



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL

NICOLE SARAH CARVALHO PONTE MOURA

IMPACTO DO COCO HÍBRIDO NA PRODUÇÃO RURAL DO CEARÁ

FORTALEZA

2024

NICOLE SARAH CARVALHO PONTE MOURA

IMPACTO DO COCO HÍBRIDO NA PRODUÇÃO RURAL DO CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Rural. Área de concentração: Economia Aplicada ao Agronegócio.

Orientador: Prof. Dr. Francisco José da Silva Tabosa.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M888i Moura, Nicole Sarah Carvalho Ponte.
Impacto do coco híbrido na produção rural do Ceará / Nicole Sarah Carvalho Ponte Moura. – 2024.
36 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Francisco José da Silva Tabosa.
1. Cocoicultura. 2. Balanceamento por entropia. I. Título.

CDD 338.1

NICOLE SARAH CARVALHO PONTE MOURA

IMPACTO DO COCO HÍBRIDO NA PRODUÇÃO RURAL DO CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Rural. Área de concentração: Economia Aplicada ao Agronegócio.

Aprovada em: 28/02/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco José da Silva Tabosa (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Vitor Hugo Miro Couto Silva (Membro interno)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Alexandre Nunes de Almeida (Membro externo)

Universidade de São Paulo (USP)

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço a Deus, por me guiar e abençoar em todas as fases da minha vida.

Aos meus pais, João e Edy, aos meus irmãos, Fred, Jamille e Nicolas, ao meu sobrinho, Gustavo, e à minha prima, Ludmylla, por todo apoio e carinho.

Ao meu marido, Jamison, por toda paciência, companheirismo e incentivo.

À minha amiga, Valéria Severo, por estar sempre presente na minha vida, apoiando e incentivando.

Ao excelente Prof. Dr. Francisco José da Silva Tabosa, pela orientação e por todas as palavras de apoio e conselhos, sem dúvidas um dos melhores professores do programa.

Aos professores participantes da banca examinadora, Dr. Vitor Hugo Miro Couto Silva e Prof. Dr. Alexandre Nunes de Almeida, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e pelas sugestões.

Aos colegas da turma de mestrado, Jayane, Trícia, Ingrid, Moisés, Ivan, Rubens, Célio, Gescilene, e Aline, por toda ajuda e momentos felizes.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER).

RESUMO

O cultivo de coco é concentrado em muitos países para atender à crescente demanda pelos subprodutos. O Brasil é o quinto maior produtor e quem possui o maior rendimento (13.114 kg/ha em 2020 e 12.588 kg/ha em 2021), em decorrência de fatores relevantes como a tecnologia empregada na cultura, na condução e no manejo dos coqueirais, além do uso de variedades melhoradas do tipo anão e híbrido. Diante desse contexto, presente estudo tem como principal objetivo avaliar o impacto do coco híbrido BRS 001 sobre a produção dos produtores rurais no estado do Ceará. Os dados utilizados foram obtidos por meio de um questionário semiestruturado apresentado aos produtores rurais nos municípios de Acaraú, Marco, Itarema, Amontada, Paraipaba e Trairi. Em seguida, foi aplicado o método de pareamento balanceamento por entropia para a obtenção dos principais resultados. As estatísticas descritivas demonstram que 80% dos entrevistados são proprietários das terras em que produzem e 22% dos produtores afirmaram possuir a dívida ativa e 14% são associados ou cooperados. Quanto à tecnologia empregada, a quantidade média de maquinários e implementos é de 2 por propriedade e 9 funcionários, em média. Nessa perspectiva, cerca de 59% dos produtores possuem algum tipo de assistência técnica. Os resultados do pareamento concluem que a escolha dos produtores analisados em plantar a variedade anã, acrescentou 32.463 frutos por hectare/ano. Em contrapartida, constatou-se que o coco híbrido BRS 001 elevou a receita do produtor em R\$ 2.543,30 por hectare, devido ao preço mais elevado do coco seco em 2022. A cadeia produtiva do coco é considerada de grande importância econômica e social em virtude da ampla variabilidade de produtos e coprodutos que podem ser obtidos a partir dos frutos e de outras partes da planta e pela geração de empregos no estado do Ceará. Logo, faz-se necessário políticas que incentivem o cultivo e a permanência, a produtividade, a sustentabilidade e a competitividade no mercado mundial da produção brasileira.

Palavras-chave: cocoicultura; balanceamento por entropia.

ABSTRACT

Coconut cultivation is concentrated in many countries to meet the growing demand for by-products. Brazil is the fifth largest producer and who has the highest yield (13,114 kg/ha in 2020 and 12,588 kg/ha in 2021), due to relevant factors such as techno-Logia used in the culture, conduction and management of coconut trees, besides the use of improved dwarf and hybrid varieties. Thus, the present study has as main objective Ava-Liar the impact of hybrid coconut BRS 001 on the production of farmers in the state of Ceará. The data used were obtained through a semi-structured questionnaire of rural producers in the municipalities of Acaraú, Marco, Itarema, Amontada, Paraipaba and Trairi. Then, the method of balancing by entropy was applied to obtain the main results. Descriptive statistics show that 80% of respondents own the land in which they produce and 22% of producers said they have active debt and 14% are associated or cooperated. As for the technology used, the average amount of machinery and implements is 2 per property and 9 employees on average. From this perspective, about 59% of producers have some kind of technical assistance. The results of the pareamento conclude that the choice of the analyzed producers in planting the dwarf variety, acres-centou 32,463 fruits per hectare/year. In contrast, it was found that the hybrid coconut BRS 001 increased the producer's revenue by R\$ 2,543.30 per hectare, due to the higher price of dry coconut in 2022. The coconut production chain is considered of great importance economic and social due to the wide variability of products and co-products that can be obtained from fruits and other parts of the plant and the generation of jobs in the state of Ceará. Therefore, it is necessary policies that encourage cultivation and permanence, production, sustainability and competitiveness in the world market of Brazilian production.

Keywords: cocoiculture; entropy balancing.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Produção estadual de coco, em 2020 (mil frutos)..... 15
- Gráfico 2 - Principais municípios produtores de coco, do Brasil, em 2020 (mil frutos)..... 16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais características agronômicas dos grupos varietais de coqueiro.....	10
Tabela 2 - Ranking mundial de produção de coco.....	12
Tabela 3 - Indicadores de produção de coco-da-baía, por região e estados da área de atuação do BNB.....	13
Tabela 4 - Descrição das variáveis.....	21
Tabela 5 - Análise descritiva das variáveis.....	27
Tabela 6 - Distribuição estatística das covariáveis antes e após o balanceamento por entropia.....	27
Tabela 7 - Efeito do coco híbrido BRS 001 na produção por hectare.....	28
Tabela 8 - Efeito do coco híbrido BRS 001 no valor bruto por hectare.....	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	MERCADO DO COCO NO MUNDO E NO BRASIL	122
3	ESTUDOS EMPÍRICOS NO MUNDO E NO BRASIL	177
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	Base de dados	20
4.2	Balanceamento por entropia	211
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	266
5.1	Estatísticas descritivas	266
5.2	Balanceamento por entropia	277
6	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	322

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de coco é concentrado em muitos países para atender à crescente demanda pelos subprodutos. No mercado mundial, a utilização faz-se praticamente destinada à produção de copra, pois se trata de uma das melhores formas de aproveitamento do fruto¹. Apesar disso, alguns países também fazem o aproveitamento da casca do coco seco para fibras e substratos, como é o caso da Índia e do Sri Lanka. Seu uso também é aproveitado para a produção de óleo de coco e iguarias (EMBRAPA, 2018).

Os quatro maiores produtores de coco no mundo encontram-se no continente Asiático: Indonésia, Filipinas, Índia e Sri Lanka. O Brasil aparece como o quinto maior produtor; e o Vietnã em sexto lugar. Dentre os maiores produtores, o Brasil é quem possui o maior rendimento (13.114 kg/ha em 2020 e 12.588 kg/ha em 2021), em decorrência de fatores relevantes como a tecnologia empregada na cultura, condução e manejo dos coqueirais, sistemas intensivos de cultivo e variedades melhoradas do tipo anão e híbrido, que promoveram o aumento da produtividade e propiciaram a expansão do cultivo para lugares onde não havia cultivos comerciais (Martins; Jesus Júnior, 2014).

