Hospedagem em hotéis, turismo por degustação, turismo científico, comercial, entre outros;</p> <p>Mensuração do Valor Social: Valorização imobiliária, tranquilidade em segurança, qualidade no consumo de produtos certificados e livres de agrotóxicos, entre outros;</p> <p>Mensuração do Valor Ambiental: Otimização dos recursos hídricos, aproveitamento do lixo orgânico dos restaurantes, bares, hotéis e outros estabelecimentos para geração de energia, entre outros;</p> <p>Mensuração do Valor da Imagem de uma Fazenda Vertical: O valor de uma marca do agronegócio sustentável;</p> <p>Mensuração do Valor da Conscientização Coletiva: O ganho socioeconômico e ambiental dado o aprendizado coletivo e a preocupação do bem estar às gerações futuras.</p>
Método de Análise (A)	Método de Análise (B)
<p>Calculo da Taxa de Juros em Longo Prazo – TJLP: Projeção de uma meta de inflação calculada pró rata para os doze meses seguintes ao primeiro mês de vigência da taxa, inclusive, baseada nas metas anuais fixadas pelo Conselho Monetário Nacional; e um prêmio de risco.</p> <p>Calculo da Tributação Incidida: Projeção de impostos a se descontar.</p> <p>Calculo da Depreciação: Projeção dos custos ou as despesas decorrentes do desgaste ou da obsolescência dos ativos imobilizados (máquinas, veículos, móveis, imóveis e instalações da agroindústria).</p>	<p>Análise multicriterial <i>Non-Tradicional Investment Criteria</i> (NCIC): Baseado em valores totais implícitos. Entende ser um método que busca encontrar o valor agregado dos critérios qualitativos em cada alternativa de investimento (Wicks e Boucher, 1993).</p>

<p>Calculo do Valor Presente Líquido: Projeção do valor presente dos pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros apropriada, menos o custo do investimento inicial.</p> <p>Calculo da Taxa Interna de Retorno: Projeção dos respectivos retornos futuros ou saldos de caixa, dado o montante do investimento.</p> <p>Calculo do Payback Descontado: Projeção de quantos anos se pagara o investimento inicial dado o valor do dinheiro no tempo.</p>	
AVE* = (A)+(B) → [VPL_{Agregado}]	

Quadro 1 – Interpretação do calculo para Análise de Viabilidade Econômica Multicriterial.

Fonte: Adaptado de (WICKS E BOUCHER, 1993 & KIMURA E SUEN, 2003).

*AVE – Análise de Viabilidade Econômica é à soma do método das variáveis quantitativas (A), mais a soma do método das variáveis qualitativas (B), o que resulta na equação denominada Valor Presente Líquido Agregado [VPL_{Agregado}].

Neste contexto, enquanto os modelos tradicionais de VPL partem da análise de características eminentemente financeiras dos investimentos, a metodologia do NCIC permite que características qualitativas possam ter seu impacto mensurado em termos de valores presentes e adicionado ao valor presente líquido dos fluxos de caixa incrementais estimados com a inclusão de novos projetos, (quadro 2).

Critério Matemático (A)	Critério Matemático (B)
$VPL = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+k)^i}$ <p>Onde; C_i = Fluxo de caixa futuro na data i K = Custo médio ponderado de capital i = período correspondente ao fluxo de caixa</p>	$VPT = \frac{VPL}{\omega_{VPL}}$ <p>Onde; VPT = valor presente total da alternativa; VPL = valor presente líquido da alternativa; ω_{VPL} = peso do critério financeiro.</p>
Resultados (A)	Resultados (B)
<p>H₀ → VPL (negativo), realizar o investimento hoje é equivalente no presente momento a pagar algo superior o capital que se encontra aplicado, logo o investimento deveria ser rejeitado.</p> <p>H₁ → VPL (positivo): o investimento vale à pena, pois executá-lo é equivalente a receber um pagamento igual ou maior ao VPL.</p>	$VA_i = \omega_{VPL}^* \times VPT$ <p>Método NCIC de comparações paritárias utilizando a escala de Saaty, onde o <i>score</i> 1 - (“x” é igual em importância a “y”); <i>score</i> 3 - (Pouco mais importante “x” em relação à “y”); <i>score</i> 5 (Muito mais importante “x” em relação a “y”); <i>score</i> 7 (Fortemente importante “x” em relação a “y”); <i>score</i> 9 (Absolutamente mais importante “x” em relação a “y”).</p>
Resultados (A+B)	
<p>AVE = (A+B) → [VPL_{Agregado}] > VPL₁ ; “Modelo com viabilidade Econômico Social e Ambiental” AVE = (A+B) → [VPL_{Agregado}] = VPL₁ ; “Modelo isento de viabilidade Econômico Social e Ambiental” AVE = (A+B) → [VPL_{Agregado}] < VPL₁ ; “Modelo sem Viabilidade Econômico Social e Ambiental”</p>	

Quadro 2 – Método do cálculo para análise de Viabilidade Econômica Multicriterial.
Fonte: Adaptado de (WICKS E BOUCHER, 1993 & KIMURA E SUEN, 2003).

Em síntese, considerando a multiplicidade de fatores relevantes ao modelo de fazenda vertical canadense, os resultados esperados norteariam três possibilidades: $VPL_{Agregado} > VPL_1$ modelo de fazenda vertical com viabilidade econômica, social e ambiental; e $VPL_{Agregado} = VPL_1$ ou $VPL_{Agregado} < VPL_1$ são modelos de fazendas verticais rejeitáveis do ponto de vista agregado.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Entre o final do século 19 e início do século 20 a agricultura europeia sentiu os efeitos da revolução industrial que até então só tinha envolvido as indústrias de produção. Sob esse cenário social e econômico os primeiros edifícios agroindustriais surgiram no velho continente como sendo as pioneiras dimensões arquitetônicas no meio urbano. Para Dal Sasso e Caliandro (2010, p.7) esse fenômeno só ocorreu devido o deslocamento das famílias do meio rural a busca do sonho e prosperidade a que as grandes cidades estavam oferecendo naquela época, como maior remuneração da força de trabalho, melhor acesso à saúde, educação, segurança alimentar, entre outros aspectos.

Tanto, Smit e Ratta *et al.*, (1997, p.11) quanto, Dal Sasso e Caliandro, (2010, p.8-9) a maioria dessas famílias europeias que se deslocaram para o meio urbano no período da revolução industrial eram colonos e, possuíam fortes ligações com a terra e com o valor sentimental ao campo. Sendo assim, inúmeros edifícios do meio urbano serviram naquela época muito mais do que uma simples moradia ou local de resguardo noturno. Ou seja, os arranha-céus foram também uma extensão das atividades de agricultura familiar. Pois, eram comuns os edifícios possuírem pequenas hortas coletivas ou individuais em seus terraços ou até mesmo criações de pequenos animais para consumo próprio como cordeiros, coelhos e aves.

