

# Inovação Agrícola e Demanda por Qualificação no Brasil

*Maria Julia de Barros Ferreira\**

*Naercio Menezes-Filho†*

*Bruno Kawaoka Komatsu‡*

## Resumo

Esse estudo examina o impacto das inovações tecnológicas na agricultura sobre o emprego e salários por qualificação no Brasil. Para isso, estimamos o efeito da introdução de inovações técnicas como a soja transgênica e o milho safrinha sobre a demanda por trabalho qualificado e não-qualificado nas áreas mínimas comparáveis brasileiras. Os resultados mostram que a soja transgênica, inovação que torna o cultivo menos intensivo em trabalho, expulsa os trabalhadores menos qualificados para a indústria local, o que melhora os salários, o nível de escolaridade médio e a distribuição salarial nos municípios. O milho safrinha, que torna o cultivo menos intensivo em terra e o trabalho menos produtivo, atrai os trabalhadores menos qualificados da indústria, o que diminui os salários médios e piora a distribuição salarial.

**Palavras chave:** Agricultura, inovação tecnológica, salário médio, escolaridade.

## Abstract

This study investigates the impact of agriculture technical change on employment and wages by level of qualification in Brazil. We estimate the effect of technical changes like the genetically engineered soybean seeds (GE soy) and the second-harvest maize on the demand for qualified and non-qualified work of Brazilian minimum comparable areas. The results shows that the GE soy, innovation that makes the tillage less labor-intensive, expels non-qualified workers to local manufacturing, increasing wages and schooling levels and making wage distribution more even. The second-harvest maize, which makes the tillage less land-intensive and the work less productive, attracts less qualified workers from manufacturing, which decreases the average wage and worsens the salary distribution.

**Key Words:** Agriculture, technical change, average wage, schooling.

**JEL:** J43, O13, Q16.

**Área da ANPEC:** Área 11 - Economia Agrícola e do Meio Ambiente.

---

\* CPP/Insper

† CPP/Insper e FEA/USP

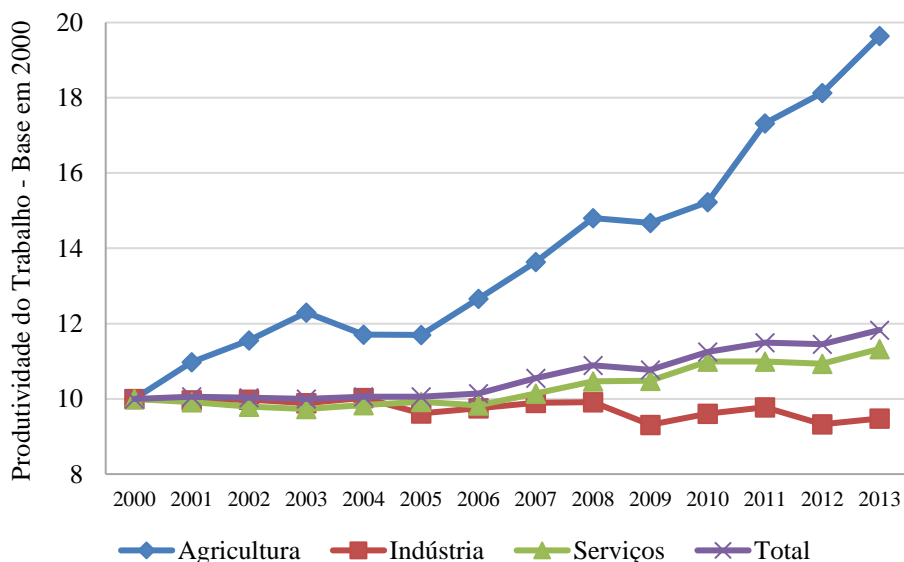
‡ CPP/Insper

## 1. Introdução

Atualmente, está consolidado na literatura econômica a importância da inovação técnica na agricultura sobre o desenvolvimento de países e regiões. Diversos autores ressaltam a relevância do aumento da produtividade agrícola para a obtenção de maiores níveis de renda per capita e urbanização. Gollin, Parente e Rogerson (2002), por exemplo, argumentam que a introdução de novas técnicas e melhoras na produtividade da agricultura acelera o início da industrialização dos países, aumentando sua renda per capita e diminuindo desigualdades internacionais. Nesse sentido, a curto prazo, inovações na agricultura teriam um impacto maior no sentido de promover o desenvolvimento de um país do que um aumento na produtividade dos setores não agrícolas.

No Brasil, o setor agropecuário apresentou um persistente aumento em sua produtividade. De acordo com Silva *et al.* (2016), na última década, a produtividade agrícola cresceu de R\$ 9.975 em 2000 para R\$ 19.592 em 2013, ou seja, dobrou o seu valor. Enquanto isso, a indústria e os serviços foram de R\$53.748 para R\$ 50.930 e de R\$ 44.864 para R\$ 50.821, respectivamente. No total, a produção da economia cresceu de R\$ 39.490 para R\$ 46.718 por trabalhador entre 2000 e 2013. O crescimento acelerado da produtividade da agropecuária em relação às outras atividades está representado na Figura 1.

**Figura 1. Evolução da Produtividade do Trabalho por Setor com Base em 2000**



Fonte: Silva, Menezes-Filho, Komatsu (2016). Elaboração própria.

A relevância da agropecuária na economia brasileira também pode ser expressa na sua importância para a composição da mão de obra dos municípios. Em 2010, na média dos municípios, 32% da mão de obra estava alocada no setor agrícola. Sua participação perdia apenas para o setor de serviços, correspondente a 40% da mão de obra. Além disso, também em 2010, cerca de 16% dos municípios tinham mais de metade da sua mão de obra alocada no setor agrícola, sendo esse percentual igual a 29% em 2000.<sup>1</sup>

No geral, os trabalhos relacionados à inovação tecnológica na agricultura focam em seus efeitos para a indústria ou para a urbanização local. Eles observam um efeito positivo das inovações que tornam o cultivo menos intensivo em trabalho no desenvolvimento industrial e urbano, os quais seriam responsáveis por um maior desenvolvimento da economia local (GOLLIN, PARENTE, ROGERSON, 2002; HORN-BECK, KESKIN, 2002; MICHAELS, RAUCH, REDDING, 2012). A principal contribuição desse trabalho é estender a análise para questões como escolaridade e distribuição de renda, indicadores de suma importância para se avaliar o desenvolvimento de uma economia.

O presente artigo tem como objetivo, então, analisar o impacto de inovações na agricultura sobre o emprego, a migração, os salários, e a distribuição salarial de municípios brasileiros. Mais especificamente pretende-se avaliar como a inovação na agropecuária afeta a demanda por trabalhadores de maior ou menor

<sup>1</sup> Dados dos Censos Demográficos de 2000 e 2010, realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

qualificação e, a partir disso, determinar os seus efeitos para os salários médios dos dois grupos e distribuição salarial da economia.