No Brasil, 7 dos 9 maiores produtores de coco no país encontram-se no Nordeste, os outros 2 pertencem ao Norte e ao Sudeste. O Ceará é o maior produtor de coco do país, detendo 21,2% da área e 24,7% de toda a produção. Entre os municípios cearenses, destaca-se a Paraipaba, localizada na região metropolitana de Fortaleza, sendo o maior produtor de coco do Brasil. Outros municípios cearenses também se destacam na produção, como Trairi, Acaraú e Itarema (Brainer, 2021).

Em relação às variedades encontradas no Brasil, tem-se duas utilizadas para fins comerciais: *Cocos nucifera* var. *typica* (coqueiro-gigante) e *Cocos nucifera* var. *nana* (coqueiro-anão). Nos países produtores do fruto, o coqueiro-anão perde a visibilidade comercial, sendo utilizada, principalmente, em programas de melhoramento genético. Entretanto, no Brasil, a variedade apresenta destaque na produção de água de coco, devido à superioridade das características sensoriais (EMBRAPA, 2018).

Quando comparado ao coqueiro gigante (Tabela 1), o coqueiro híbrido destaca-se em função das características de interesse agrônomo e agroindustrial, a partir do porte médio da planta, da precocidade na floração, da quantidade de frutos, do peso da copra, além das características que favorecem o manejo fitossanitário (Andrade *et al.*, 2014). Já

¹ Copra é o nome dado à polpa do coco seco.

em relação ao anão, o coqueiro híbrido apresenta maior resistência a pragas e doenças, maior teor médio de óleo e produtividade de ácido láurico e maior volume de água. Apesar de apresentar menos frutos por hectare, o coco híbrido torna-se mais atrativo para a indústria.

Ademais, a variedade híbrida é menos exigente em relação ao clima e ao solo em relação ao anão e apresenta maior tempo de vida útil. Vale ressaltar que a principal forma de comercialização do coco híbrido é o coco seco.

Tabela 1 - Principais características agrônômicas dos grupos varietais de coqueiro

Características	Variedades de coqueiros		
	Anão	Híbrido	Gigante
Início da floração	2 a 3	3 a 4	5 a 7
Vida útil	30 a 40	50 a 60	60 a 80
Tamanho do fruto	Pequeno	Intermediário	Grande
Crescimento	Lento	Intermediário	Rápido
Porte (m)	8 a 10	20	35
Produção de frutos (frutos/planta/ano)	150 a 200	130 a 150	60 a 80
Produtividade de frutos (frutos/ha)	30 a 40 mil	20 a 24 mil	8 a 12 mil
Peso do fruto (g)	900	1200	1400
Peso da noz (g)	550	700	800
Peso médio do albúmen sólido (g)	250	400	350
Produtividade copra (kg)	3 a 4 mil	4 a 5 mil	2 a 2,5 mil
Teor médio de óleo (%)	25,41	66,01	67,02
Teor médio de ácido láurico (%)	50,16	50,65	52,04
Produtividade de ácido láurico (kg/ha)	380 a 510	1300 a 1700	650 a 900
Produção de água (mL)	200 a 300	400 a 500	500 ou mais
Destino produção	In natura	In natura	In natura

Fonte: Adaptado de Martins e Jesus Júnior (2014) e Aragão *et al.* (2010).

Dentre os híbridos de coco utilizados no Brasil, o BRS 001, oriundo do cruzamento entre anão verde do Brasil de Jiqui (AVEBRJ) e o gigante do Brasil da Praia do Forte (GBRPF), é superior aos outros cruzamentos quanto ao número de frutos produzidos, peso do fruto, albúmen sólido, produção de água (585 ml), dentre outras características importantes para a agroindústria (EMBRAPA, 2020).

No entanto, não existem estudos que mostram que o coco híbrido garante, ao produtor rural, uma maior receita quando comparado ao coco anão. Estudos dessa natureza

são de grande relevância, tanto para a expansão (ou não) da produção do coco híbrido, quanto para verificar as novas oportunidades de investimentos para outros produtores migrarem para esse segmento.

Assim, o presente estudo tem como principal objetivo avaliar o impacto do coco híbrido BRS 001 sobre a produção dos produtores rurais no estado do Ceará. Para isso, serão utilizadas as informações de produtores rurais nos municípios de Acaraú, Marco, Itarema, Amontada, Paraipaba e Trairi através de aplicação de questionários; assim como o método de Balanceamento por entropia, vastamente utilizado em estudos de avaliação de impacto.

Para isso, o conteúdo da dissertação está dividido em seis seções. A primeira contempla a introdução, enquanto a segunda apresenta uma breve análise do mercado do coco no mundo e no Brasil. Já a terceira aborda alguns estudos empíricos relevantes. Posteriormente, a quarta seção apresenta a base de dados e a metodologia aplicada. A seção seguinte apresenta os resultados obtidos e as respectivas discussões. Por fim, a última seção traz as principais considerações do estudo.

2 MERCADO DO COCO NO MUNDO E NO BRASIL

Os últimos dados publicados pela Faostat (2021) demonstram que a área mundial colhida em 2021 foi de 11,6 milhões de hectares, onde foram produzidos 60,5 milhões de toneladas de coco. Nesse cenário, apenas três países ocupam cerca de 73% dessa área e contribuem com 74% da produção mundial, sendo eles: Indonésia, Filipinas e Índia; conforme exposto na Tabela 2. Entretanto, os rendimentos apresentados são baixos e não evoluíram com o passar dos anos, diferentemente do Brasil. Esta evidência pode explicar o porquê da queda no rendimento, apesar do crescimento da produção em decorrência da maior área, provavelmente associado à exploração extrativista da cultura nesses países por limitações tecnológicas (Brainer, 2021).

Posto isso, a Tabela 2 apresenta os maiores produtores mundiais de coco. Os quatro maiores produtores encontram-se no continente Asiático (Indonésia, Filipinas, Índia e Sri Lanka). O Brasil aparece como o quinto maior produtor; e o México em sétimo lugar.

Tabela 2 – Ranking mundial de produção de coco

Países	Área colhida (mil ha)				Produção (mil t)				Rendimento (kg/ha)			
	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021
Indonésia	2.800	2.800	2.812	2.778	17.100	17.129	16.882	16.812	6.107	6.117	6.003	6.052
Filipinas	3.628	3.652	3.595	3.610	14.726	14.765	14.420	14.357	4059	4043	4.011	3.977
Índia	2.097	2.151	2.100	2.102	16.413	14.682	12.963	13.314	7.827	6.826	6173	6.333
Sri Lanka	455	503	463	463	2.098	2.469	2276	2.242	4.609	4.904	4913	4.843
Brasil	199	187	187	194	2.345	2349	2459	2.447	11 806	12540	13.114	12.588
Vietnã	155	159	151	152	1.572	1.677	1.531	1.550	10.161	10.550	10.152	10.204
México	212	204	202	205	1.342	1.288	1.285	1302	6337	6.309	6370	6.354
Papua Nova Guiné	192	189	198	196	1.186	1.193	1.188	1.188	6.167	6.317	6.004	6071
Tailândia	121	124	150	141	858	806	847	835	7078	6.481	5.659	5.914
Malásia	75	77	75	75	496	537	512	513	6.601	6.989	6.842	6829
Outros	1.764	1.800	1.699	1.720	6.052	5999	5.939	5957	3.430	3.332	3.496	3.464
Total mundial	11.698	11.847	11.631	11.637	64.10	62.893	60301	60.518	5.487	5.309	5.184	5.201

Fonte: Faostat (2021).

Dentre os derivados do fruto com maior destaque nesses principais países produtores, o óleo de coco virgem apresenta taxa global de crescimento de 9,75% ao ano. Até o ano de 2024, estima-se que o setor deverá atingir US\$ 4,7 bilhões, devido aos crescentes investimentos, visando seus efeitos benéficos à saúde, como a redução do colesterol, redução do risco de doenças cardíacas, dentre outros (Oliveira, 2019). Em

estudo desenvolvido na Malásia, Aracon Júnior (2010) destacou os principais produtos oriundos do coco com grande oportunidade de expansão no mercado mundial, em ordem decrescente: óleo de coco virgem, coco fresco e macio, farinha de coco, biocombustíveis, óleos químicos, ácidos graxos e outros.

Dito isso, a União Europeia lidera como o maior consumidor de óleo de coco em sua alimentação (59,9% do consumo total), a Índia (58,5%) e o Vietnã (100,0%). Já outros países utilizam esse óleo na produção industrial, como as Filipinas (66,7%), Estados Unidos (60,4%), Indonésia (66,7%) e México (67,9%) (USDA, 2020) (Brainer; Ximenes, 2020).