Infelizmente, dado um contexto geopolítico de disputa entre nações durante a primeira parte do século 20, com as duas Guerras Mundiais, o crescimento do modelo agroindustrial no perímetro urbano quase que se extinguiu, uma vez que, boa parte dos prédios urbanos permaneceram em ruínas por longas datas, e somente após a década de 70 as grandes cidades europeias ressurgem, porém alicerçada sob outras bases de ocupação. Ou seja, “gerações de habitantes essencialmente urbanos, com pouco ou nenhum apego, valorização a terra ou ao campo” (DAL SASSO E CALIANDRO, 2010, p.13).

O fato é que a evolução e o crescimento do meio urbano e de seus arranha-céus foram condicionados a milhares de anos ao evento da multiplicação da própria espécie humana, bem como, a necessidade desses em se aglomerar num dado zoneamento a busca de segurança, habitat, alimentação e outros condicionantes. Todo esse processo da população urbana em relação à rural é vista por Smith e Haid (2004, p.7) muito além do simples contexto histórico da humanidade e sua permanente multiplicação, mas também a busca latente desses seres humanos à substituição das atividades primárias (agropecuárias) por atividades secundárias (industriais) e terciárias (serviços).

Ainda no século XVIII a preocupação de um modelo de planejamento urbano já passava por sérias inquietações devido ao fato do progressivo crescimento da população. Weil e Wilde (2009, p.10) relatam em sua obra um tratado malthusiano de cinquenta mil palavras que surgiu em cena por volta do ano de 1798 e intitulava – se *An Essay on the Principle of Population as It Affects the future Improvement of Societ* (Ensaio sobre o Princípio da População e como ela Afeta o futuro Desenvolvimento da Sociedade).

O que o ensaio dizia a respeito da população era que havia uma tendência na natureza da população de ultrapassar todos os meios de subsistência. Ao ascender para um nível cada vez mais elevado, a sociedade era apanhada em uma armadilha sem escapatória, por causa da qual a urgência reprodutiva humana iria inevitavelmente empurrar a humanidade para a perigosa beirada do precipício da existência. Em vez de ser dirigido para a Utopia, o rebanho humano seria condenado para sempre a ser agitado pelas constantes batalhas travadas entre bocas famintas que multiplicavam e o eternamente insuficiente estoque de mantimentos da Natureza, por mais que o armário dela estivesse abastecido.

Tal tratado nada mais é do que uma ênfase aos pressupostos a Teoria Malthusiana¹ que havia observado que a população especialmente da América havia, de fato, dobrado a cada vinte e cinco anos, nos cento e cinquenta anos anteriores, e que em algumas áreas não urbanizadas, nas quais a vida era mais livre e mais saudável, havia dobrado a cada quinze anos. E a esse fenômeno era consequência inevitável ao inchaço mais tarde ou mais cedo dos centros urbanos e a difusão das distorções sociais.

Observando o crescimento populacional ao longo dos anos (tabela 1) e a vinculação malthusiana que a terra pode ser cultivada laboriosamente, mas seu progresso é limitado, lento e hesitante; ao contrário da população, a terra não procria. Ou seja, o número de bocas aumenta geometricamente, e a quantidade de terras cultiváveis aumenta apenas aritmeticamente.

¹ Teoria Malthusiana oriunda do Economista Thomas Robert Malthus (1766-1834), tornou-se amplamente conhecido e difundido por suas teorias relativas à população dado seu crescimento ou diminuição e as consequências que a economia poderia sofrer com a escassez dos bens perecíveis produzidos (WEIL E WILDE, 2009, p.12).

Período	População	Tempo (em anos) multiplicação da população	Período	População	Tempo (em anos) multiplicação da população
1802	1 bilhão	126	1999	6 bilhões	11
1928	2 bilhões		2010	7 bilhões	
1928	2 bilhões	33	2010	7 bilhões	16
1961	3 bilhões		2026	8 bilhões*	
1961	3 bilhões	13	2026	8 bilhões*	24
1974	4 bilhões		2050	9 bilhões*	
1974	4 bilhões	13	2050	9 bilhões*	25
1987	5 bilhões		2075	10 bilhões*	
1987	5 bilhões	12	2075	10 bilhões*	25
1999	6 bilhões		2100	Não calculável	

Tabela 1 – Evolução da população a cada acréscimo de um bilhão de pessoas e o tempo necessário à ocorrência de tal fenômeno.

Fonte: Adaptado através do banco de dados - *Population Reference Bureau*.

*Projeção estimada

Mesmo que a fome mundial não mais pareça iminente, muitos cientistas como Demont, Jouve *et al.* (2007, p.6) avisam que as pressões populacionais ainda são imensas. Estimativas realizadas pelas Nações Unidas, baseadas em taxas de nascimentos e óbitos, projetam para daqui a cinquenta anos uma Índia tão populosa quanto à China de hoje, uma Bangladesh três vezes mais populosa do que atualmente e, uma Quênia cinco vezes! - Esses números podem talvez não implicar fome, mas sugerem tremendos problemas sociais, como a multiplicação de camponeses forçados a saírem do campo e irem para as cidades.

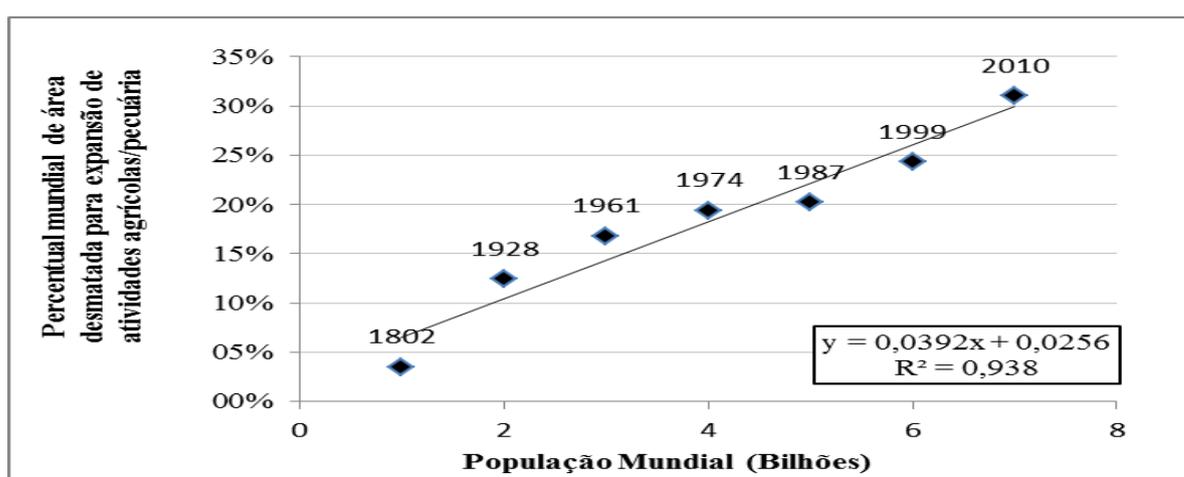


Figura 1 - Correlação linear da expansão da população mundial e o percentual de área desmatada para expansão de atividades agrícola/pecuária.