Para atingir esse objetivo, utilizamos uma medida de inovação técnica proposta por Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016). Através da base de dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, Global Agro-Ecological Zones (FAO-GAEZ), os autores construíram uma variável exógena que consiste na variação da produção potencial agrícola em unidades geográficas brasileiras. Os autores analisam os efeitos diferenciados da introdução de inovações tecnológicas no cultivo da soja e do milho, isto é, a introdução da semente de soja transgênica e do milho safrinha. A análise da soja e do milho, entre os diversos produtos agropecuários, tem como vantagem o fato de que a inovação tecnológica associada a eles provocam efeitos diferentes na produtividade de seu cultivo. A soja transgênica tornou o cultivo da soja menos intensivo em trabalho. Como a semente geneticamente modificada é resistente a herbicidas, ao contrário da semente tradicional, seu plantio poupa parte do trabalho que seria necessário para eliminar ervas daninhas sem prejudicar a cultura. Resultados empíricos obtidos pelos autores mostraram que, por ser menos intensiva em trabalho, a soja transgênica tende a aumentar a produção por trabalhador. O milho safrinha, por outro lado, tornou o cultivo do produto mais intensivo em trabalho. Tradicionalmente, o milho é cultivado entre agosto e dezembro, porém a introdução do milho safrinha tornou possível um segundo período de cultivo entre março e julho. Para isso, é necessária a aplicação de fertilizantes, já que o uso mais intensivo da terra esgota o nitrogênio do solo, maiores cuidados com tempo do cultivo, pois o milho safrinha deve ser plantado mais rápido e no momento certo para render mais, além do uso de herbicidas para remover os restos deixados na primeira safra. Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016) mostraram que esse aumento na intensidade do trabalho diminui a produção por trabalhador.

Seguindo aquele estudo, esse artigo foca nos efeitos diferenciados das inovações tecnológicas no cultivo da soja e do milho. Com isso, pretende-se verificar como inovações tecnológicas na agricultura que tornam o cultivo mais ou menos intensivo em trabalho e, conseqüentemente, tem efeitos opostos na produtividade agrícola afetam a demanda por trabalhadores mais ou menos qualificados e o desenvolvimento dos municípios brasileiros. Além de indicadores educacionais e do salário médio, examinamos os efeitos da inovação tecnológica sobre a distribuição de salários e migração intermunicipal.

O texto está dividido em seis seções, sendo a primeira essa introdução. A segunda seção é uma revisão da literatura sobre os assuntos abordados. A terceira apresenta os dados utilizados no trabalho, suas fontes e algumas estatísticas descritivas. A quarta seção apresenta o modelo desenvolvido. A quinta discute a metodologia econométrica utilizada. Na sexta, são exibidos os resultados. Finaliza-se com uma conclusão sobre a discussão feita ao longo do texto.

## **2. Revisão Bibliográfica**

O debate a respeito dos efeitos e retornos da introdução de inovações tecnológicas na agricultura se expande em diversas direções.

Gollin, Parente e Rogerson (2002) investigaram o problema da desigualdade internacional e concluíram que a produtividade da agricultura era um fator fundamental para explicar o nível de desenvolvimento de um país. Segundo os autores, a introdução de novas técnicas e melhoras na produtividade da agricultura acelera o início da industrialização dos países, aumentando sua renda per capita e diminuindo a diferença internacional. À curto prazo, inovações na agricultura teriam um impacto maior do que o de um aumento na produtividade dos setores não agrícolas, mesmo que, no longo prazo, fossem esses setores os responsáveis pelo avanço da economia local em relação aos países desenvolvidos.

Outra abordagem importante no estudo do retorno de inovações técnicas na agricultura, foi a realizada por Michaels, Rauch e Redding (2012), os quais relacionaram mudanças estruturais na agricultura com a urbanização nos Estados Unidos. Os autores observaram que a densidade populacional inicial de uma região estava relacionada com a participação do setor agrícola na mão de obra: quanto maior a participação da agricultura, menor a densidade populacional. O trabalho deles deixa explícito que mudanças tecnológicas na agricultura são essenciais para explicar a urbanização.

Goldsmith, Gunjal e Ndarishikanye (2003) estudaram outra questão demográfica, a da migração das áreas rurais para as urbanas no Senegal. Eles testaram a teoria de Todaro (1969) de que, em países subdesenvolvidos, a migração rural-urbana ocorre se os salários nas áreas urbanas, considerando a probabilidade de se obter um trabalho imigrando, é maior do que o salário rural. Para eles, a migração rural-urbana é um problema e tende a aumentar a pobreza nas áreas urbanas. Uma solução efetiva seria diminuir as disparidades da produtividade do setor agrícola e industrial, de forma que os salários de ambos se tornassem mais próximos, diminuindo assim o incentivo para a imigração para áreas urbanas. Ou seja, uma inovação tecnológica na agricultura que tornasse o setor mais produtivo poderia diminuir a emigração rural.

Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016) investigaram a influência de inovações técnicas na agricultura sobre a indústria, dando enfoque à introdução do cultivo do milho safrinha e da soja geneticamente modificada no Brasil. Para isso, eles utilizaram os dados de produção potencial da FAO-Gaez, que apareceram pela primeira vez em pesquisas relacionadas à inovação agrícola no trabalho de Nunn e Qian (2011). Para a soja, o resultado encontrado foi que a introdução da semente transgênica tornou o cultivo menos intensivo em trabalho e mais intensivo em terra. O valor da produção por trabalhador aumentou, mas caiu sua produtividade marginal. Como consequência, foi encontrada uma relação positiva do cultivo dessa variante de soja com o crescimento do emprego e uma redução dos salários na indústria.

Para o milho, por outro lado, os resultados foram opostos. O cultivo de uma segunda safra de milho, o milho safrinha, pode ser considerado uma mudança técnica intensiva em trabalho e não em terra, levando a um aumento no produto marginal por trabalhador e a redução do emprego no setor industrial. Esse resultado permite que se conteste a associação feita entre a introdução de inovações técnicas na agricultura com aumento da produtividade do trabalho.

Ainda dentro desse tema, Bustos, Garber e Ponticelli (2016) pesquisaram a relação entre a introdução da soja transgênica e a oferta de crédito nos municípios brasileiros. Em primeiro lugar, eles mostraram que a adoção da semente de soja geneticamente modificada aumentou a lucratividade da cultura. Além disso, observaram que os municípios que tinham maior potencial para aumentar a lucratividade do cultivo com a introdução da soja transgênica foram os mais adeptos à inovação e os que tiveram o maior aumento no lucro do setor agropecuário. Eles também concluíram que a adoção da soja transgênica afetou positivamente a quantidade de depósitos nos bancos locais, contudo, não teve efeito sobre os empréstimos desses bancos. Os autores perceberam que esse capital foi realocado para outras regiões por meio de redes de agências bancárias. As regiões que receberam os lucros da soja, tiveram um aumento na oferta de crédito e uma expansão mais rápida de firmas pequenas e médias.

Seguindo a pesquisa de Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016), Bragança (2016) estudou o impacto da introdução do cultivo de soja no Centro-Oeste brasileiro. O cultivo na região começou em 1970. Nesse ano, foi adotada uma nova tecnologia que permitiu que a soja fosse cultivada em solos ácidos, como o do Centro-Oeste. Entre outras variáveis, ele estudou o impacto dessa inovação na migração e educação dos trabalhadores rurais. Os resultados obtidos indicam que o aumento da produção potencial da soja está associado a um aumento na migração e na população (total, nativa e migrante) com quatro anos ou mais de estudo entre 1970 e 1980 e entre 1970 e 1991. Para ele, o crescimento da proporção de pessoas relativamente mais escolarizadas nos municípios com maior variação na produção potencial está associado, não a uma acumulação de capital humano, mas a imigração de pessoas mais qualificadas e emigração de menos qualificadas do que a média. Essa seleção foi essencial para que a agricultura se beneficiasse amplamente da inovação tecnológica. Bragança (2016) inclusive estima que sem esse movimento de trabalhadores no sentido de selecionar aqueles com maior capital humano, o efeito da inovação teria sido entre 30 e 35% menor. Dessa forma, a inovação tecnológica teria aumentado a demanda por capital humano na agricultura.