Quanto ao mercado nacional, em 2016, o Brasil importou US\$ 183 milhões em óleo de coco da Indonésia. Esse valor corresponde a 91% das importações de óleo de coco brasileiro. Em relação à exportação, o país exportou US\$ 2,23 milhões em óleo de coco, principalmente para Holanda (59%), Estados Unidos (25%) e México (4,9%). Logo, tendo em vista esse desequilíbrio na balança comercial do óleo de coco, constata-se que o produto apresenta grande oportunidade de mercado externo e interno a ser explorado pelo agronegócio nacional (Oliveira, 2019).

De acordo com a Tabela 3, nos anos 2019 e 2020, observa-se um aumento de 73 milhões de frutos na produção nacional. Isso se explica pelo fato da alta no rendimento na maioria das regiões, e da alta na área da região do Norte. Verifica-se também um recuo nas áreas das demais regiões, como o Nordeste, que teve uma baixa de 1.106 ha, e mesmo com isso, ainda assim teve um acréscimo de 57 milhões de frutos na produção nacional, com uma elevação de 5,7% de seu rendimento (Brainer, 2021).

Tabela 3 - Indicadores de produção de coco-da-baía, por região e estados da área de atuação do BNB continua

Unidade geográfica	Área colhida (hectares)			Produção (milhões de frutos)			Rendimento (frutos/ha)			Valor da produção (Mil Reais)			Produtividade física 2020 (R\$/ha)	Preço 2020 (R\$/fruto)
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021		
Brasil	187.297	187.497	194.374	1.566	1.639	1.631	8.360	8.743	8.392	936.516	1.149.029	1.016.920	6.128	0,7
Nordeste	152.744	151.638	157.623	1.148	1.204	1.207	7.513	7.943	7.658	652.324	719.435	683.685	4.744	0,6
Sudeste	14.343	14.172	14.754	216	220	210	15.063	15.503	14.237	162.969	190.076	172.139	13.412	0,87
Norte	18.675	20.175	20.303	185	198	194	9.914	9.820	9.577	103.827	217.662	140.660	10.789	1,1
Centro-Oeste	1.302	1.284	1.459	15	15	18	11.800	11.930	12.327	15.257	19.489	18.552	15.178	1,27

conclusão

Sul	233	228	235	2	2	2	6.888	7.211	6.496	2.139	2.367	1.884	10.382	1,44
Ceará	38.099	39.735	40.752	303	405	371	7.946	10.193	9.099	157.742	203.273	176.921	5.116	0,5
Bahia	37.450	36.173	39.312	334	288	322	8.911	7.967	8.198	175.878	118.793	156.215	3.284	0,41
Sergipe	23.149	22.395	23.624	163	161	166	7.049	7.194	7.036	112.575	136.843	122.068	6.110	0,85
Pernambuco	8.716	8.610	8.326	145	138	141	16.948	15.993	16.989	70.283	90.107	76.126	10.465	0,65
Norte do Espírito Santo	8.561	8.458	8.600	134	135	120	15.702	15.937	13.897	85.260	94.018	80.008	11.116	0,7
Alagoas	21.368	20.867	21.215	92	99	90	4.324	4.723	4.220	65.494	86.007	72.428	4.122	0,87
Rio Grande do Norte	15.959	15.936	16.070	63	66	67	3.967	4.157	4.162	35.732	47.597	43.456	2.987	0,72
Paraíba	5.791	5.973	5.938	34	35	35	5.853	5.914	5.830	24.339	27.057	24.368	4.530	0,77
Norte de Minas Gerais	521	525	751	9	9	13	17.067	17.356	16.822	6.611	6.227	10.785	11.861	0,68
Piauí	559	573	686	7	7	9	12.032	12.115	12.838	5.958	6.203	7.647	10.825	0,89
Maranhão	1.653	1.376	1.701	7	5	7	3.934	3.877	3.857	4.323	3.555	4.457	2.584	0,67
Área de atuação do BNB	460.621	160.621	166.974	1.291	1.348	1.339	7.977	8.395	8.021	744.195	819.680	774.478	5.103	0,61

Fonte: IBGE (2021)

O cultivo de coco no Brasil não se deve apenas ao desenvolvimento dos níveis de produção que deixam o país entre os maiores produtores mundiais, mas também ao fato de o cultivo estar se consolidando em regiões não tradicionais. A cultura do coqueiro é considerada um dos 20 mais importantes espécimes de plantas cultivadas no mundo. Seu principal produto é o fruto, o coco, do qual se extraem o óleo, a água e a polpa para o consumo humano, sendo que a fibra também apresenta valor comercial cada vez maior e é usada para a confecção de esteiras, cordas e produtos similares (Howard, 2001).

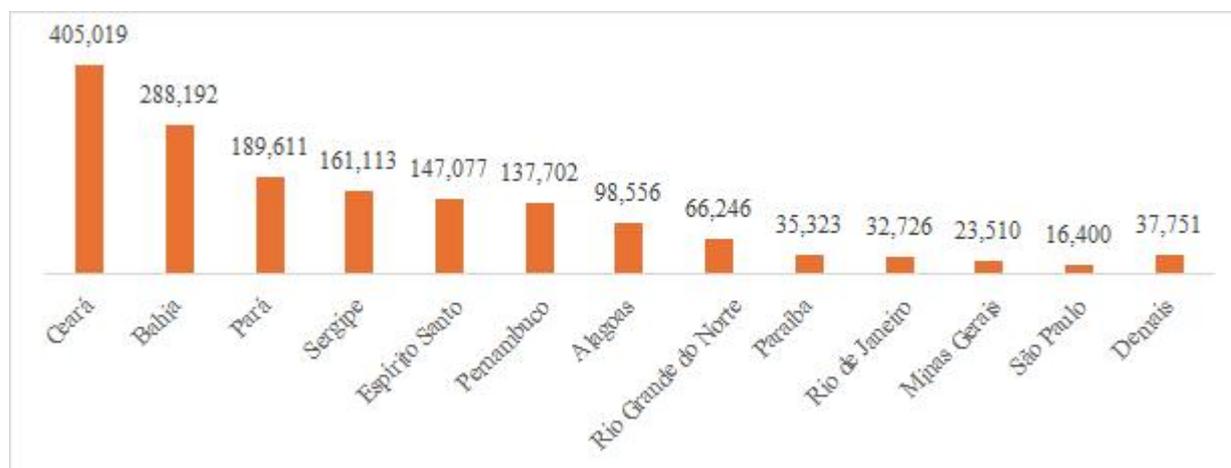
Em relação à produção nacional de coco, o cultivo do coqueiro está presente em quase todo o território nacional, com uma área de 187,5 mil ha, produzindo cerca de 1,6 bilhão de frutos. A região Nordeste é detentora de cerca de 80,9% de toda a área colhida da cultura do coco no país e, aproximadamente, 73,5% da produção atual; seguido das regiões Sudeste e Norte (ver Tabela 2). Nas regiões Sudeste e o Centro – Oeste predomina a variedade de coqueiro-anão com finalidade de produção de água (Brainer, 2021).

O Ceará é o maior produtor de coco no Brasil, detendo 21,2% da área e 24,7% de toda a produção do país (Brainer, 2021). Segundo dados do IBGE (2021), o estado da Bahia vem em segundo lugar como maior produtor, com quase 288 milhões de frutos produzidos em 2020, seguida do Pará, com quase 190 milhões, Sergipe aparece na quarta

colocação, com pouco mais de 161 milhões e Espírito Santo, em quinto lugar, com pouco mais que 147 milhões (Gráfico 1).

O estado da Bahia, que até pouco tempo ocupava a primeira colocação nesse ranking, teve uma queda na sua produção. Os principais fatores são em decorrência de perdas em sua área, gerando uma queda significativa na sua produtividade (Brainer, 2019). O Sergipe também foi um estado que perdeu a sua colocação, estava em terceiro lugar, mas também sofreu perdas de produção devido a diminuição de áreas cultivadas em 2016 (Brainer, 2019).

Gráfico 1 – Produção estadual de coco, em 2020 (mil frutos)



Fonte: IBGE (2021)

De acordo com Brainer (2021, p.4), “Alagoas, Rio grande do Norte e Paraíba mantiveram as suas respectivas posições de 7º, 8º e 9º produtores nacionais, entre 2016 e 2020, com produção crescente, nesse período. Alagoas perdeu 2,1% da área com coqueirais”. O Sudeste segue ocupando as últimas colocações no ranking nacional, com Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo.