Fonte: Adaptado de *Population Reference Bureau* e *Food Agriculture Organization - FAO*

Malthus não foi o único pensador clássico a ter esboçado uma preocupação eminente quanto às consequências negativas à expansão desenfreada da população. Pois, O'Brien (1981, p.4) quanto

Cremaschi e Dascal, (1998, p.11) relatam também o economista David Ricardo² a qual já preconizava em sua época que a expansão populacional, “torna – se necessário empurrar a margem de cultivo mais para fora”. Mais bocas exigem mais grãos e mais grãos exigem mais campos (Figura 1). E naturalmente os novos campos cultivados poderão não ser tão produtivos quanto os que já estão em uso e, esse fator implicaria em maiores custos de produção e por consequência maior pressão a uma elevação dos preços dos alimentos.

A exposição da base de dados da *Food and Agriculture Organization* – FAO na (figura 2) expõe essa tendência de elevação dos preços alimentícios principalmente nos últimos dez anos. Especialista tem atribuído esse aumento devido ao transporte desses alimentos, que cada vez encontram – se mais distantes dos centros urbanos, bem como, os gastos dos produtores em insumos de produção para corrigir solos cada vez mais fracos.

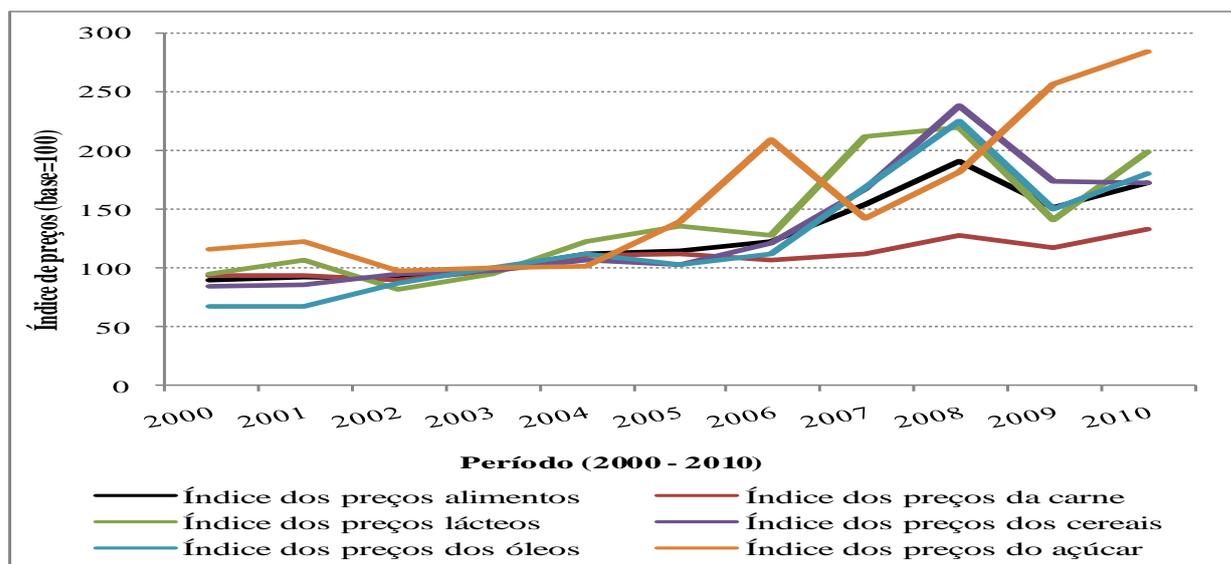


Figura 2 – Evolução dos preços alimentícios (2000-2010)

Fonte: Adaptado de *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – FAO.

Alguns outros institutos como a *Global Footprint Network*, também veiculam sua preocupação quanto à expansão da humanidade, através do cálculo da pegada ecológica. Para esse instituto a humanidade já atingiu a marca de 2,7 hectares globais (gha) por pessoa, um aumento próximo a 10% em relação a 2007, para uma população mundial de 7,2 bilhões de habitantes segundo a (ONU, 2013).

Isso significa que para sustentar essa população seriam necessários 18,1 bilhões de (gha). Ou seja, o planeta já estaria esgotado, uma vez que, ao atual nível médio de consumo da humanidade, com

² David Ricardo (1772 – 1823) foi um economista de origem inglesa. Ficou conhecido cientificamente pelos seus estudos envolvendo as vantagens comparativas que alguns países obtêm sobre outros, devido a melhor otimização dos seus fatores de produção (CREMASCHI E DASCAL, 1998, p.11).

pegada ecológica de 2,7 gha, a população mundial sustentável poderia ser no máximo de 5 bilhões de habitantes (veja a figura 3).

Uma contrapartida positiva ao tema da “Insegurança Alimentar nos grandes centros urbanos”, ao menos sua gradativa redução ao longo das próximas décadas é vista tanto por Abernethy (2005, p.8) quanto Demont, Jouve *et al.*, (2007, p.13) a luz de Boserup³, isto é, em contraste ao pessimismo malthusiano da falta de alimentos em relação à expansão da população, a teoria boserupiana acredita que os agricultores seguem uma estratégia de produção no tempo e no espaço. Para Boserup a teoria de Malthus ignora o efeito de inovações, tais como (i) o uso de insumos que aumentam a produtividade e (ii) a mecanização, que permite aos agricultores a escaparem do círculo vicioso da produção em declínio e os crescentes custos laborais.

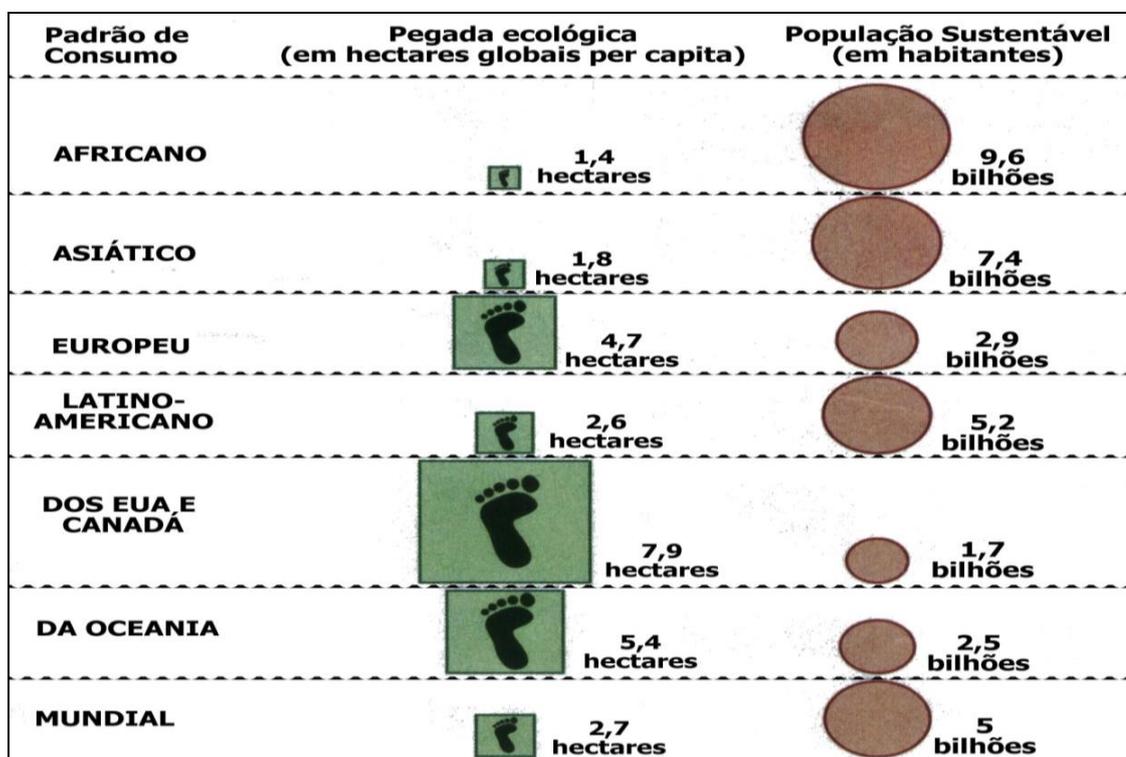


Figura 3 – Cálculo da pegada ecológica.