A conclusão de que a seleção de trabalhadores importou para o bom desempenho da inovação tecnológica e para o aumento da produtividade agrícola converge com as teorias de Lagakos e Waugh (2013) e Young (2013). Esses autores, usando abordagens diferentes, concluíram que a seleção de trabalhadores de acordo com as suas habilidades são importantes para explicar diferenças de produtividade entre o setor agrícola e não agrícola.

Uma referência importante nesses últimos trabalhos foi o estudo de Foster e Rosenzweig (1996), que analisou o caso da Revolução Verde na Índia, ocorrida na metade dos anos 1960. O estudo revelou uma

relação de duas vias entre escolaridade e inovação técnica. Os resultados mostraram que, assim como pessoas escolarizadas conseguem tirar maior proveito das inovações tecnológicas, as inovações tecnológicas são mais rentáveis quando introduzidas a locais com melhor escolaridade, indicando que o nível inicial de capital humano de um local é importante para determinar o aumento da taxa de crescimento econômico a partir da introdução de uma inovação. Além disso, os autores também viram que a inovação tecnológica resulta em um maior investimento privado em educação. Os locais que cresceram mais rapidamente também foram aqueles que tiveram o maior aumento na quantidade de escolas e, conseqüentemente, no nível de escolaridade. Essas afirmações são especialmente válidas quando se considera pessoas que terminaram o ensino primário. Níveis de escolaridade maiores não se mostraram tão relevantes. Os autores concluem, então, que políticas que incentivam mudanças tecnológicas e políticas que aumentam o investimento na educação são complementares: “os retornos do investimento em mudança tecnológica, no geral, se torna maior quando a escola primária é acessível e os retornos do investimento na educação se torna maior quando a mudança tecnológica é mais rápida” (FOSTER; ROSENZWEIG, 1996, p. 951).

Outra bibliografia importante interpretando a relação entre inovações tecnológicas, embora não especificamente agrícolas, e a educação é o estudo de Acemoglu (2002). De acordo com ele, existe uma visão de que as inovações técnicas favorecem trabalhadores mais habilidosos, que conseguem se adaptar e usar adequadamente essas novas tecnologias, aumentando desigualdades salariais. Este, no entanto, é um fenômeno recente observado nos EUA. No século XIX, as inovações tecnológicas ocorreram no sentido de simplificar tarefas antes muito complexas, o que possibilitava a substituição de trabalhadores com muitas habilidades por outros com menos. O exemplo utilizado é o início da indústria têxtil, que substituiu artesãos muito qualificados por trabalhadores sem qualquer conhecimento sobre o assunto. Acemoglu conclui então que a inovação tecnológica pode ser explicada de maneira endógena. Ou seja, o tipo de inovação que ocorre está de acordo com a oferta de trabalhadores no mercado de trabalho. No século XIX, havia uma grande massa de pessoas muito pouco qualificadas e as inovações industriais conseguiram aproveitar essa situação. No século XX, por outro lado, o nível de escolaridade da população aumentou de maneira relevante, por isso, as firmas passaram a promover inovações capazes de aproveitar esse potencial. O autor ainda afirma que as “diferenças na desigualdade salarial entre países reflete, em parte, escolhas tecnológicas feitas por esses países em resposta a diferentes incentivos criados pelas suas instituições do mercado de trabalho” (ACEMOGLU, 2002, p. 14).

Galor e Moav (1999) também se preocupam com a questão do aumento da desigualdade salarial nos EUA, o qual foi acompanhado pelo avanço tecnológico. Para entender os resultados obtidos pelos autores, é necessário considerar os três efeitos de um aumento na taxa de mudança tecnológica. Em primeiro lugar, existe um efeito erosão. Os indivíduos estão mais adaptados a tecnologias antigas do que a novas, desconhecidas por eles. Assim, o aumento da taxa de mudança tecnológica diminui o nível de capital humano de cada indivíduo. O segundo é o efeito produtividade. Esse consiste no fato de que os indivíduos passam a operar com tecnologia mais avançada e mais produtiva. O último efeito é o efeito composição. O aumento da taxa de mudança tecnológica faz crescer o retorno de se possuir habilidades e a habilidade está relacionada com a escolaridade do indivíduo. Assim, o aumento do retorno das habilidades faz crescer o número de indivíduos que escolhem se escolarizar e diminuir o número de não escolarizados. Dessa forma, a habilidade média em cada grupo de escolaridade diminui, afetando negativamente o salário médio de ambos os grupos. A partir dessas proposições, os autores montam um modelo através do qual concluem que um aumento na taxa de progresso tecnológico aumenta o retorno de trabalhadores mais habilidosos e, simultaneamente, a desigualdade salarial entre e dentro dos grupos de indivíduos mais e menos qualificados. Além disso, apesar do aumento da oferta de trabalhadores qualificados, a média salarial deles aumenta (com o aumento do retorno da habilidade), o salário médio de trabalhadores não qualificados cai temporariamente (devido ao efeito erosão), o nível de escolaridade aumenta e, possivelmente, há uma desaceleração transitória no crescimento da produtividade, também como consequência do efeito erosão.

Esse texto vai utilizar esses trabalhos para analisar a relação entre inovações tecnológicas na agricultura, especificamente a introdução da soja geneticamente modificada e o milho safrinha, a demanda por trabalhadores qualificados, os salários médios e a desigualdade salarial.

### 3. Descrição dos Dados

O trabalho utilizou três bases de dados principais: os Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010, os Censos Agropecuários de 1996 e 2006 e a base da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, Global Agro-Ecological Zones (FAO-GAEZ).

Os Censos Demográfico e Agropecuário são realizados aproximadamente a cada dez anos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O Censo Demográfico abrange todos os municípios do Brasil. Ele é feito através de uma pesquisa domiciliar, na qual se aplica um questionário com perguntas sobre condições socioeconômicas dos moradores do domicílio. O Censo Demográfico fornece informações que permitiram calcular as variáveis socioeconômicas e demográficas utilizadas ao longo do trabalho. O Censo está disponível em micro dados. As variáveis calculadas foram agregadas por áreas mínimas comparáveis (AMC)<sup>2</sup>. As primeiras diferenças foram definidas entre 2000 e 2010.

Algumas medidas importantes tiradas a partir dos Censos Demográficos de 2000 e 2010 foram as relativas ao salário médio setorial e por nível de escolaridade. As Tabelas 1 e 2 mostram estatísticas descritivas para essas duas divisões.

**Tabela 1. Salário Médio e Participação da Mão de Obra por Setor da Economia – Média Municipal**

Atividade	2000	2010	2000	2010	Δ %
	Participação da Mão de Obra		Salário Médio (R\$)		
Agropecuária	38%	32%	214	544	1,54
Indústria	10%	12%	293	719	1,45
Serviços	36%	40%	319	628	0,97
Outros	15%	17%	440	939	1,13
Total	100%	100%	320	680	1,12

Fonte: Censos Demográficos/IBGE. Elaboração própria. Valores deflacionados para reais de julho de 2000.

**Tabela 2. Salário Médio e Percentual de Concluintes por Nível de Escolaridade – Média Municipal**

Nível de Escolaridade	2000	2010	2000	2010	Δ %
	Percentual de Concluintes		Salário Médio (R\$)		
Fundamental Incompleto	79%	65%	258	565	1,19
Fundamental	8%	12%	366	688	0,88
Ensino Médio	10%	17%	505	844	0,67
Ensino Superior	2%	6%	1131	1580	0,40
Total	100%	100%	320	680	1,12

Fonte: Censos Demográficos/IBGE. Elaboração própria. Valores deflacionados para reais de julho de 2000.