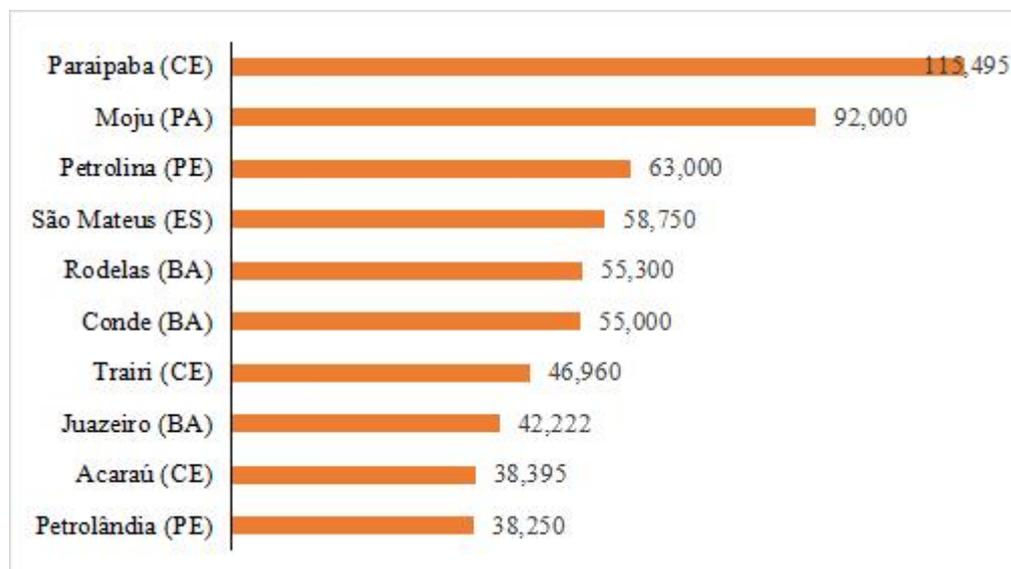
Segundo Cavalcante (2015, p.292), “em apenas 20 anos a produção brasileira de coco mudou completamente.” Isso aconteceu devido ao fato de o cultivo do coco sair do modelo de agricultura de subsistência e partir para o modelo escalonado, entrando no ramo industrial (Cavalcante, 2015).

O Gráfico 2 apresenta o ranking dos maiores municípios produtores de coco no Brasil. O município de Paraipaba, localizado no Ceará, é o maior produtor municipal de coco do Brasil, destacando-se por seu elevado rendimento de 24.626 frutos/ha em função,

principalmente, da variedade implantada (coqueiro-anão) e de grande parte da produção ser proveniente do perímetro irrigado Curu-Paraipaba, localizado às margens do Rio Curu, instalado pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas – DNOCS (Brainer, 2021). O segundo maior município produtores de coco é Moju (PA), seguido de Petrolina (PE) e São Mateus (ES). Observa-se também que, dentre os 10 municípios maiores produtores, encontra-se 3 municípios do estado do Ceará (Paraipaba, Trairi e Acaraú). Juntos, esses municípios produziram mais de 200 milhões de frutos no ano de 2020.

No Ceará, o município de Paraipaba lidera como maior produtor de coco, contando com 115.495 mil frutos produzidos em 2021. Ainda no Ceará, tem-se o município de Trairi (sétimo lugar), com 46.960 mil frutos e Acaraú (nono lugar), com 38.250 frutos. Moju, no nordeste do Pará, segue como segundo maior produtor, com cerca de 5.600 hectares de plantação de coco seco, já que é uma região de clima propenso ao cultivo do coco, pois chove o ano todo. Petrolina, em Pernambuco, vem em terceiro lugar como maior produtor, seguido de São Mateus, no Espírito Santo, em quarto lugar. Os municípios de Rodelas e Conde aparecem em quinto e sexto lugar, respectivamente. Ambos os municípios estão localizados no estado da Bahia.

Gráfico 2 - Principais municípios produtores de coco, do Brasil, em 2020 (mil frutos)



Fonte: IBGE (2021).

3 ESTUDOS EMPÍRICOS NO MUNDO E NO BRASIL

A princípio, serão abordados os principais trabalhos internacionais, que apresentam relevância para compor a seção. Nesse contexto, os autores Abeysekara e Waidyaratne (2020) afirmam que durante a última década a demanda global por coco se elevou devido aos benefícios à saúde da água de coco e do óleo de coco virgem recentemente descobertos. Além disso, destaca-se o crescimento de fortes nichos de mercado para o leite de coco, o creme, os salgadinhos, bem como a farinha e o açúcar de coco, enquanto a demanda por coco desidratado tradicional e copra permanece relativamente estável.

Diante disso, a literatura internacional busca diferentes abordagens para prever preços de coco fresco e produtos à base de coco. Para Sarpong-Streeter *et al.* (2023), um bom modelo de predição é essencial para prever com precisão o preço futuro do coco e, portanto, auxiliar no planejamento dos agricultores, exportadores e governo, favorecendo a maximização do lucro futuro. Os autores ainda propõem um método de previsão de preços de coco, concluindo que o modelo híbrido ARIMA-NARNET é o melhor para previsão dos preços do fruto, pois apresentou capacidade preditiva mais forte.

Em estudo realizado no Sri Lanka, Mufeeth *et al.* (2021) concluíram que a elasticidade-preço da demanda de coco no país foi de natureza inelástica por um longo período e, portanto, o consumo do fruto é menos sensível ao preço, uma vez que o coco é considerado um bem essencial no Sri Lanka. Além disso, a elasticidade de renda do coco é positiva, indicando que o aumento no nível da renda eleva a demanda por coco no Sri Lanka. Em estudo complementar, Abeysekara e Prasada (2022), também concluíram que o preço do coco é inelástico no longo prazo no Sri Lanka, Índia (Kerala) e Filipinas.

Segundo estudo publicado por Prades (2016), as Filipinas exportam, aproximadamente, 38 produtos diferentes e subprodutos à base de coco, representando uma valorização em 75% de sua produção, cerca de 1 bilhão de dólares americanos por ano. Em contraste, os outros dois grandes países produtores, Indonésia e Índia, consomem grande parte de sua produção. A Indonésia, por exemplo, enfrenta dificuldades em atender à demanda interna devido ao rápido crescimento da população.

Em relação os estudos que envolvem a temática no Brasil, ALVES *et al.* (2014) buscaram traçar um perfil para a produção de coco no Distrito de irrigação Curu, em Paraipaba, no estado do Ceará. Os autores perceberam que as áreas rurais analisadas fazem parte de um assentamento de agricultores que não possuem uma renda tão alta, fazendo com que o lote de entrevistados não seja tão heterogêneo, e por isso as características dos

perfis traçados eram bem parecidas entre si; assim como as propriedades que fizeram parte das entrevistas não apresentaram semelhanças em relação ao seu perfil econômico, tendo em vista que alguns produtores realmente tiravam seu sustento da produção de coco, já outros tiveram baixas na produção e acabaram perdendo as plantações.

Já Campos e Campos (2017) verificaram as condições de risco e a viabilidade da produção irrigada de coco em uma comunidade de agricultores no município da Paraipaba. Os resultados deixaram evidências de que alguns agricultores alcançaram os melhores resultados quando equiparado com outros. Assim, os autores analisaram um perfil econômico dos agricultores cruzando os resultados com os riscos aos quais estão susceptíveis. Em síntese, o estudo apresentou que não há indícios de uma rentabilidade que seja aceitável e que possua baixo risco, mas com assistência técnica, treinamento e políticas, poderão melhorar seu desempenho na produção de coco. Entretanto, de acordo com a EMBRAPA (2018), a produção dos entrevistados era abaixo da média para a variedade do coqueiro anão irrigado.

Por sua vez, Neves (2018) analisou as condições de comercialização do coco verde no estado do Ceará. O autor inicia afirmando que a água é o agente limitante de sua produção por isso ela se concentrava nos litorais, mas com a chegada das melhorias e tecnologias da agricultura irrigada, junto com o investimento financeiro, foi possível ampliar o mapa regional de plantações de coqueiros. Logo, os agricultores puderam sair do litoral e estender duas plantações para outros lugares. Os resultados mostraram que, a maioria dos produtores de coco, em 2018, ainda se concentravam no litoral, principalmente nas partes próximas ao Médio Jaguaribe, Trairi e Agropolo Metropolitano. Com relação aos preços de varejo e atacado, o atacado apresentou uma leve diferença nos preços, o que não acontece no varejo, pois, segundo a análise do autor, os preços apresentaram coerência.