Fonte: Adaptado de *Global Footprint Network*, 2010.

Outros autores como Gaffard (2008, p.9) e Braunerhjelm e Svensson (2010, p.10) já abordam uma linha de planejamento de segurança alimentar com ênfase a teoria schumpeteriana em que a população e a produção naturalmente crescem, mas o sistema econômico opera sempre no sentido de

³ Ester Boserup (1919-1999) fora uma economista dinamarquesa e escritora, Estudou o desenvolvimento econômico e agrícola. Ao fazê-lo, ela transformou a suposição Malthusiana dos procedimentos agrícolas de tempo enrijecido, em métodos agrícolas auto adaptáveis, conforme as necessidades humanas e sua evolução. Um ponto importante de seu livro é que "a necessidade é a mãe da invenção". Foi a sua grande crença de que "O poder da criatividade sempre tende a superar o da demanda"(TURNER II E SHAJAAT ALI, 1996, p.15).

buscar uma nova situação de equilíbrio, que é diferente da anterior, mas apenas se adapta, de um ponto de vista estritamente quantitativo, às novas exigências. O único fenômeno que pode romper esse padrão de reprodução é a ação do empresário empreendedor, por meio de uma inovação.

E é sob essa premissa de empresário empreendedor que segundo (Kuang 2008, p.12) advém à nova agricultura urbana do século XXI onde as inovações podem ser agrupadas em cinco classes: I-Fabricação de um novo bem; II-Criação de um novo método de produção; III-Acesso a um novo mercado; IV-Acesso a uma nova fonte de matérias-primas; e V-Nova forma de organização econômica, como um monopólio.

Sendo assim, a nova agricultura urbana surge com a ideia de equilíbrio e melhor otimização dos espaços físicos subutilizados das grandes cidades. Essa nova agricultura urbana se respalda em modelos de fazendas verticais, dada uma nova concepção de mundo sustentável e de necessidades individuais. Porém esse novo modelo surgiu conforme relata Schlusser (2010, p.7) em resposta ao modelo inadequado de jardins no terraço de alguns prédios no sul da Itália no início da década de 90, onde os fatores motivacionais para a produção se baseavam apenas a proteção das intempéries climáticas que oscilavam as ofertas de “Frutas, Legumes e Verduras – FLV’s” provocando assim a alta dos preços dos alimentos.

O fato é que a quantidade de espaço fornecido pelo terraço de um prédio é minimizado quando se leva em conta o espaço de todo o edifício, mesmo que apenas dois a seis andares de altura. Pois, muito dos especialistas em engenharia urbana, arquitetura ou engenharia da produção como Doane (1944, p.4); Smit, Ratta *et al.* (1997, p.7); Losada, Martinez *et al.* (1998, p.6); Maxwell, Levin *et al.* (1998, p.11); Bryld (2003, p.9); Woolley (2007, p.5); Kuang (2008, p.8); Ba, To *et al.* (2009, p.13); Burros (2009, p.9); Despommier (2009, p.14); Zhang, Cai *et al.* (2009, p.13); De Bon, Parrot *et al.* (2010, p.6); Frail (2010, p.7); Mason e Knowd (2010, p.10); Peters (2010, p.4); Wagner (2010, p.44): enxergam há um bom tempo os edifícios agrícolas como sendo uma ferramenta auxiliar a minimização da insegurança alimentar, bem como, um excelente modelo de gestão pública, a fim de, otimizar o uso dos espaços urbanos na promoção do desenvolvimento local e maior estabilidade dos preços alimentícios.

Para Despommier (2009, p.7) atualmente a constata evolução dos sistemas de cultivo parece ser o próximo passo a viabilidade de uma agricultura vertical, a hidroponia⁴ e aeroponia⁵ são técnicas

⁴ A hidroponia é a ciência de cultivar plantas sem solo, onde as raízes recebem uma solução nutritiva balanceada que contém água e todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento da planta (DOMURATH E SCHROEDER, 2009, p.4).

altamente eficazes quanto à alimentação das culturas. No entanto, os edifícios projetados para as pessoas geralmente não são adequados para a produção agrícola e sob este ponto, encontra – se o principal gargalo a produção de uma agricultura verticalizada.



Figura 4 – Cúpula do Éden no Reino Unido.
Fonte: Disponível no site - <http://www.edenproject.com>

Mas por outro lado, Bryld (2003, p.11) relata que já há tecnologias disponíveis e baratas para viabilizar a produção vertical, uma delas é a tecnologia que simula a luz natural necessária ao desenvolvimento das espécies cultiváveis, a tecnologia utilizada poderia ser Iluminação LED⁶ tendo como fonte de alimentação energias eólica, solar, geotérmica, entre outras. Porém, Despommier (2009, p.12), aborda que o ideal para uma agricultura verticalizada, seria um prédio totalmente transparente construído com materiais de ETFE⁷ (Etileno Tetrafluoretileno), tendo como suporte de sustentação cobre maciço, bem como, já existe no projeto piloto da Cúpula do Éden⁸ no sul da Inglaterra (figura 4).

⁵ A aeroponia é uma técnica de cultivo que consiste essencialmente em manterem as plantas suspensas no ar, geralmente apoiadas pelo colo das raízes, e aspergindo-as com uma névoa ou com uma massa de gotículas de solução nutritiva. O sistema permite uma enorme economia de solução nutritiva, a qual chegará às raízes das plantas altamente oxigenadas. A aeroponia difere da hidroponia por não usar a água como substrato (RITTER, ANGULO ET AL., 2001, p.8).

⁶ Conhecida como *Light Emitting Diode*, ou Diodo Emissor de Luz. O LED é um diodo semicondutor (junção P-N) que quando energizado emite luz visível. Este é um material sólido composto basicamente por nitratos de gálio, índio e alumínio. Além de sua eficiência em energia e durabilidade o LED apresenta opções diversas para a Agricultura principalmente em seu processo de plugar a luz natural e suas radiações, pois essa tecnologia tem possibilitado um maior aproveitamento no ciclo de vida dos produtos agrícolas produzidos em estufas (YEH E CHUNG, 2009, p.5).

⁷ ETFE (*Ethylene Tetrafluoroethylene*) é um novo tipo de material especialmente concebido para cobrir grandes espaços conservando toda luminosidade. Pois, devido a sua grande transparência é ligeiramente mais transparente que o vidro podendo, no entanto esta luminosidade ser completamente controlada conforme desejado. Estima – se, o “ETFE DESOBSTRUÍDO” possui uma transparência de 92% - 95% proporcionando espectros eletromagnéticos, incluindo UV que é essencial para a fotossíntese das plantas (JONES, HAMILTON ET AL., 2001, p.7).