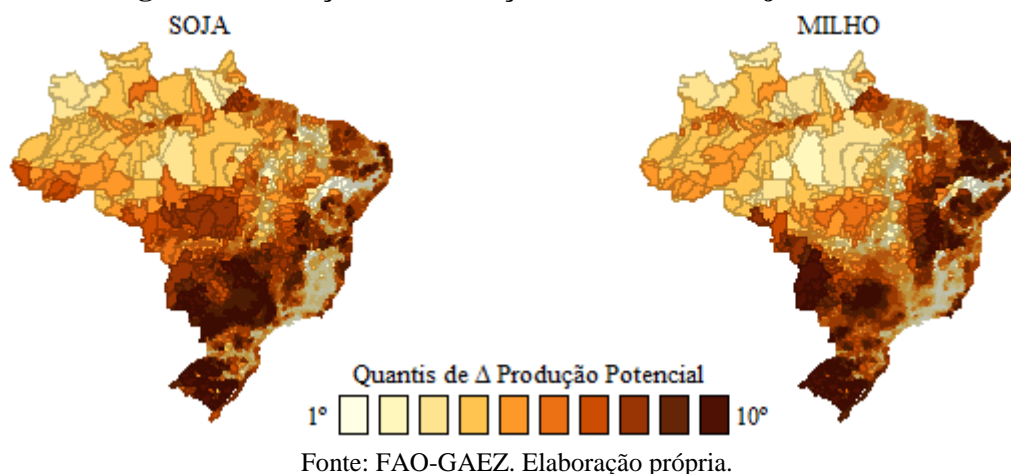
Os dados do Censo Agropecuário são coletados por meio de um questionário aplicado nos estabelecimentos agropecuários, florestais e aquícolas de todos os municípios do país. Ele coleta informações sobre características do produtor e do estabelecimento. A partir do Censo Agropecuário, foram calculadas as variáveis relativas à produção e à área de cultivo de produtos agrícolas. As primeiras diferenças foram definidas entre 1996 e 2006. O Censo Agropecuário está disponível em dados agregados a nível municipal e posteriormente agregamos por AMCs.

A base de dados da FAO-GAEZ fornece informações sobre a produção potencial de diferentes produtos agrícolas no mundo. Ela foi utilizada por Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016) para encontrar uma medida exógena da mudança tecnológica da soja e do milho no Brasil. A produção potencial é calculada por meio da maximização da produção que poderia ser obtida em cada região, considerando diferentes

<sup>2</sup> Entre 1991 e 2010, muitos municípios foram criados e outros se juntaram a algum já existente. Por isso, agregamos os dados em áreas mínimas comparáveis, que são unidades geográficas que se mantiveram iguais ao longo do período de estudo. Utilizamos a correspondência sugerida por Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016), a qual foi disponibilizada pelos autores no Apêndice online do artigo. A correspondência foi feita com base nos dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

características de solo e de clima. A produção potencial também está disponível em categorias que consideram o nível tecnológico utilizado e diferentes combinações de insumos. A medida de variação da produção potencial foi obtida pela diferença entre a produção potencial utilizando alto nível de gerenciamento, com a produção orientada comercialmente para o mercado, alto nível de mecanização, aplicação de variedades produtivas e aplicação ótima de nutrientes, adubação e pesticidas (*high inputs*) e a produção potencial com administração tradicional, orientada para subsistência, com variedades tradicionais, técnicas intensivas em trabalho e sem aplicação de nutrientes e pesticidas (*low inputs*). A Figura 2 foi reproduzida de Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016) e ilustra essa medida. Dividiu-se as AMC's em dez quantis de variação na produção potencial.

**Figura 2. Variação na Produção Potencial da Soja do Milho**



Como podemos notar pela Figura 2, os municípios que se destacam na variação da produção potencial da soja pertencem, especialmente, às regiões Sudeste e Sul do país. No caso do milho, essas regiões continuam sendo de grande importância, porém a região Nordeste se sobressai.

As Tabelas 3 a 7 têm como objetivo aprofundar a caracterização dos municípios com maior variação na produção potencial, ou seja, aqueles que melhor respondem ao uso de tecnologias mais avançadas.

**Tabela 3. Tamanho dos Municípios no Quintil Mais Elevado de Variação na Produção Potencial**

Municípios no Quintil Mais Elevado de $\Delta$ Produção Potencial	Tamanho em 2000		
	Pequeno	Médio	Grande
Soja	40%	30%	30%
Milho	35%	32%	32%
Total de Municípios por Tamanho	33%	33%	33%
Classificação	Menos de 8602 habitantes	Entre 8602 e 21218 habitantes	Mais de 21218 habitantes

Fonte: Censos Demográficos/IBGE; FAO-Gaez. Elaboração própria.

**Tabela 4. Quintil de Renda dos Municípios do Quintil Mais Elevado de Variação na Produção Potencial**

Municípios no Quintil Mais Elevado de $\Delta$ Produção Potencial	Quintil de Renda per Capita em 2000				
	1° Quintil	2° Quintil	3° Quintil	4° Quintil	5° Quintil
Soja	6%	6%	17%	36%	36%
Milho	24%	20%	13%	22%	20%
Total de Municípios por Quintil de Renda	20%	20%	20%	20%	20%

Fonte: Censos Demográficos/IBGE; FAO-Gaez. Elaboração própria.

**Tabela 5. Nível de Escolaridade dos Municípios do Quintil Mais Elevado de Variação na Produção Potencial**

Municípios no Quintil Mais Elevado de $\Delta$ Produção Potencial	Média de Escolaridade em 2000			
	Fundamental Incompleto	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Ensino Superior
Soja	74%	10%	13%	3%
Milho	79%	8%	10%	2%
Média Geral	79%	8%	10%	2%

Fonte: Censos Demográficos/IBGE; FAO-Gaez. Elaboração própria.

**Tabela 6. Distribuição da Mão de Obra nos Municípios do Quintil Mais Elevado de Variação na Produção Potencial**

Municípios no Quintil Mais Elevado de $\Delta$ Produção Potencial	Média da Participação Setorial na Mão de Obra em 2000			
	Agropecuária	Indústria	Serviços	Outros
Soja	32%	13%	40%	15%
Milho	37%	10%	37%	16%
Média Geral	38%	10%	36%	15%

Fonte: Censos Demográficos/IBGE; FAO-Gaez. Elaboração própria.

**Tabela 7. Predominância Setorial nos Municípios do Quintil Mais Elevado de Variação na Produção Potencial**

Municípios no Quintil Mais Elevado de $\Delta$ Produção Potencial	Predominância Setorial em 2000				
	Agropecuária	Indústria	Serviços	Outros	Sem Predominância
Soja	13%	0%	21%	0%	66%
Milho	25%	1%	15%	0%	60%
Total de Municípios por Predominância Setorial	30%	1%	18%	0%	52%

Fonte: Censos Demográficos/IBGE; FAO-Gaez. Elaboração própria.

Em primeiro lugar, os municípios que se destacam na variação da produção potencial, especialmente da soja, são, em sua maioria, pequenos, embora os municípios médios e grandes também tenham uma participação bastante relevante. Também pode-se observar que, no caso da soja, os municípios com maior variação na produção potencial são também os mais ricos. No caso do milho, por outro lado, esses municípios estão bem distribuídos entre todas as faixas de renda. Ademais, o nível de escolaridade da população nos municípios com maior variação na produção potencial do milho segue o mesmo padrão que a média de todos os municípios brasileiros. No caso da soja, esse padrão é semelhante, porém com um decréscimo de 5pp no percentual de pessoas que não chegaram a concluir o ensino fundamental, em prol de níveis superiores de escolaridade.