Em outro estudo, Neves *et al.* (2018) analisaram a comercialização do coco verde de 2013 a 2019, no estado do Ceará. Nesse estudo, verificou-se que a produção de coco-verde é dominada territorialmente pelo médio Jaguaribe, pelo agropolo metropolitano e por parte do Trairi. Já em relação à exportação, a Ibiapaba mostrou-se uma região promissora nessa área devido ao constante incentivo de comercialização e produção de frutíferas. Também foi verificado que a fruta não apresenta épocas de safra e entressafra, mesmo assim, o período de outubro a janeiro apresentou maior sazonalidade.

Santos (2018) analisou a produção de coco seco em Alagoas na contemporaneidade: estudo de caso nos sítios Camuripim, Dedenzero e Biri no litoral sul do Estado. O autor

planejou o seu projeto desde a obtenção da muda e manejo do solo até o tipo de irrigação que seria utilizada no estudo de caso. Os resultados mostraram que, ao longo do tempo e mesmo com a crescente área plantada, o mercado do coco teve uma queda em nível mundial pelo fato de que os produtores não tiveram o retorno desejado, mas no Brasil, houve um aumento significativo nesse mercado devido ao grande investimento obtido pelas agroindústrias. Já o Nordeste também teve uma queda no mercado do coco, pois ainda é dominado pelo modelo de cultivo semiextrativista. Há, contudo, empresas agropecuárias com potencial para crescer.

Santos (2021) analisou que, no período de 2008 até 2021, o plantio de coco no Brasil permanecia com o mesmo padrão: a ausência de manejo adequado; a falta de investimentos e o capital agrário, principalmente para irrigação, já que o Nordeste tem pouco índice de precipitação pluviométrica durante o ano inteiro. Tudo isso acarreta uma baixa da produtividade e no mercado. O autor ressalta a ausência de mais estudos sobre esse tema, principalmente quando ele se encontra de maneira tão específica.

Lima Neto (2022) analisou os aspectos produtivos, as pragas e as doenças da cultura do coqueiro no Nordeste brasileiro, destacando a importância econômica do coco e apontando as principais pragas e doenças pelas quais o coqueiro era acometido. O autor verificou que o coqueiro era um fruto promissor para o mercado agroindustrial, e que vem ganhando cada vez mais espaço na economia do Brasil, principalmente no Nordeste, mas que era preciso manter uma forte fiscalização nas plantações para observar se há indícios de pragas ou doenças que possam prejudicar a produção de alguma forma.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção apresenta um resumo dos aspectos metodológicos utilizados no estudo. Para este propósito, a seção foi dividida em duas subseções. Na subseção 4.1, são apresentados os dados dos produtores de coco e a descrição dos dados coletados para caracterizar o perfil dos produtores e o impacto do coco híbrido no estado do Ceará. Em seguida, na subseção 4.2, é detalhada a metodologia do Balanceamento por Entropia.

4.1 Base de dados

Este estudo constitui-se a partir de dados primários, oriundos da aplicação de questionários, onde foram entrevistados produtores de coco dos principais municípios produtores: Acaraú, Marco, Itarema, Amontada, Paraipaba, Trairi. Ao entrar em contato com as secretarias municipais de agricultura e sindicato dos trabalhadores rurais dos municípios em questão, chegou-se ao número de 200 produtores cadastrados, mas somente 130 produtores estão ativos. O número é relativamente pequeno; em decorrência de que a atividade do coco apresentou produtores com área plantada média de 41,79 hectares e com elevado desvio padrão de 67,55, variando de 8 hectares a 300 hectares. Devido a essa questão, optou-se por trabalhar com as variáveis Produção e VBP por hectare.

Diante do número de produtores igual a 130, buscou-se trabalhar o tamanho da amostra, com o nível de confiança de 95% e margem de erro de 5%, chegou-se ao tamanho da amostra de 98 produtores. Assim, arredondou-se o tamanho para 100 questionários aplicados aos produtores de coco anão verde e coco híbrido BRS 001, resultando na seguinte distribuição: Acaraú (10), Marco (13), Itarema (14), Amontada (20), Paraipaba (25), Trairi (18).

Portanto, serão analisadas 17 variáveis, conforme a Tabela 4: idade, tempo na atividade, anos de estudos, tipo de propriedade, crédito ou financiamento, associado, número de funcionários, número de máquinas, assistência técnica, área plantada, tipo de coco, variedade do híbrido, produção, produção por hectare, preço de venda, valor bruto da produção (VBP) e VBP por hectare.

Para as variáveis de natureza qualitativa, estas foram descritas na base de dados por meio de variáveis *dummy*, como apresentado na Tabela 4. São construídas com o intuito de mensurar a ausência ou presença de determinada característica qualitativa, assumindo valor de 0 ou 1.

Tabela 4 - Descrição das variáveis

Variável	Descrição
Idade	Idade do produtor.
Tempo na atividade	Quantidade de anos como produtor de coco.
Anos de estudo	Quantidade de anos de estudo completo.
Tipo de Propriedade	<i>Dummy</i> : 1 para proprietário da terra e 0 para arrendatário.
Crédito ou Financiamento	<i>Dummy</i> : 1 financiamento e 0 caso contrário.
Associado	<i>Dummy</i> : 1 para cooperado e 0 caso contrário.
Quantos funcionários	Números de pessoas que trabalham na propriedade.
Quantas máquinas	Número de máquinas próprias.
Assistência técnica	<i>Dummy</i> : 1 para assistência técnica e 0 caso contrário.
Tipo de coco	<i>Dummy</i> : 1 para híbrido e 0 para anão verde.
Variedade do híbrido	Variedade do coco híbrido em produção.
Produção	Quantidade de frutos total.
Produção por hectare	Quantidade de frutos total pela a área plantada em hectares.
Preço de venda	Preço médio unitário.
Valor Bruto da Produção (VBP)	Valor Bruto da Produção total.
VBP por hectare	Valor Bruto da Produção total pela área plantada em hectares.

Fonte: Elaboração própria.

Com o intuito de estimar consistentemente os impactos sobre a produção e valor bruto por hectare do produtor ao plantar coco híbrido BRS 001, será realizado o balanceamento por entropia, que atua na estimação dos efeitos causais de tratamento, reconhecido amplamente na literatura. Esses impactos serão avaliados utilizando como *outcomes* os escores de produtividade.

4.2 Balanceamento por entropia

De acordo com Hainmueller e Xu (2013), o modelo de escore de propensão pode apresentar falhas em equilibrar todas as covariáveis. É necessário que os pesquisadores procurem uma ponderação que equilibre as covariáveis, processo que demanda tempo e, ainda sim, os resultados obtidos podem não ser satisfatórios e apresentar baixos níveis de equilíbrio. A combinação de metodologias de pareamento pode ser utilizada para equilibrar as covariadas com maior robustez.

Para que se estime os impactos da escolha do produtor em plantar coco híbrido BRS 001, é preciso que existam informações sobre o antes e depois da intervenção da escolha, descrevendo-o como experimento aleatório. Entretanto, a disponibilidade de dados é restrita, não sendo possível a comparação. É necessário estabelecer um grupo contrafactual que apresente características similares ao grupo de tratamento.

Como não é possível avaliar o mesmo produtor antes e depois da implantação do híbrido BRS 001, a análise ocorre entre os dois grupos (controle e tratado) idênticos estatisticamente, apesar de, comumente, os dados apresentarem diferenças e não garantir um bom suporte comum entre esses grupos. Para reduzir tais diferenças, são necessárias metodologias que façam o balanceamento dos dados em questão (Ribeiro; Costa; Carvalho, 2019).

O balanceamento por entropia é um método multivariado e não paramétrico, que permite o ajustamento das distribuições das amostras via reponderação, atribuindo pesos aos conjuntos de observações do grupo contrafactual para adequar as unidades do grupo de tratamento (Costa *et al.*, 2016). A metodologia foi desenvolvida por Hainmueller (2012) e permite ao pesquisador identificar um nível de equilíbrio para as covariadas, a partir de circunstâncias relacionadas aos momentos da distribuição. A técnica apresenta vantagens no pré-processamento dos dados para a determinação do efeito tratamento em relação aos métodos de avaliação de impactos baseados em scores de propensão.

Considerando uma amostra com n_1 observações do grupo dos tratados e n_0 observações do grupo de controle selecionados aleatoriamente de uma população de tamanho N_1 e N_0 , no qual $n_1 \leq N_1$ e $n_0 \leq N_0$. Seja $D_i \in \{1,0\}$ uma variável de tratamento binária e apresenta valor igual a 1 se o indivíduo i pertencer ao tratamento ou 0 se pertencer ao grupo de controle.