Em síntese para autores como Burros (2009, p.7-9); Dal Sasso e Caliandro (2010, p.11) a criação de um ambiente urbano agroindustrial em que as populações humanas tenham acesso à maior parte do seus alimentos não apresenta mais tantas dificuldades tecnológicas, uma vez que, o achatamento das cadeias produtivas alimentícias devem funcionar como uma linha de produção fordista.

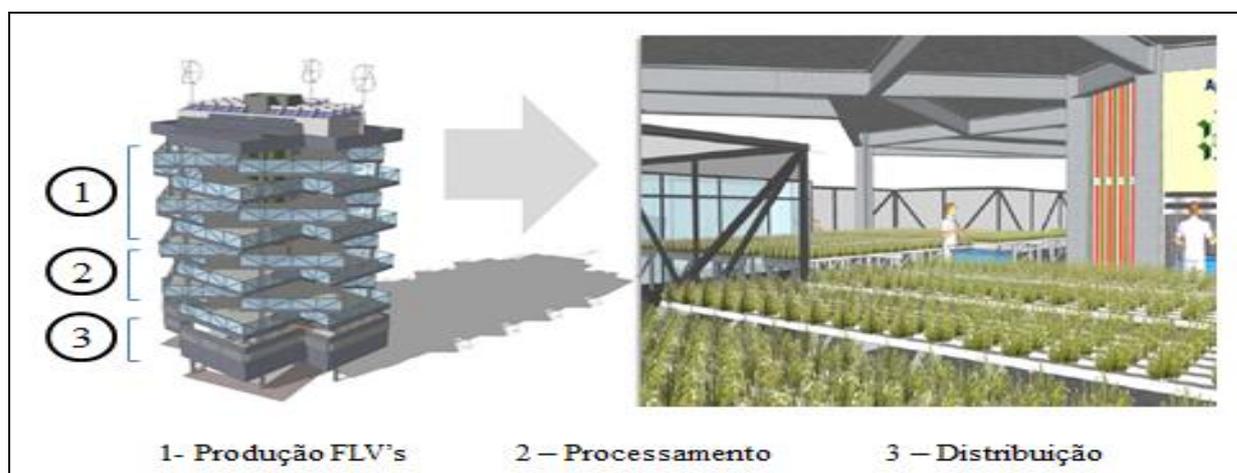


Figura 5 – Modelo virtual de uma fazenda vertical urbana

Fonte: Adaptado de Despommier (2009, p.5)

Isto é, prédios urbanos com seis ou mais andares podem servir de dormitórios de produção agrícola sem a necessidade do uso da terra e com vinculação produtiva através do uso de nanotecnologia, bem como, de sistemas de irrigação hidropônicos e aeropônicos. (Figura 5).

Por outro lado, é importante mencionar ao leitor que apesar da existência de algumas fazendas verticais no mundo como no caso do Japão na cidade de Tóquio onde o grupo PASONA possui uma fazenda vertical de 5 andares na área de Shibuya. Bem como, na Suécia em Linköping que no último trimestre de 2012 também efetivou sua fazenda verticalizada de 8 andares. E a empresa PlantLab na cidade de *Rotterdam* na Holanda a qual já experimenta as condições das culturas de iluminação artificial em uma fazenda de três andares. Os resultados dessa pesquisa bibliográfica apontam a inexistência de publicações brasileiras específicas acerca da temática. Entende – se que o tema da agricultura vertical é recente e seus desdobramentos complexos; e que sua compreensão mais

⁸ O Projeto Éden é uma atração turística na Cornualha, Reino Unido, incluindo a maior estufa do mundo. Dentro dos biomas artificiais estão plantas que são colhidas em todo o globo terrestre. O complexo é constituído por dois compartimentos adjacentes compostos por domos que abrigam diferentes espécies vegetais. Cada gabinete emula um bioma natural. As cúpulas são compostas por centenas de células hexagonais e pentagonais, infladas e o plástico é apoiado por estruturas de aço. A primeira cúpula emula um ambiente tropical e a segunda um ambiente mediterrâneo. O sentido do projeto é “Promover a compreensão e gestão responsável da relação vital entre plantas, alguns tipos de culturas e os povos ao que condizem os recursos voltados para um futuro sustentável para todos” (JONES, HAMILTON *ET AL.*, 2001; HOUSEMAN, 2002; PRANCE, 2010).

aprofundada requer conhecimentos de diversas áreas (hidrobiologia, engenharia, microbiologia industrial, genética animal, botânica, arquitetura, saúde pública, gerenciamento de lixo, física, e planejamento urbano).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da Fazenda Vertical Alterrus, que desde o período de 2010 atua na cidade de Vancouver – Canadá, foram analisados primeiramente sob a ótica quantitativa do seu fluxo de caixa (tabela 2).

Sistema de Produção	Participação /cultura	Cultura (s)	Dólar Can. (Preço Final \$)	Toneladas Vendidas/ano	Nº de Caixas /ano	Receita /ano (\$)
Módulo 1 (4º andar)	35%	Alface Hidrop. (cx. 6,5 kg)	5,60	52.5	8.077	45.230,77
	25%	Tomate Cereja (cx. 3,0 kg)	3,90	37.5	12.500	48.750,00
Módulo 2 (4º andar)	15%	Cenoura Tipo A (cx. 23kg)	24,00	22.5	978	23.478,26
	4%	Beterraba Média (cx. 1,5kg)	1,20	6.0	5.000	6.000,00
Módulo 3 (3º andar)	10%	Morango (cx. 1,5kg)	4,50	15.0	10.000	45.000,00
	5%	Figo (cx. 2kg)	8,00	7.5	938	7.500,00
Módulo 4 (3º andar)	5%	Maça Red (cx. 18kg)	50,00	7.5	417	20.833,33
	1%	PimentaCambuci (cx. 12kg)	8,00	1.5	125	1.000,00
100%		Total		150.0	38.034	197.792,36

Tabela 2 – Receita bruta em dólares da fazenda vertical canadense no período de 2012
Fonte: Elaborada pelos autores

Observou que a agroindústria em 2012 vendeu 150 toneladas de alimentos que foram demandados em sua maior parte por restaurantes, hipermercados, hotéis e instituições governamentais como asilos, escolas e hospitais. O sistema produtivo dividido em 4 módulos sendo 2 por andar obteve um ciclo produtivo 3 vezes mais rápido que o sistema convencional de produção. Essa eficiência técnica e ambientalmente correta proporcionou uma receita bruta anual de pouco mais de 197 mil dólares canadenses.

Quanto ao fluxo de caixa negativo para o mesmo período de 2012, isto é, os custos anuais de produção, a fazenda vertical incorreu em pouco mais de 173 mil dólares canadenses. Quase 80% desses custos derivados com despesas operacionais com folha salarial, tecnologia e insumos de

produção (tabela 3). Ressaltando ao leitor que cada piso dessa fazenda vertical possui não mais que 95 m². Ou seja, a área produtiva composta pela soma do quarto e terceiro andares, sendo o segundo andar área administrativa e o térreo área comercial de vendas e exposição direta ao consumidor.