Em relação à alocação da mão de obra, tanto na soja quanto no milho, os municípios com maior variação na produção potencial seguem uma distribuição da mão de obra semelhante a observada para a média de todos os municípios brasileiros. No caso da soja, há uma participação relativamente maior dos serviços e da indústria e menor da agropecuária. Além disso, pode-se afirmar que esses municípios tem uma economia diversificada em termos das atividades econômicas praticadas, mais do que a média dos municípios brasileiros. No caso da soja e, em menor grau, do milho o percentual de municípios especializados na agricultura é consideravelmente menor do que na média dos municípios brasileiros, indicando que a especialização na agropecuária não contribui para o aproveitamento da introdução de novas tecnologias.



## 4. Modelo

Nessa seção, vamos apresentar um modelo que ilustra o efeito de inovações tecnológicas na agricultura que tronam a produção mais intensiva em terra ou em trabalho, sobre a alocação dos fatores de produção. O modelo que será apresentado é um desenvolvimento do modelo de Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016). Os autores consideraram uma economia aberta e pequena, em que os fatores de produção são fixos. Essa economia tem dois setores, o agrícola e o manufatureiro. Os dois produzem bens comercializáveis. O setor manufatureiro utiliza apenas trabalho na produção de seus bens, enquanto o setor agrícola utiliza trabalho e terra. O modelo que será discutido nessa seção parte das mesmas hipóteses, mas divide o fator trabalho em dois: trabalho qualificado e não qualificado, em que a oferta de cada tipo de trabalho é fixa.

A função de produção da manufatura é dada por:

$$Q_m = A_m L_m$$

em que  $Q_m$  é a produção de bens na manufatura,  $A_m$  é a produtividade do trabalho na manufatura e  $L_m$  é a quantidade de trabalho empregado na manufatura. Como dito antes, há dois tipos de trabalho, agregados sob uma Cobb-Douglas:

$$L_m = (A_{1m} L_{1m})^\alpha (A_{2m} L_{2m})^{1-\alpha}$$

em que  $A_{1m}$  e  $A_{2m}$  são a produtividade do trabalho não qualificado e qualificado na manufatura, respectivamente, e  $L_{1m}$  e  $L_{2m}$  são a quantidade de trabalho não qualificado e qualificado. O parâmetro  $\alpha$  é a elasticidade de substituição entre os dois tipos de trabalho na manufatura e pertence ao intervalo  $[0,1]$ .

A função de produção da agricultura é dada pela CES:

$$Q_a = A_N \left[ \gamma (A_L L_a)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) (A_T T)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

em que  $Q_a$  é a produção de bens na agricultura,  $A_L$  e  $A_T$  são, respectivamente, a produtividade do trabalho e da terra na agricultura,  $L_a$  é a quantidade de trabalho empregado na agricultura e  $T$ , a quantidade de terra,  $A_N$  é uma produtividade Hicks-neutra e o parâmetro  $\sigma$  é a elasticidade de substituição entre trabalho e terra. Os parâmetros  $\sigma$  e  $\gamma$  pertencem ao intervalo  $[0,1]$ . Mais uma vez, há dois tipos de trabalho, agregados sob uma Cobb-Douglas:

$$L_a = (A_{1a} L_{1a})^\beta (A_{2a} L_{2a})^{1-\beta}$$

em que  $A_{1a}$  e  $A_{2a}$  são, respectivamente, a produtividade do trabalho não qualificado e qualificado na agricultura e  $L_{1a}$  e  $L_{2a}$  são a quantidade de trabalho não qualificado e qualificado. O parâmetro  $\beta$  é a elasticidade de substituição entre os dois tipos de trabalho na agricultura e também pertence ao intervalo  $[0,1]$ .

A produtividade marginal do trabalho na agricultura é dada pela mesma função que em Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016):

$$MPL_a = \frac{\partial Q_a}{\partial L_a} = A_N A_L \gamma \left[ \gamma + (1-\gamma) \left( \frac{A_T T}{A_L L_a} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}}$$

Os autores argumentam que essa função mostra que um aumento em  $A_N$  e  $A_T$  aumenta a produtividade do trabalho ( $\partial MPL_a / \partial A_T > 0$  e  $\partial MPL_a / \partial A_N > 0$ ). Essa relação, contudo, não é clara para  $A_L$ . O efeito de  $A_L$  para a produtividade marginal do trabalho na agricultura depende da relação de substituição entre a terra e o trabalho, ou seja, do valor do parâmetro  $\sigma$ . Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016) concluem, então, que  $\partial MPL_a / \partial A_L < 0$  se  $\sigma < 1 - \Gamma$ , em que  $\Gamma \equiv L_a MPL_a / Q_a$  é a participação do trabalho na produção agrícola e  $1 - \Gamma \equiv TMPT / Q_a$  é a participação da terra. Quando  $\sigma < 1 - \Gamma$ , a terra e o trabalho são substitutos fracos. É fácil perceber que essas relações estabelecidas para  $MPL_a$  também são válidas para  $MPL_{1a}$  e  $MPL_{2a}$ , uma vez que  $MPL_{ia} = (\partial Q_a / \partial L_a) (\partial L_a / \partial L_{ia})$ , em que  $i$  é o tipo de trabalho e  $\partial L_a / \partial L_{ia} > 0$ .

Em equilíbrio, o produto marginal de cada tipo de trabalho deve igualar o salário nos dois setores:

$$w_1 = P_a MPL_{1a} = P_m MPL_{1m}$$

$$\Rightarrow P_a A_N A_L Y \left[ \gamma + (1 - \gamma) \left( \frac{A_T T_a}{A_L L_a} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} \beta A_{1a} \left( \frac{A_{2a} L_{2a}}{A_{1a} L_{1a}} \right)^{1-\beta} = P_m A_m \alpha A_{1m} \left( \frac{A_{2m} L_{2m}}{A_{1m} L_{1m}} \right)^{1-\alpha}$$

$$w_2 = P_a M P L_{2a} = P_m M P L_{2m}$$

$$\Rightarrow P_a A_N A_L Y \left[ \gamma + (1 - \gamma) \left( \frac{A_T T_a}{A_L L_a} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} (1 - \beta) A_{2a} \left( \frac{A_{1a} L_{1a}}{A_{2a} L_{2a}} \right)^\beta = P_m A_m (1 - \alpha) A_{2m} \left( \frac{A_{1m} L_{1m}}{A_{2m} L_{2m}} \right)^\alpha$$

A partir das condições de equilíbrio e da razão entre a participação da terra e do trabalho na produção agrícola, é possível concluir que  $\Gamma^* = \gamma \left( \frac{P_m}{P_a} \frac{A_m}{A_N A_L Y} \right)^{1-\sigma} \left( \frac{\partial L_a / \partial L_{1m}}{\partial L_a / \partial L_{2a}} \right)^{1-\sigma} = \gamma \left( \frac{P_m}{P_a} \frac{A_m}{A_N A_L Y} \right)^{1-\sigma} \left( \frac{\partial L_a / \partial L_{2m}}{\partial L_a / \partial L_{2a}} \right)^{1-\sigma}$ .