Além disso, assume-se que X é uma matriz das observações de J variáveis exógenas de pré-tratamento; X_{ij} é o valor da j -ésima covariada do indivíduo i , onde $X_i = [X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ij}]$ representa o vetor de características do indivíduo i e X_j refere-se vetor coluna com j -th covariada. Seja a densidade das covariadas nas populações de tratamento e controle, respectivamente, $f_{x|D=1}$ e $f_{x|D=0}$. O resultado potencial $Y_i(D_i)$ representa o par de resultados para o indivíduo i , a partir das condições de tratado e controle, o resultado constatado é dado por $Y = Y(1)D + (1 - D)Y(0)$. Logo, o Efeito Médio Tratamento sobre os Tratados (ATT) pode ser descrita como:

$$\tau = E[Y(1)|D = 1] - E[Y(0)|D = 1] \quad (1)$$

A primeira esperança pode ser identificada do grupo de tratados. Entretanto, a segunda, o qual não é observada, representa o grupo de controle. Segundo Rosenbaum e Rubin (1983), ao assumir a seleção nos observáveis $Y(0) \perp D|X$, e sobreposição, $\Pr(D = 1|X = x) < 1$ para todo x no suporte de $f_{x|D=1}$, o ATT é descrito como:

$$\tau = E[Y|D = 1] - \int E[Y|X = x, D = 0] f_{x|D=1}(x) dx \quad (2)$$

Para estimar o último termo da equação 2, a distribuição da covariável no grupo contrafactual deve ser ajustada para que seja similar à distribuição no grupo de tratados, onde o indicador de tratamento D passe a ser mais ortogonal possível em relação às covariáveis. Uma gama de métodos de pré-processamento de dados é proposta para diminuir o desequilíbrio na distribuição de variáveis independentes, como pareamento pelo vizinho mais próximo.

Uma vez ajustada, podem ser utilizados métodos de análise padrão para estimar o tratamento com menor erro e modelo de dependência, por exemplo, a regressão (Imbens, 2004; Rubin, 2006; Ho *et al.*, 2007; Sekhon, 2009; Iacus *et al.*, 2011).

Considerando um caso elementar, no qual o efeito do tratamento nos dados pré-processados é estimado a partir da diferença nos valores médios entre os grupos de tratados e contrafactual ajustado. Um método comum de pré-processamento que pode ser usado é o escore de propensão ponderado (Hirano; Imbens, 2001; Hirano *et al.*, 2003), onde a média do controle é estimada como:

$$E[Y(0)|D = 1] = \frac{\sum \{I|D = 0\} Y_i d_i}{\sum \{I|D = 0\} d_i} \quad (3)$$

Na equação 3, as unidades de controle recebem um peso definido por

$d_i = \frac{\hat{p}(x_i)}{1 - \hat{p}(x_i)} \cdot \hat{p}(x_i)$, no qual refere-se ao escore de propensão, comumente estimado por meio da regressão *Logit* ou *Probit*. Caso o modelo esteja especificado corretamente, o

peso estimado d_i irá garantir que a distribuição do covariável das unidades de controle reponderadas corresponderá à distribuição no grupo de tratamento. Entretanto, quando colocado em prática, por várias vezes, esse método não consegue equilibrar conjuntamente todas as covariáveis.

A abordagem de ponderação do escore de propensão é popularizada pelo balanceamento por entropia ao estimar os pesos a partir de um conjunto de restrições de equilíbrio, que investigam o conhecimento do pesquisador sobre os momentos de amostra.

Assumindo w_i como o peso do balanceamento por entropia encontrado para cada unidade do controle, em que foram definidos pelo esquema de reponderação a seguir, que minimiza a distância métrica de entropia:

$$\text{Min}_{w_i} H(w) = \sum_{\{i|D=0\}} w_i \log \left(\frac{w_i}{q_i} \right) \quad (4)$$

Sujeito às restrições de normalização e equilíbrio:

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i c_{ri}(x_i) = m_r \text{ com } r \in 1, \dots, R \quad (5)$$

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i = 1 \quad (6)$$

$$E \quad w_i \geq 0, \text{ para todo } i, \text{ tal que } D = 0.$$

O peso base é definido como $q_i = 1/n_0$ e $c_{ri}(x_i) = m_r$ descreve um conjunto de R restrições exigidas dos momentos das covariadas no grupo de controle reponderados. Primeiramente, deve-se definir a covariada que será introduzida na reponderação. É especificado para cada covariada, um conjunto de restrições de balanceamento para equiparar os momentos das distribuições das covariadas entre os grupos de tratamento e contrafactual reponderados. As restrições de momentos podem ser a média (no primeiro momento), a variância (no segundo momento), e a assimetria (no terceiro momento). Uma restrição comum do balanceamento é formulada de modo que

m_r presente o momento de uma covariada inerente a X_j para o grupo de

tratamento e a função de momento para o grupo contrafactual é descrita como:

$$c_{ri}(x_i) = X_{ij}^r \text{ ou } c_{ri}(x_{ij}) = (X_{ij} - \mu_j)^r, \text{ com média igual a } \mu_j.$$

Portanto, o balanceamento por entropia busca, para um conjunto de unidades, pesos $W = [w_1, \dots, w_{n0}]'$ que minimiza a equação (4), distância de entropia entre W e o vetor base de pesos $Q = [q_1, \dots, q_{n0}]'$, sujeita às restrições de balanceamento da equação (4), restrição de normalização da equação (5), e restrição de não-negatividade da equação (6).

No presente trabalho, serão considerados pertencentes ao grupo de controle os produtores de coco anão verde e o grupo de tratamento será composto pelos produtores de coco híbrido BRS 001. Assim, para compor a avaliação do impacto do coco híbrido BR S001, serão classificadas como variáveis independentes: o tipo de propriedade, o crédito ou financiamento, a associação, o número de funcionários, o número de máquinas e a assistência técnica. Quanto às variáveis respostas, serão consideradas a produção por hectare e o valor bruto da produção por hectare, visto o elevado desvio padrão existente entre as áreas plantadas do coco nos municípios selecionados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, serão apresentados os resultados e as suas discussões. A princípio, a partir da análise descritiva dos dados, será possível estabelecer o perfil dos produtores de coco dos municípios avaliados, em que serão determinadas as características pessoais e acerca da propriedade rural. Em seguida, serão discutidos os resultados do balanceamento por entropia e do impacto do coco híbrido BRS 001 na receita do produtor.

5.1 Estatísticas descritivas

A Tabela 5 apresenta uma análise exploratória dos dados, em que as variáveis explanadas correspondem àquelas utilizadas no balanceamento por entropia. Foram analisados 100 indivíduos, sendo 82 produtores de coco anão verde e 18 produtores de coco híbrido BRS 001, correspondente a uma área de 4.159 hectares, aproximadamente 10% da área plantada no estado do Ceará.

As estatísticas descritivas apresentaram que, de acordo com a amostra, constata-se que 80% dos entrevistados são proprietários das terras em que produzem, pois todos os produtores do híbrido BRS 001 são proprietários. Em relação à dívida adquirida, ou seja, algum crédito ou financiamento contratado, 22% dos produtores entrevistados afirmaram possuir a dívida ativa, desse percentual, 95% são produtores de coco anão verde.

Dentre os produtores de coco, 14% são associados ou cooperados. Vale ressaltar que nenhum dos produtores de coco híbrido BRS 001 é associado ou cooperado, fato relacionado à inexistência dessas organizações voltadas à variedade.

Quanto à tecnologia empregada, a quantidade média de maquinários e implementos é de 2 por propriedade e a quantidade média de funcionários contratados é de 9 por propriedade, com variação de 1 até 70 funcionários. Nessa perspectiva, cerca de 59% dos produtores possuem algum tipo de assistência técnica para auxiliar na condução e manejo da propriedade.

A média da produção de coco por hectare dos produtores é de 53.275 frutos, porém o elevado desvio padrão indica uma forte variação da produção em torno da média. Logo, o valor médio encontrado da produção é superior ao valor médio observado por Dias *et al.* (2018). Esse acréscimo pode ser explicado pela melhoria na tecnologia empregada, condução e manejo, além da adoção de sistemas intensivos de cultivo e variedades melhoradas do tipo anão e híbrido BRS 001.