Despesas	Participação /cultura	Cultura (s)	Dólar Can. (Custos \$)	Toneladas Vendidas/ano	Nº de Caixas /ano	Custos produção /ano (\$)
Módulo 1 (4º andar)	4,77%	Alface Hidrop. (cx. 6,5 kg)	3,36	52.500,00	8.077	8.141,54
	4,85%	Tomate Cereja (cx. 3,0 kg)	2,65	37.500,00	12.500	8.287,50
Módulo 2 (4º andar)	2,20%	Cenoura Tipo A (cx. 23kg)	13,92	22.500,00	978	3.756,52
	4,48%	Morango (cx. 1,5kg)	2,48	15.000,00	10.000	7.650,00
Módulo 3 (3º andar)	0,53%	Beterraba Média (cx. 1,5kg)	0,71	6.000,00	5.000	900,00
	0,79%	Figo (cx. 2kg)	4,80	7.500,00	938	1.350,00
Módulo 4 (3º andar)	2,32%	Maça Red (cx. 18kg)	32,00	7.500,00	417	3.958,33
	0,12%	PimentaCambuci (cx. 12kg)	4,72	1.500,00	125	200,00
Despesas operacionais	57,98%	Funcionários (Folha Salarial)	-	-	-	99.000,00
	13,76%	Tecnologia P&D	-	-	-	23.500,00
	8,20%	Insumos e outros	-	-	-	14.000,00
100%		Total		150.000,00	38.034	170.743,89

Tabela 3 – Despesa da fazenda vertical canadense no período de 2012

Fonte: Elaborado pelos autores

Somente após análise do fluxo de caixa (entradas e saídas) pôde se analisar a viabilidade econômica desse novo modelo de agroindústria. Pois, fora realizado como investimento inicial para criação da fazenda vertical o valor de 300 mil dólares canadenses ao que correspondeu a montagem do sistema de produção fechado e climatizado (tabela 4).

Ano	N ⁺	INVESTIMENTO (\$)	RECEITA BRUTA (\$)	CUSTO TOTAL PRODUÇÃO (\$)	FLUXO A. IR* (\$)	DEPRECIACÃO (\$)	FLUXO TRIB** (\$)	IR*** (\$)	FLUXO D. IR**** (\$)	IR. (%)	TMA % (TJLP+2,8%)	INFLAÇÃO (%)			
-	0	-300.000,00	0,00	0,00	-300.000,00	0,00	-300.000,00	0,00	-300.000,00						
2010	1	-	118.675,42	102.446,34	16.229,08	29.182,88	-12.953,80	-5.660,81	21.889,89						
2011	2	-	158.233,89	136.595,11	21.638,78	28.388,01	-6.749,24	-2.949,42	24.588,19						
2012	3	-	197.792,36	170.743,89	27.048,47	27.614,80	-566,33	-247,49	27.295,96						
2013	4	-	217.571,60	175.524,72	42.046,88	26.862,65	15.184,23	6.635,51	35.411,37	43,7%	3,8%	2,8%			
2014	5	-	239.328,76	180.439,41	58.889,34	26.130,98	32.758,37	14.315,41	44.573,94						
2015	6	-	263.261,64	185.491,72	77.769,92	25.419,24	52.350,68	22.877,25	54.892,67						
2016	7	-	289.587,80	190.685,49	98.902,31	24.726,89	74.175,43	32.414,66	66.487,65						
2017	8	-	318.546,58	196.024,68	122.521,90	24.053,39	98.468,51	43.030,74	79.491,16						
2018	9	-	350.401,24	201.513,37	148.887,87	23.398,24	125.489,62	54.838,97	94.048,90						
2019	10	-	385.441,36	207.155,75	178.285,62	22.760,94	155.524,68	67.964,29	110.321,33						
				VPL ₀	-7.628,28			VPL ₁	128.229,48						
				TIR ₀	14,93%			TIR ₁	9,84%						

Tabela 4 – Análise de viabilidade econômica da fazenda vertical canadense

N⁺ Quantidade de períodos analisados do retorno dos investimentos |

* Fluxo antes do Imposto de Renda (Fluxo A. IR) | ** Fluxo Tributado (Fluxo Trib \$) |

*** Imposto de Renda (I.R) | **** Fluxo depois do Imposto de Renda (Fluxo D. IR)

Fonte: Elaborado pelos autores

Esse montante de investimento após os períodos de 2010 e 2011 que inicialmente começará num ritmo produtivo com capacidade ociosa de 40% e 20% respectivamente. Alcançou no período de 2012 a marca de “zero percentual de capacidade ociosa”. Logo, o cálculo de anos a se pagarem os investimentos dado as atuais condições de vendas da empresa, baseado no *Payback*, ou seja, o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado (Fluxo D. IR) se iguala ao valor desse investimento, corresponderá no período oito. Esse fator é um bom índice econômico ao que corresponde como sinalizador de atividade comercial rentável e de ótima aceitação de mercado.

Quanto à análise do VPL, calculado com base no fluxo de caixa com valores trazidos ao valor presente líquido. Do ponto de vista econômico, mostra – se ser um investimento muito atrativo, uma vez que, seu valor monetário de pouco mais de 128 mil dólares canadenses tem uma correspondência a Taxa Interna de Retorno de 9,84%. Isto corresponde que a TIR é muito maior que a Taxa Média de Atratividade – TMA, caso fosse aplicar esse capital no mercado financeiro.

Logo;

TIR > TMA (MODELO ECONOMICAMENTE VIÁVEL)

Em relação aos atributos qualitativos como ganho social e ambiental das fazendas verticais, buscou – se através do Método NCIC mensurar os valores reais em dólares canadenses, a fim de, agregar ao VPL do fluxo real de caixa. Para tanto, foi estabelecido critérios de peso *Saaty*, conforme tabela abaixo.

Critérios (Saaty)	Atributos
1	(x) é igual em importância a (y)
3	Pouco mais importante (x) em relação (y)
5	Muito mais importante (x) em relação (y)
7	Fortemente importante(x) em relação (y)
9	Absolutamente mais importante (x) em relação (y)

Tabela 5 – Critérios de importância estabelecida após análise econômica do modelo

Com junção e apoio dos colaboradores da Fazenda Vertical Alterrus, estabeleceu uma matriz com os respectivos atributos de importância agregada à agroindústria, como: Participação de mercado, Valor de imagem da empresa, Produção sustentável e Ganho social (tabela 6). Esses atributos, conforme método matricial NCIC, foram redimensionados aos quadrantes abaixo da linha cinza de “valor absoluto 1” pelas expressões matemáticas denotadas.