Respeitando  $\sigma < 1 - \Gamma^*$ , pode-se chegar a conclusões importantes a partir da derivação implícita das duas funções de equilíbrio:

$$\frac{\partial L_{1a}^*}{\partial A_L} < 0, \frac{\partial L_{2a}^*}{\partial A_L} < 0, \frac{\partial L_{1m}^*}{\partial A_L} > 0, \frac{\partial L_{2m}^*}{\partial A_L} > 0, \frac{\partial \frac{L_{1a}^*}{L}}{\partial A_L} < 0, \frac{\partial \frac{L_{2a}^*}{L}}{\partial A_L} < 0, \frac{\partial \frac{L_{1m}^*}{L}}{\partial A_L} > 0, \frac{\partial \frac{L_{2m}^*}{L}}{\partial A_L} > 0$$

$$\frac{\partial L_{1a}^*}{\partial A_T} > 0, \frac{\partial L_{2a}^*}{\partial A_T} > 0, \frac{\partial L_{1m}^*}{\partial A_T} < 0, \frac{\partial L_{2m}^*}{\partial A_T} < 0, \frac{\partial \frac{L_{1a}^*}{L}}{\partial A_T} > 0, \frac{\partial \frac{L_{2a}^*}{L}}{\partial A_T} > 0, \frac{\partial \frac{L_{1m}^*}{L}}{\partial A_T} < 0, \frac{\partial \frac{L_{2m}^*}{L}}{\partial A_T} < 0$$

Além disso,

$$\frac{\frac{\partial L_{2a}^*}{\partial A_L}}{\frac{\partial L_{1a}^*}{\partial A_L}} = \frac{\frac{\partial L_{2a}^*}{\partial A_T}}{\frac{\partial L_{1a}^*}{\partial A_T}} = \left( \frac{\beta}{1-\beta} \frac{L_{2a}}{L_{1a}} \right) \left( \frac{1-\alpha}{\alpha} \right)^2 \frac{A+B+C}{\left( \frac{1-\alpha}{\alpha} \frac{\beta}{1-\beta} \right)^2 (A + \frac{\beta}{1-\beta} B) + C}$$

$$\text{em que } A = P_a A_N A_L Y \left[ \gamma + (1 - \gamma) \left( \frac{A_T T_a}{A_L L_a} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} \beta (1 - \beta) \frac{A_{1a}}{L_{1a}} \left( \frac{A_{2a} L_{2a}}{A_{1a} L_{1a}} \right)^{1-\beta},$$

$$B = P_a A_N A_L Y \frac{1}{\sigma-1} \left[ \gamma + (1 - \gamma) \left( \frac{A_T T_a}{A_L L_a} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{2-\sigma}{\sigma-1}} (1 - \gamma) \frac{\sigma-1}{\sigma} \left( \frac{A_T T_a}{A_L L_a} \right)^{-\frac{1}{\sigma}} \frac{A_T T_a}{A_L} L_a^{-2} \left[ \beta A_{1a} \left( \frac{A_{2a} L_{2a}}{A_{1a} L_{1a}} \right)^{1-\beta} \right]^2 e$$

$$C = P_m A_m \alpha (1 - \alpha) \frac{A_{1m}}{L_{1m}} \left( \frac{A_{2m} L_{2m}}{A_{1m} L_{1m}} \right)^{1-\alpha}.$$

Como A, B, C são números reais positivos, a razão de substituição do trabalho qualificado pelo não qualificado depende essencialmente do valor dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  e da razão  $L_{2a}/L_{1a}$ , determinados empiricamente.

## 5. Metodologia

O modelo econométrico utilizado nas estimações que serão apresentadas na seção seguinte é o mesmo que o modelo utilizado por Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016). Trata-se de um modelo de primeiras diferenças definidas entre 2000 e 2010, a partir do qual pretende-se estimar o efeito da mudança tecnológica na soja e o no milho em variáveis socioeconômicas e demográficas, como salário médio, migração, nível de escolaridade, entre outras.

Para mensurar o efeito da mudança tecnológica, como já explicado na Seção 3, foram utilizados dados de produção potencial da base disponibilizada pela FAO-GAEZ. Como, nessa base, a produção potencial é calculada considerando características de solo e clima e sob diferentes tecnologias e combinações de insumos, é possível obter uma medida exógena dos efeitos da inovação tecnológica.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> No artigo de Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016), os autores testaram a relevância da medida de variação da produção potencial, obtida pelos dados da FAO-GAEZ, como instrumento para a introdução da semente de soja transgênica e do milho safrinha. Os resultados obtidos foram favoráveis, indicando que esses dados de fato poderiam ser utilizados como uma medida exógena

O modelo utilizado, portanto, é o seguinte:

$$\Delta y_j = \Delta \delta + \beta^{\text{soja}} \Delta A_j^{\text{soja}} + \beta^{\text{milho}} \Delta A_j^{\text{milho}} + \mathbf{X}'_{j,1991} \boldsymbol{\omega} + \Delta \varepsilon_j$$

em que,  $\Delta y_j$  é a diferença entre 2000 e 2010 da variável dependente em questão nos diferentes municípios,  $\Delta \delta$  é a variação dos efeitos fixos entre os mesmos anos,  $\Delta A_j^{\text{soja}}$  e  $\Delta A_j^{\text{milho}}$  são, respectivamente, a diferença entre a produção potencial da soja e do milho utilizando insumos de alta tecnologia e baixa tecnologia,  $\mathbf{X}'_{j,1991}$  é um vetor de características dos municípios em 1991 e  $\varepsilon_j$  são os resíduos.

As variáveis controle, representadas por  $\mathbf{X}'_{j,1991}$ , incluem o percentual da população rural, o percentual de alfabetizados e o logaritmo da renda per capita e da densidade populacional em 1991. Essas variáveis foram incluídas no modelo de Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016) com o objetivo de evitar que as estimações fossem influenciadas por tendências de transformação estrutural entre municípios, relacionadas ao nível inicial de desenvolvimento de cada um. A proporção de áreas urbanas é utilizada, porque a taxa de urbanização é maior nos municípios da costa brasileira e, no período analisado, houve muita migração rural-urbana.

Vale ressaltar ainda que a variável  $\Delta A_j^{\text{soja}}$  corresponde ao efeito empírico de uma mudança em  $A_L$ , do modelo teórico. A variável  $\Delta A_j^{\text{milho}}$ , por sua vez, corresponde ao efeito de uma variação em  $A_T$ .

## 6. Resultados

Nessa seção, vamos analisar os efeitos da introdução das inovações tecnológicas na soja e no milho em indicadores socioeconômicos. Primeiro, veremos a influência da variação da produção potencial para a composição setorial da mão de obra e os salários médios setoriais. Depois, iremos observar as consequências para o percentual de concluintes de diferentes níveis escolaridade, os salários e a migração por nível. Por último, avaliaremos os efeitos dessas inovações nos salários, migração e crescimento populacional dos municípios, assim como o comportamento da desigualdade salarial.

Em primeiro lugar, vamos dividir a economia dos municípios setorialmente, com o objetivo de avaliar os efeitos das mudanças tecnológicas agrícolas sobre a participação de cada setor da economia na mão de obra. Os resultados obtidos estão contidos na Tabela 8.

**Tabela 8. Efeito da Mudança Tecnológica na Agricultura sobre a Participação da Mão de Obra**

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Δ% Trabalhadores			
	Agropecuária	Indústria	Serviços	Outros
Δ Técnica na soja	-0.020*** (0.002)	0.020*** (0.002)	-0.002 (0.002)	0.001 (0.001)
Δ Técnica no milho	0.006*** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.000 (0.001)	-0.002*** (0.001)
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim
Observações	4,260	4,260	4,260	4,260
R-quadrado	0.075	0.066	0.100	0.044

Observações: A variação da participação da mão de obra por setor da economia foi calculada entre os anos de 2000 e 2010, utilizando dados dos Censos Demográficos desses anos. Todas as variáveis controle são do Censo Demográfico de 1991. Essa tabela foi reproduzida de Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016). Erro padrão robusto entre parênteses. Significância: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

para a semente geneticamente modificada e para a tecnologia que possibilita uma segunda safra de milho no ano. Também foram feitos testes de robustez para garantir que os resultados não estariam sendo afetados pela existência de algum padrão de correlação espacial.