Tabela 5 - Análise descritiva das variáveis

Variável	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Tipo de propriedade	0,80	0,40	0	1
Crédito ou Financiamento	0,22	0,42	0	1
Associado	0,14	0,35	0	1
Quantos funcionários	9,00	11,99	1	70,00
Quantas máquinas	2,00	1,97	0	10,00
Assistência técnica	0,59	0,51	0	1
Tipo de coco	0,18	0,39	0	1
Produção por hectare	53.275,41	64.687,35	3.571,00	65.600,00
VBP por hectare	31.003,82	30.193,88	1.800,00	308.320,00

Fonte: Elaboração própria.

5.2 Balanceamento por entropia

A princípio, para alcançar o impacto da produção de coco híbrido BRS 001 na renda do produtor, é necessário obter um contrafactual, isto é, um grupo de comparação. Assim, foi realizado o balanceamento por entropia, metodologia proposta por Hainmueller (2012), cujo objetivo é a obtenção de pesos que minimizem as desigualdades entre os produtores de coco híbrido BRS 001 e o grupo de controle, tornando-os mais homogêneos. Desse modo, é possível isolar os efeitos das características observáveis utilizadas no modelo de avaliação de impacto.

A Tabela 6 expõe a média, variância e assimetria referente ao comportamento do primeiro, segundo e terceiro momento da distribuição das covariáveis dos grupos de produtores de híbrido (tratamento) e de anão (controle) antes e após o balanceamento, em que se constata que, após o procedimento, houve o ajustamento dos três momentos em todas as variáveis consideradas. Logo, os grupos estão equilibrados quanto as covariáveis analisadas.

Tabela 6 - Distribuição estatística das covariáveis antes e após o balanceamento por entropia

Variável	Híbrido (tratado)			Anão (controle)		
	Média	Variância	Assimetria	Média	Variância	Assimetria
	Amostra não balanceada					
Tipo de propriedade	1,00	0,00	0,00	0,76	0,19	-1,19
Crédito ou Financiamento	0,05	0,05	3,81	0,25	0,19	1,12

						conclusão
Associado	0,00	0,00	0,00	0,17	0,14	1,75
Quantos funcionários	14,39	261,30	2,40	7,75	113,10	2,86
Quantas máquinas	3,33	6,70	0,96	1,19	2,50	1,98
Assistência técnica	0,61	0,25	-0,45	0,58	0,27	-0,08
Amostra balanceada						
Tipo de propriedade	1,00	0,00	0,00	0,99	0,00	-31,38
Crédito ou Financiamento	0,05	0,05	3,88	0,05	0,05	3,87
Associado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,54
Quantos funcionários	14,39	261,30	2,40	14,42	121,70	1,18
Quantas máquinas	3,33	6,70	0,96	3,33	3,81	-0,48
Assistência técnica	0,61	0,25	-0,46	0,61	0,27	-0,12

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 7, o coeficiente da variável resposta, no qual foi significativa a um nível de 5%, indica que o coco anão se sobressai em relação ao coco híbrido BRS 001 quanto à produção de frutos por hectares. Logo, foi constatado que o cultivo da variedade anão eleva a produção em 32.463 frutos por hectare.

Tabela 7 – Efeito do coco híbrido BRS 001 na produção por hectare

Produção por hectare	Coefficiente	Erro Padrão	t	P > t
Tipo de coco	-32.463,28	4.348,66	-7,47	0,00
Constante	52.624,06	4.116,08	12,79	0,00

Fonte: Elaboração própria.

Vale ressaltar que o coqueiro anão produz cerca de 150 a 200 frutos por planta/ano, de acordo com Martins e Jesus Júnior (2014). A média de frutos obtidos pelos produtores entrevistados equivaleu a 275 por planta/ano em relação ao coqueiro anão, valor preponderante à média nacional, demonstrando a evolução na produtividade da região Nordeste e entre o intervalo de estudo.

Entretanto, de acordo com estudo realizado por Campos e Campos (2017), no município da Paraipaba, a produção de coco verde não apresenta rentabilidade aceitável e baixo risco quando a produção média é abaixo de 200 frutos por planta/ano. Para alcançar elevadas produtividades e tornar a cultura atraente, é necessário métodos tecnologicamente eficazes e da atuação dos órgãos públicos para incentivar os produtores.

Além da necessidade de se obter alta produtividade, a comercialização do coco verde também apresenta alguns entraves. Primeiramente, tem-se os custos com a logística para o principal mercado consumidor de água de coco. Ou seja, o fruto ter como destino as regiões Sul e Sudeste, onde se destaca o frete² para a cidade de São Paulo, considerado o mais caro da região. Segundo a perecibilidade do fruto, na qual apresenta um curto prazo entre a colheita até o início da fermentação, aproximadamente 10 dias. Logo, é necessário agilidade para que o fruto chegue ao consumidor final, pois as perdas ocasionadas ultrapassam 8% do total comercializado (EMBRAPA, 2018).

Dito isso, a Tabela 8 expõe o coeficiente da variável resposta, no qual foi significativa a um nível de 5%, evidenciando que o coco híbrido BRS 001 apresenta impacto positivo na renda do produtor R\$ 2.543,30 por hectare, devido ao preço em que foi comercializado, compensando a menor produção de frutos por planta.

Tabela 8 - Efeito do coco híbrido BRS 001 no valor bruto por hectare

VBP por hectare	Coeficiente	Erro Padrão	t	P > t
Tipo de coco	2.543,30	1.242,87	2,04	0,04
Constante	29.278,06	2.935,98	9,97	0,00

Fonte: Elaboração própria.

Em 2022, enquanto o valor médio do coco verde foi de R\$ 0,53 por unidade, o preço médio do coco seco foi de R\$ 1,56 por unidade. Essa diferença justifica a maior receita do agricultor, apesar da menor produção de frutos por hectare.

Buscando relacionar o clima e a produção de resíduos de coco em Cuiabá, Liell *et al.* (2023) afirmam que o fator clima é o principal responsável na regularização do mercado do coco verde, tendo em vista que locais com temperaturas mais elevadas impulsionam o consumo de bebidas refrescantes. Conforme o INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2023), as temperaturas nas regiões Sul e Sudeste no ano de 2022 ficaram abaixo da média, devido à ocorrência do fenômeno La niña. Logo, o preço médio do coco verde praticado em 2022 foi negativamente afetado pelo clima ameno nas principais regiões consumidoras.

² Segundo Cuenca (2017), o custo de transporte de Aracaju a São Paulo, em 2014, era de R\$0,40 por fruto.

Alves *et al.* (2014) verificaram que os produtores de coco do município de Paraipaba priorizavam a comercialização do coco verde em 2012, em virtude de o preço de venda do coco seco ser inferior ao do coco verde. Entretanto, tal cenário não perdurou desde então, devido ao crescimento do mercado de óleo de coco e outros derivados.

De acordo com a EMBRAPA (2020), devido ao coco híbrido apresentar maior rendimento por hectare, o seu cultivo torna-se mais atrativo para a agroindústria do coco seco. Quando comparado ao ganho unitário por hectare do coqueiro gigante e anão, o coco híbrido apresenta maior ganho, equivalente a R\$ 12.321,95 por hectare.

Além do maior ganho pelo rendimento e preço comercializado do coco seco, o custo de instalação e manutenção do coqueiro híbrido BRS 001 é 28% menor por hectare em relação ao coqueiro anão. Tal fato justifica-se pela maior rusticidade e pelo maior espaçamento adotado, no qual reduz em 21% a quantidade de plantas por hectare (EMBRAPA, 2020).

Portanto, a renda dos produtores de coco pode ser satisfatória não apenas pelo aumento da produção, mas também pela destinação do fruto, visando a sua melhor forma de beneficiamento e comercialização. A atuação e o desempenho das indústrias de coco podem fortalecer a atividade por meio de melhor tecnologia e insumos, infraestrutura e processamento atualizados e exportações (Alouw; Wulandari, 2020). Logo, é importante gerar incentivos para a criação de novas indústrias de processamento do coco e considerar o seu desempenho para aumentar a renda do agricultor e favorecer a competitividade do setor.

6 CONCLUSÃO

Em detrimento da escassez de estudos voltados à análise econômica da cultura do coco, principalmente no Brasil, esta pesquisa buscou contribuir para a literatura por meio de uma avaliação de impacto do coco híbrido BRS 001 sobre a produção rural no estado do Ceará. Os dados utilizados foram obtidos através de um questionário semiestruturado para as principais localidades que são destaques na cocoicultura estadual e nacional.