VPL	1,0				
Participação de Mercado	de $1/X_{12}$	1,0			
Imagem Fazenda Vertical	$1/X_{13}$	$1/X_{23}$	1,0		
Produção Sustentável	$1/X_{14}$	$1/X_{24}$	$1/X_{34}$	1,0	
Ganho Social	$1/X_{15}$	$1/X_{25}$	$1/X_{35}$	$1/X_{45}$	1,0

IMPORTÂNCIA DE (X) EM RELAÇÃO À (Y)					
Análise Multicriterial	VPL	Participação de Mercado	Imagem Fazenda Vertical	Produção Sustentável	Ganho Social
VPL	1,0	9,0	3,0	1,0	1,0
Participação de Mercado	0,1	1,0	3,0	1,0	1,0
Imagem Fazenda Vertical	0,3	0,3	1,0	1,0	1,0
Produção Sustentável	1,0	1,0	1,0	1,0	1
Ganho Social	1	1	1	1	1,0
Total	2,4	11,3	8,0	4,0	5,0

Tabela 6 – Matriz multicriterial da fazenda vertical canadense após inserção dos atributos de Saaty
Fonte: Elaborada pelos autores

Após, a vinculação dos atributos de Saaty, realizou – se a mensuração individual e proporcional dos vetores qualitativos, através da divisão do primeiro quadrante sobre a soma total dos atributos ($X_{ij} / \sum \text{total } X_{ij}$). Sendo assim, cada vetor obteve uma nota, pois esse valor no caso do atributo VPL teve como índice 2,03.

Logo, redimensionando os valores qualitativos em quantitativos, obteve – se os seguintes resultados;

$$\text{Atributo (VPL)} \rightarrow \text{VPL}_1 / \sum (\text{I} \sim \text{V}; \text{X}_{16}) = 128.229,48 / 2,03 \rightarrow \$ 63.167,23 \quad (\text{i})$$

$$\text{Atributo (PART. DE MERCADO)} \rightarrow (\text{VPL}) \times \sum (\text{I} \sim \text{V}; \text{X}_{26}) = \$ 60.640,54 \quad (\text{ii})$$

$$\text{Atributo (IMAGEM/MARCA)} \rightarrow (\text{VPL}) \times \sum (\text{I} \sim \text{V}; \text{X}_{36}) = \$ 46.743,75 \quad (\text{iii})$$

$$\text{Atributo (PROD.SUSTENTAVEL)} \rightarrow (\text{VPL}) \times \sum (\text{I} \sim \text{V}; \text{X}_{46}) = \$ 67.588,93 \quad (\text{iv})$$

$$\text{Atributo (GANHO SOCIAL)} \rightarrow (\text{VPL}) \times \sum (\text{I} \sim \text{V}; \text{X}_{56}) = \$ 67.588,71 \quad (\text{v})$$

Em síntese, os valores calculados pelo NCIC em dólares canadenses representa uma mensuração dos implícitos valores que agregam um investimento. No caso da fazenda vertical, a mesma possui mais de \$ 305 mil dólares em valores implícitos pertinentes a ganhos de Participação de mercado, Valor de imagem da empresa, Produção sustentável e Ganho social. Pois, somente no quesito ganho de produção sustentável e social, esse valor representa quase 45% do valor presente líquido agregado (Tabela 7).

MENSURAÇÃO DOS VETORES QUALITATIVOS							Nota/ Vetor $\sum(\text{I};\text{V})$		
Análise Multicriterial (Atributos)	VPL (I)	Participação de Mercado (II)	Imagem Fazenda Vertical (III)	Produção Sustentável (IV)	Ganho Social (V)				
VPL	0,4	0,8	0,4	0,3	0,2	2,03	VPL	\$ 63.167,23	
Participação de Mercado	0,0	0,1	0,4	0,3	0,2	0,96	Participação de Mercado	\$ 60.640,54	
Imagem Fazenda Vertical	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	0,74	Imagem Fazenda Vertical	\$ 46.743,75	
Produção Sustentável	0,4	0,1	0,1	0,3	0,2	1,07	Produção Sustentável	\$ 67.588,93	
Ganho Social	0,4	0,1	0,1	0,3	0,2	1,07	Ganho Social	\$ 67.588,71	
Total	1,4	1,1	1,1	1,3	1,0	-	VPL - Agregado	\$ 305.729,16	

Tabela 7 – Valor Presente líquido agregado da fazenda vertical canadense

Fonte: Elaborada pelos autores

$$\text{AVE} = (\text{A}+\text{B}) \rightarrow [\text{VPL}_{\text{Agregado}}] > \text{VPL}_1$$



Modelo com viabilidade Econômico, Social e Ambiental.

Portanto, conclui – se que a fazenda vertical canadense como novo modelo de produção agrícola urbana é viavelmente econômico do ponto de vista do retorno dos seus investimentos, é

viavelmente social e ambiental por gerar bem estar e melhor qualidade de vida aos consumidores mesmo que de forma implícita.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de avaliação do inovador modelo de agricultura vertical canadense, bem como, suas perspectivas de retorno econômico, social e ambiental contidas no escopo de análise desse trabalho, “torna – se aceitáveis e contempladas”, uma vez que, a hipótese de sistemas de produções rurais alternativas aos moldes de uma produção verticalizada envolvendo a junção do rural com o urbano, com alto grau de tecnologia e áreas de produção agrícolas em arranha-céus passam a serem alternativas viáveis economicamente com ganhos sociais e ambientais em longo prazo.

Por outro lado, é aceitável também o axioma que os modelos alternativos de produção rural em meio aos grandes centros urbanos “não são modelos a substituírem os tradicionais modelos de produção agrícola extensivo e convencional”, mas sim, devem ser compreendidos como um modelo complementar, a fim de, subsidiar a oferta de alimentos de maneira contínua por todo o ano, sem a preocupação da perda de colheita por intemperes climáticas, ataques de pragas, entre outros condicionantes. Pois, torna – se aceitável aos resultados desse trabalho que sistemas alternativos de produção agrícola como o canadense possam servir também com uma eficiente ferramenta ao poder público e privado em relação à questão da segurança alimentar ou ao menos como instrumento de auxílio a uma oferta constante de alimentos.

E por fim, dado a análise multicriterial por meio do NCIC, verificou-se que a concepção das “fazendas verticais”, além de exibir uma considerável adaptação estética aos centros urbanos, configura-se como uma alternativa sustentável, com baixo impacto ambiental e conveniência na disponibilidade local quanto à distribuição de alimentos.

REFERENCIAS

ABERNETHY, V. D. Ester Boserup and agricultural development. *Society* [S.I.], v. 42, n. 5, p. 55-58, 2005.

BA, A. *et al.* The concept of urban agriculture renewed for cities of the south. *Open House International* [S.I.], v. 34, n. 2, p. 107-114, 2009.

BRAUNERHJELM, P.; SVENSSON, R. The inventor's role: Was Schumpeter right? *Journal of Evolutionary Economics* [S.I.], v. 20, n. 3, p. 413-444, 2010.