A Tabela 8 foi reproduzida de Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016) e mostra que o aumento da produção potencial da soja tem uma relação negativa com a participação da agricultura no total da mão de obra. Nos municípios em que mais cresceu a produção potencial da soja, mais caiu a participação da agricultura na mão de obra. Como a inovação tecnológica da soja torna ela menos intensiva em trabalho, a diminuição da quantidade de trabalho necessário para seu cultivo faz com que caia a demanda por trabalhadores agrícolas. Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016) mostraram que a introdução da soja transgênica tende a aumentar a área de soja cultivada, a qual de fato aumentou ao longo da última década. Essa expansão da área de cultivo, que poderia aumentar a demanda por trabalhadores agrícolas, por exigir um número maior de trabalhadores para cultivar toda a extensão da terra, foi superada pela redução da intensidade do trabalho com a mudança na lavoura. Além disso, como a soja é uma das culturas menos intensivas em trabalho, a expansão da área plantada sobre a de outros produtos agrícolas (mais intensivos em trabalho), faz com que a demanda por trabalhadores no setor agrícola seja reduzida ainda mais. Dessa forma, a introdução da soja transgênica afeta também a participação da agricultura no total da mão de obra. A queda na demanda por trabalhadores agrícolas faz com que estes tenham que mudar de setor ou ainda fiquem desempregados.

A inovação tecnológica no milho, por sua vez, torna o cultivo mais intensivo em trabalho. O aumento na quantidade de trabalhadores necessários para o cultivo do milho com a introdução do milho safrinha faz com que a demanda por trabalhadores agrícolas aumente. Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016) mostraram que, assim como a soja, a inovação tecnológica do milho está associada a uma expansão da área cultivada do produto. A expansão da área de milho sobre a de outros produtos agrícolas menos intensivos em trabalho aumenta ainda mais a demanda por mão de obra agrícola. O aumento na demanda por trabalhadores atrai estes fazendo com que a participação da agricultura no total da mão de obra aumente.

A Tabela 8 mostra também que existe uma relação positiva entre a produção potencial da soja com a participação da indústria no total da mão de obra. Nos municípios em que mais aumentou a produção potencial da soja, mais aumentou a participação da indústria no total da mão de obra. Os coeficientes da participação da agropecuária e da indústria inclusive tem valor igual, indicando que os trabalhadores poupados pela expansão do cultivo da soja se encaminharam para a indústria.

No caso do milho, os coeficientes da segunda linha da Tabela 8 mostram que nos municípios em que o aumento de sua produção potencial foi maior, a participação da indústria e de outras atividades caiu. Dessa forma, o aumento do número de trabalhadores na agricultura, decorrente da inovação tecnológica do milho, ocorreu em detrimento da mão de obra da indústria e de outras atividades.

Além disso, fica evidente que as mudanças técnicas na soja e no milho nos municípios não afetam a participação dos serviços na mão de obra de maneira significativa localmente.

Focando agora nos salários médios setoriais, a Tabela 9 mostra os resultados da correlação entre os salários médios e a variação tecnológica na soja e no milho.

**Tabela 9. Efeito da Mudança Tecnológica na Agricultura sobre o Salário Médio Setorial**

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Δ Ln Salário Médio			
	Agropecuária	Indústria	Serviços	Outros
Δ Técnica na soja	0.090*** (0.010)	-0.022* (0.013)	0.003 (0.007)	0.033*** (0.008)
Δ Técnica no milho	-0.027*** (0.004)	0.014*** (0.005)	-0.002 (0.003)	-0.007* (0.003)
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim
Observações	4,258	4,220	4,260	4,260
R-quadrado	0.095	0.034	0.018	0.203

Observações: A variação do log-salário médio por setor da economia foi calculada entre os anos de 2000 e 2010, utilizando dados dos Censos Demográficos desses anos. Os salários foram deflacionados para reais de julho de 2000 e consideram apenas trabalhadores empregados com 16 a 55 anos de idade. Todas as variáveis controle são do Censo Demográfico de 1991. Erro padrão robusto entre parênteses. Significância: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

No caso da soja, o aumento da produção potencial tem relação positiva com o salário médio da agricultura e de outras atividades. Ou seja, nos municípios em que a produção potencial cresceu mais, mais cresceu o salário médio nas categorias mencionadas. Bustos, Caprettini e Ponticelli (2016) perceberam que a mudança tecnológica na soja apresenta correlação positiva com a produtividade de seu cultivo. O aumento da produtividade da soja, por sua vez, pode provocar um crescimento dos salários dos trabalhadores agrícolas. Quanto à indústria, a relação obtida é negativa. Como vimos, a introdução da inovação tecnológica da soja faz com que caia a demanda por mão de obra agrícola, deslocando trabalhadores da agropecuária para a indústria. O aumento da oferta de trabalho nesse setor pode provocar queda em seu salário médio.

No caso do milho, observa-se exatamente o contrário. Nos municípios em que mais cresceu a produção potencial, menos aumentou o salário médio da agropecuária e de outras atividades. Uma interpretação análoga pode ser feita. A inovação tecnológica no milho diminuiu a produção por trabalhador, dado que essa inovação torna o cultivo mais intensivo em trabalho. A diminuição na produtividade faz com que o salário médio da agricultura diminua. Além disso, com o aumento da demanda por mão de obra no setor agrícola, trabalhadores da indústria se deslocaram para a agropecuária, diminuindo a oferta de mão de obra industrial e aumentando os salários médios do setor.

Vamos avaliar agora que tipo de trabalhador é expulso da agropecuária e atraído para a indústria pela inovação na soja e que é atraído da indústria para a agropecuária no caso do milho. Os resultados estão apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10. Efeito da Mudança Tecnológica na Agricultura sobre o Percentual de Trabalhadores por Setor e Escolaridade**

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes			
	Δ% Trabalhadores			
	Agropecuária		Indústria	
	Não Escolarizados	Escolarizados	Não Escolarizados	Escolarizados
Δ Técnica na soja	-0.019*** (0.002)	0.002** (0.001)	0.011*** (0.001)	0.004*** (0.001)
Δ Técnica no milho	0.004*** (0.001)	0.001** (0.000)	-0.003*** (0.001)	0.000 (0.000)
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim
Observações	4,260	4,260	4,260	4,260
R-quadrado	0.151	0.244	0.031	0.205

Observações: A variação da participação da mão de obra por setor e por nível de escolaridade sobre o total de trabalhadores da economia foi calculada entre os anos de 2000 e 2010, utilizando dados dos Censos Demográficos desses anos. Foram considerados apenas os trabalhadores com 25 anos de idade ou mais. Excluiu-se da amostra trabalhadores cuja atividade e/ou nível de escolaridade declarados eram mal definidos. Foram considerados escolarizados indivíduos que completaram oito anos ou mais de estudo (pelo menos ensino fundamental completo). Todas as variáveis controle são do Censo Demográfico de 1991. Erro padrão robusto entre parênteses. Significância: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

As colunas 1 e 2 da Tabela 10 mostram que quem saiu do setor agropecuário por influência da inovação tecnológica na soja foram os indivíduos não escolarizados. Ao mesmo tempo, é possível observar um pequeno aumento no percentual da população qualificada no setor. Também se nota que os municípios com maior variação na produção potencial da soja foram os que mais aumentaram o percentual de trabalhadores dos dois grupos de escolaridade na indústria, mas os percentual de não escolarizados aumentou em maior magnitude. Assim, os indivíduos que saíram da agropecuária se dirigiram a indústria, aumentando o percentual de não escolarizados no setor.