A seleção da amostragem foi baseada no número de produtores, em que se buscou trabalhar o tamanho da amostra com o nível de confiança de 95% e margem de erro de 5%, chegando ao tamanho da amostra de 98 produtores. Assim, arredondou-se o tamanho para 100 questionários aplicados aos produtores de coco anão verde e coco híbrido BRS 001. Em seguida, foi aplicado um método de pareamento denominado balanceamento por entropia para a obtenção dos principais resultados.

As estatísticas descritivas apresentaram que, de acordo com a amostra, 80% dos entrevistados são proprietários das terras em que produzem e 22% dos produtores afirmaram possuir a dívida ativa e 14% são associados ou cooperados. Quanto à tecnologia empregada, a quantidade média de maquinários e implementos é de 2 por propriedade e a quantidade média de funcionários contratados é de 9 por propriedade. Nessa perspectiva, cerca de 59% dos produtores possuem algum tipo de assistência técnica para auxiliar na condução e no manejo da propriedade.

Os resultados do pareamento demonstraram que a escolha dos produtores analisados, que plantam a variedade anã, acrescentou 32.463 frutos por hectare/ano. Em contrapartida, constatou-se que o coco híbrido BRS 001 elevou a receita do produtor em R\$ 2.543,30 por hectare, devido ao preço mais elevado do coco seco em relação ao preço do coco verde praticado em 2022.

A cadeia produtiva do coco é considerada de grande importância econômica e social em virtude da ampla variabilidade de produtos e coprodutos que podem ser obtidos a partir dos frutos e de outras partes da planta e pela geração de empregos na região. Logo, faz-se necessário políticas que incentivem o cultivo e a permanência, a produtividade, a sustentabilidade e a competitividade no mercado mundial da produção brasileira, pois, além de permitir a evasão de divisas, as importações de coco proporcionam a desestruturação da cocoicultura nacional, diminuindo empregos, preços e desestimulando produtores. Por fim, sugere-se que novos estudos voltados para o tema sejam realizados, a fim de beneficiar a cadeia produtora.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. B.; SANTOS, E. S. J.; SANTOS, D. N.; OLIVEIRA, B. G.; SOBRAL, K. . B.; RAMOS, S. R. R. Avaliação de cultivares e híbridos de coqueiro e identificação de cultivares exemplo. *In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓSGRADUAÇÃO DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS*, 4, 2005, Aracaju. **Anais[...]**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. p. 50 - 53.

ABEYSEKARA, M. G. D.; PRASADA, D. V. P. An empirical analysis of the supply response of coconut by Vector Error Correction Approach: cross country comparison. **Sri Lankan Journal of Agricultural Economics**, [S.l], v. 23, n. 1, mai. 2022.

ALEXANDRE, J. W. S. da. **Protótipo de forno de baixo custo para produção de biocarvão da biomassa de coco-babão (*Sygarus Cearensis*)**. 2019. 48f. Monografia (Graduação em Engenharia Metalúrgica) – Centro de Tecnologia - Universidade Federal do Ceará, 2019.

ALVES, C. O. M.; CAMPOS, K. C.; LIMA, P. V. P. S.; SOUSA, E. P. de. Perfil técnico e econômico da produção de coco irrigado no Ceará. **Revista de Política Agrícola**, Fortaleza, v. 1, n. 23, p. 44-64, mar. 2014.

BRAINER, M. S. C. P.; XIMENES, L. F. Produção de coco: soerguimento das áreas tradicionais do Nordeste. **Caderno Setorial Etene**, Fortaleza, v. 127, n. 5, p. 1-15, out. 2020.

BRAINER, M. S. C. P. Coco: produção e mercado. **Caderno Setorial Etene**, Fortaleza, v. 206, n. 6, p. 1-13, dez. 2021.

CAMPOS, K. C.; CAMPOS, R. T. Análise de risco da produção irrigada de coco no Ceará. **Revista de Política Agrícola**, Fortaleza, v. 2, n. 8, p. 45-61, jun. 2017.

CAVALCANTE, V. L. Os novos espaços da produção de coco no Ceará: um olhar para os perímetros irrigados. **Sociedade e Território**, Natal, v. 27, [s. n.], p. 289-308, set. 2015.

CAVALCANTI, I. T. N. **Análise do diferencial de desempenho entre estudantes cotistas e não cotistas da UFBA pelo propensity score matching**. 2015. Dissertação (Mestrado em Economia) – Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Bahia, Salvador, 2015.

FÁVERO, P. **Métodos quantitativos com stata: procedimentos, rotinas e análise de resultados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

FERREIRA, A. M. N. **O total aproveitamento do coco babaçu (*Orbignya oleifera*)**. 2011. 27f. Monografia (Graduação em Biologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

PLANTAÇÃO de coco no Pará é uma das maiores do Brasil. **G1**. Pará, 28 de fev.2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/02/plantacao-de-coco-no-para-e-uma-das-maiores-do-brasil.html>. Acesso em: 17 out. 2022.

HAINMUELLER, J. Entropy balancing for causal effects: A multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. **Political Analysis**, Oxford, v. 20, n.1, p. 25-46, ago. 2012.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIELL, C. *et. al.* Consumo de coco verde em Cuiabá: relação entre clima e geração de resíduos. **Tópicos Atuais em Desenvolvimento Regional e Urbano**, São Paulo, v. 1, [s.n], p. 155-173, 2022.

LIMA NETO, J. C. de. **Aspectos produtivos, pragas e doenças da cultura do coqueiro no Nordeste brasileiro, uma revisão**. 2022. 35 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2022.

MAIA, G. S. **Avaliação e sustentabilidade dos programas de assentamento agrícola no estado do Ceará um estudo de caso**. 2012. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

MARTINS, C. R.; JESUS, L. A. de. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014**. Aracaju. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. *E-book*. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 09 out. 2022.

MUFEETH, M. M; THARIQ, M. G. M.; NUFIL, A. A. M. Estimation of demand for coconut in sri lanka: an application of almost ideal demand system (AIDS). **Journal of Business Economics**, New York, v. 3, n. 1, p. 80-87, mar. 2021.

NEVES, R. D. **Análise da comercialização do coco verde no estado do Ceará**. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

NEVES, R. D.; REIS, J. N. P.; CRUZ, M. P. M.; CRUZ, C. M. Análise da comercialização do coco verde no estado do Ceará nos anos de 2013 a 2019. **Revista de Economia e Agronegócio**. Fortaleza, v. 20, n. 1, p. 1-23, set. 2022.

OLIVEIRA, D. M. de. **Drivers de mercado de produtos de coco e o desenvolvimento de novas cultivares de coqueiro no Brasil**. Aracaju. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2019.

RIBEIRO, I.; COSTA, E.; CARVALHO, R. Impacto do Bolsa Família sobre a procura por trabalho no meio rural nordestino. **Revista de Política Agrícola**, Fortaleza, v. 28, [s. n], dez. 2019. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1420>. Acesso em: 02 maio 2023.

RODRIGUES, A. S. **Avaliação do impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade dos agricultores familiares da Microrregião do Cariri (CE): o caso o híbrido**. 2016. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. *Observational studies*. New York: Springer, 2002.

SAMPAIO, Y. S. B.; SAMPAIO, B. R.; DUARTE, G. B. Agricultura familiar de assentados e comunidades: existem diferenças na renda da produção. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER NORDESTE), 5., 2010, Crato. **Anais [...]**. Crato: Sober, 2010, p.1-18.

SANTOS, B. F. **Utilização da fibra de coco verde (*Cocos nucifera L.*) como substrato alternativo para produção de celulases fúngicas**. 2018. 69 f. Monografia (Graduação em Biotecnologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SANTOS, J. C. B. L. **A produção de coco seco em Alagoas na contemporaneidade: estudo de caso nos sítios Camuripim, Dendezo e Biri no litoral sul do estado**. 2018. 37 f. Monografia (Graduação em Administração) - Faculdade Damas da Instrução Cristã, Recife, 2018.

SANTOS, T. D. P. **Análise agroclimática da cultura do coqueiro para a cidade de Rio Real (BA)**. 2021. 69 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro Universitário AGES, Paripiranga, 2021.

SILVA, M. J. N.; KHAN, A. S.; COSTA, E. M.; AMORIM, D. I. M.; TABOSA, F. J. S. O impacto das tecnologias sociais sobre a geração de emprego e renda e a sustentabilidade ambiental do pequeno agricultor do semiárido cearense. **Revista Planejamento e Políticas Públicas**, v. 57, [s. n]., p. 65-94, jan./mar. 2021.

SINDICATO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COCO DO BRASIL (SINDCOCO). **Boletim conjuntural: importações de coco ralado e de suposta água de coco**. Recife: SINDCOCO, 2018.