- BRYLD, E. Potentials, problems, and policy implications for urban agriculture in developing countries. *Agriculture and Human Values* [S.I.], v. 20, n. 1, p. 79-86, 2003.
- BURROS, M. Urban farming, a bit closer to the sun. *The New York Times* [S.I.], v. 17, 2009.
- CREMASCHI, S.; DASCAL, M. Malthus and Ricardo: Two styles for economic theory. *Science in Context* [S.I.], v. 11, n. 2, p. 229-254, 1998.
- DAL SASSO, P.; CALIANDRO, L. P. The role of historical agro-industrial buildings in the study of rural territory. *Landscape and Urban Planning* [S.I.], v. 96, n. 3, p. 146-162, 2010.
- DE BON, H. *et al.* Sustainable urban agriculture in developing countries. A review. *Agronomy for Sustainable Development* [S.I.], v. 30, n. 1, p. 21-32, Jan-Mar 2010.
- DEMONT, JOUVE. *et al.* Boserup versus Malthus revisited: Evolution of farming systems in northern Côte d'Ivoire. *Agricultural Systems* [S.I.], v. 93, n. 1-3, p. 215-228, 2007.
- DESPOMMIER, D. The rise of vertical farms. *Scientific American* [S.I.], v. 301, n. 5, p. 80-97, 2009.
- DOANE, D. H. Vertical Farm Diversification. *Journal of Farm Economics* [S.I.], v. 26, n. 2, p.373-378, 1944.
- DOMURATH, N.; SCHROEDER, F. G. Vertical hydroponics for urban areas. *International Society for Horticultural Science* [S.I.], v. 8432009. p. 249-254.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Disponível em: < <http://www.faostat.fao.org> > Acesso em: 10 de janeiro de 2013.
- FRAIL, T. A. Farms will go to town. *Smithsonian*, v. 41, n. 4, p. 56-56, 2010. ISSN 00377333. Disponível em: < <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=51883175&site=ehost-live> >.
- GAFFARD, J. L. Innovation, competition, and growth: Schumpeterian ideas within a Hicksian framework. *Journal of Evolutionary Economics* [S.I.], v. 18, n. 3-4, p. 295-311, 2008.
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Disponível em: < <http://www.footprintnetwork.org> > Acesso em: 13 de janeiro de 2013.
- HOUSEMAN, W. The Eden project's wonder. *Fabric Architecture* [S.I.], v. 14, n. 4, p. 30-33, 2002.
- JONES, A. C. *et al.* Eden Project, Cornwall: Design, development and construction. *Structural Engineer* [S.I.], v. 79, n. 20, p. 30-36, 2001.
- KIMURA, H.; SUEN, A. S. Ferramentas de análise gerencial baseadas em modelos de decisão multicriteriais. *RAE eletrônica*, v. 2, p. 0-0, 2003. ISSN 1676-5648.
- KUANG, C. Farming in the sky. *Popular Science* [S.I.], v. 273, n. 3, p. 41-41, 2008.

LOSADA, M. *et al.* Urban agriculture in the metropolitan zone of Mexico City: changes over time in urban, suburban and peri-urban areas. *Environment and Urbanization* [S.I.], v. 10, n. 2, p. 37-54, 1998.

MASON, D.; KNOWD, I. The emergence of urban agriculture: Sydney, Australia. *International Journal of Agricultural Sustainability* [S.I.], v. 8, n. 1-2, p. 62-71, 2010.

MAXWELL, L. *et al.* Does urban agriculture help prevent malnutrition? Evidence from Kampala. *Food Policy* [S.I.], v. 23, n. 5, p. 411-424, 1998.

O'BRIEN, D. P. Ricardian economics and the economics of David Ricardo. *Oxford Economic Papers* [S.I.], v. 33, n. 3, p. 352-386, 1981.

ORGANIZATION UNITED NATIONS – ONU. Disponível em: < <http://www.un.org/es/> < Acesso em: 14 de janeiro de 2013.

PETERS, K. A. Creating a sustainable urban agriculture revolution. *Journal of Environmental Law and Litigation*, v. 25, n. 1, p. 203-247, 2010. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77955891590&partnerID=40&md5=b3efb1b00d935a9500d6a829cdc78a2c> >.

POPULATION REFERENCE BUREAU – PRB. Disponível em: < <http://www.prb.org> < Acesso em: 5 de janeiro de 2013.

PRANCE, G. T. O Projeto Éden em Cornwall, Reino Unido. *Ciência e Cultura* [S.I.], v. 62, p. 47-50, 2010.

RITTER, A. *et al.* Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. *Potato Research* [S.I.], v. 44, n. 2, p. 127-135, 2001.

SCHLUSSLER, L. Vertical vs. Horizontal. v. 302: *Scientific American*, 2010. p. 10-10.

SMITH, B.; HAID, S. The rural-urban connection: growing together in Vancouver. *Plan Spring/Printemps* [S.I.], v. 2004, p. 36-39, 2004.

SMIT, J.; RATTA, A.; NASR, J. Urban agriculture: Food, jobs and sustainable cities. *Environment and Urbanization*, v. 9, n. 1, p. 280-281, Apr 1997. ISSN 0956-2478. Disponível em: < <Go to ISI>://A1997WX90900046 >.

TURNER II, B. L.; SHAJAAT ALI, A. M. Induced intensification: Agricultural change in Bangladesh with implications for Malthus and Boserup. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* [S.I.], v. 93, n. 25, p. 14984-14991, 1996.

WAGNER, C. G. Vertical Farming: An Idea Whose Time Has Come Back. *Futurist* [S.I.], v. 44, n. 2, p. 68-69, 2010.

WEIL, D. N.; WILDE, J. How relevant is Malthus for economic development today? *American Economic Review* [S.I.], v. 99, n. 2, p. 255-260, 2009.

WICKS, E. M.; BOUCHER, T. O. NCIC: A software tool for capital investment analysis in manufacturing. *Computers & Industrial Engineering* [S.I.], v. 24, n. 2, p. 237-248, 1993.

WOOLLEY, H. Vegetables in the sky. *Fortune International (Europe)* [S.I.], v. 156, n. 5, p. B-5-B-5, 2007.

YEH, N.; CHUNG, J. P. High-brightness LEDs-Energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [S.I.], v. 13, n. 8, p. 2175-2180, 2009.

ZHANG, F. F. *et al.* How urban agriculture is reshaping peri-urban beijing? *Open House International* [S.I.], v. 34, n. 2, p. 15-24, Jun 2009.

REVIEW MULTICRITERIA OF VERTICAL FARMS CANADIAN AS MODELS OF SUSTAINABLE URBAN AGRICULTURE

ABSTRACT

There are expectations among experts that demographers global human population reaches the number of 9.4 billion over the next 50 years. This phenomenon will imply a series of consequences, especially when representing the need for additional land, so if all the food produce this population. It is estimated that this amount of consumer mouths will require the order of 10^9 acres in cropland, an area roughly the size of Brazil. Moreover, there is geographically the additional quantity of earth globe with the necessary quality that can represent the expansion of agricultural activities given the current patterns of production and consumption. Therefore, some of the alternatives to achieve the maintenance of food security, as well as to balance food prices are already far beyond the process of intensification of production. And one of the possible alternatives are vertical farms, a model of sustainable food production involving the junction of the rural with the urban. Therefore the aim of this study was to evaluate the economic viability of the Canadian model of vertical farm in order to ascertain their economic gains and its amplitude sustainable. The method used was the "Non-Traditional Investment Criteria", by condition observatory participant. The results presented as a model feasibly economical and sustainable, as well as the flattening of innovative supply chains.

Keywords: Food Security; Land Use; Food Nanotechnology.

Data do recebimento do artigo: 09/09/2013

Data do aceite de publicação: 05/02/2014