Quanto às consequências da inovação no milho, é possível observar que os trabalhadores que se deslocaram da indústria para a agropecuária foram os não qualificados. Além disso, a inovação está positivamente correlacionada com o aumento do percentual dos dois grupos de escolaridade na agricultura, sendo a magnitude do aumento do percentual de escolarizados um quarto da dos não escolarizados.

Em suma, a Tabela 10 mostra que a inovação na soja expulsou trabalhadores não qualificados da agricultura, os quais se encaminharam para a indústria. A inovação no milho, por outro lado, atraiu para a agropecuária trabalhadores não escolarizados da indústria.

Por fim, a Tabela 10 cria algumas evidências a favor do modelo exposto na Seção 4. O modelo previa um aumento do percentual de indivíduos qualificados e não qualificados na agropecuária por influência da inovação técnica no milho ( $A_T$ ) e uma diminuição de ambos na indústria. A inovação técnica na soja ( $A_L$ ) teria efeito oposto. Com exceção do aumento no percentual de indivíduos escolarizados na agropecuária por influência da inovação na soja, os outros resultados da Tabela 10 estão de acordo com o modelo. Devemos notar ainda que o modelo partia da hipótese de uma oferta de trabalho qualificado constante, o que não parece ter ocorrido, como será visto adiante. Esse fato explica a diferença nos resultados previstos e obtidos.

Observando agora a relação entre as inovações tecnológicas agrícolas e os níveis de escolaridade da população, a Tabela 11 mostra que a mudança tecnológica da soja tem uma relação positiva com o percentual de adultos com oito anos de estudo ou mais. Ou seja, em áreas nas quais houve maior aumento da produção potencial, mais cresceu o percentual de indivíduos escolarizados. Esses resultados estão de acordo com as pesquisas de Bragança (2016) e Foster e Rosenzweig (1996), que encontraram correlações positivas entre a inovação tecnológica agrícola e o crescimento de níveis relativamente baixos de escolaridade. Também convergem com a teoria de Galor e Moav (1999), cujo modelo prevê um aumento da escolaridade dos indivíduos com o crescimento da taxa de mudança tecnológica.

Uma possível explicação para esse resultado é que o avanço tecnológico na região, com a introdução de técnicas mais avançadas no cultivo da soja, tenha trazido a esses municípios algum desenvolvimento, incluindo a instalação de escolas e aumento da quantidade de vagas, como argumentam Foster e Rosenzweig (1996). O aumento da escolaridade também pode ser explicado pela seleção de trabalhadores de acordo com a demanda da tecnologia por capital humano, como defendem Bragança (2016), Lagakos e Waugh (2013) e Young (2013). Nessa perspectiva, o aumento da escolaridade teria ocorrido pela migração de trabalhadores mais qualificados, capazes de gerar maiores lucros com a inovação. Por último, pode-se seguir a teoria de Galor e Moav (1999), que argumentam que o aumento da taxa de crescimento tecnológico faz aumentar o retorno das habilidades, fazendo com que mais indivíduos procurem se escolarizar.

A diferença na produção potencial do milho, por outro lado, parece não influenciar significativamente o grau de escolaridade dos municípios. Uma possível explicação é que a inovação técnica no milho não dependa de trabalhadores mais qualificados para que a produtividade da cultura aumente. Também é possível que ela não aumente o retorno de se possuir habilidades e, assim, não crie incentivos para obtenção de mais anos de estudo.

Verificando a migração de adultos nos últimos dez anos por nível de escolaridade, conclui-se que os municípios em que mais cresceu a produção potencial da soja, mais aumentou o percentual de migrantes com oito anos de estudo ou mais e menos cresceu o percentual de migrantes não escolarizados. Isso indica que a inovação na soja tende a atrair pessoas mais qualificadas. Ou seja, pelo menos em parte, o aumento da escolaridade pode ser explicado por seleção, resultado que entra de acordo com as teorias de Bragança (2016), Lagakos e Waugh (2013) e Young (2013).

A inovação no milho, por sua vez, parece atrair adultos não escolarizados, indicando que a seleção de trabalhadores qualificados não é relevante nesse caso.

**Tabela 11. Efeito da Mudança Tecnológica na Agricultura sobre o Nível de Escolaridade**

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes		
	$\Delta\%$ Escolarizados	$\Delta\%$ Migrantes	
		Não Escolarizados	Escolarizados
$\Delta$ Técnica na soja	0.478*** (0.124)	-0.596*** (0.124)	0.167*** (0.061)
$\Delta$ Técnica no milho	0.029 (0.055)	0.242*** (0.056)	0.006 (0.026)
Controles	Sim	Sim	Sim

Observações	4,260	4,260	4,260
R-quadrado	0.121	0.059	0.058

Observações: A variação do percentual de escolarizados e do percentual de migrantes por nível de escolaridade foram calculadas entre os anos de 2000 e 2010, utilizando dados dos Censos Demográficos desses anos. Foram considerados migrantes apenas indivíduos que migraram com 25 anos de idade ou mais e que se estabeleceram no município há menos de 10 anos. Foram considerados escolarizados indivíduos que completaram oito anos ou mais de estudo (pelo menos ensino fundamental completo) e que possuem 25 anos de idade ou mais. As variáveis dependentes foram multiplicadas por 100. Todas as variáveis controle são do Censo Demográfico de 1991. Erro padrão robusto entre parênteses. Significância: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

O impacto da inovação no cultivo do milho e da soja no salário médio está representado na Tabela 12.

**Tabela 12. Efeito da Mudança Tecnológica na Agricultura sobre o Salário Médio por Nível de Escolaridade**

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes	
	Δ Ln Salário Médio	
	Não Escolarizados	Escolarizados
Δ Técnica na soja	0.046*** (0.006)	0.040*** (0.007)
Δ Técnica no milho	-0.013*** (0.003)	-0.006* (0.003)
Controles	Sim	Sim
Observações	4,260	4,260
R-quadrado	0.023	0.069

Observações: A variação do log-salário médio por nível de escolaridade foi calculada entre os anos de 2000 e 2010, utilizando dados dos Censos Demográficos desses anos. Os salários foram deflacionados para reais de julho de 2000 e consideram apenas trabalhadores empregados com 25 a 55 anos de idade. Foram considerados escolarizados indivíduos que completaram oito anos ou mais de estudo (pelo menos ensino fundamental completo). Todas as variáveis controle são do Censo Demográfico de 1991. Erro padrão robusto entre parênteses. Significância: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

Começando pela população qualificada, observa-se que seu salário médio cresceu mais nos municípios que tiveram a maior mudança na produção potencial da soja e cresceu menos conforme a variação na produção potencial do milho. No caso da soja, o aumento do salário médio da população escolarizada pode ser explicado pelo aumento do retorno de se possuir habilidades a partir do crescimento da taxa de mudança técnica (GALOR; MOAV, 1999). Isso faria com que mais trabalhadores procurassem se escolarizar ou com que fossem atraídos trabalhadores mais qualificados, provocando o aumento do percentual de indivíduos escolarizados, observado na Tabela 11. No caso do milho, o crescimento de sua taxa de inovação não aumenta o retorno de se possuir habilidades, possivelmente porque torna o cultivo menos produtivo. Em consequência, a inovação no milho também não influencia o crescimento da oferta de trabalhadores mais qualificados.

Considerando a população não qualificada, observa-se que a inovação na soja influenciou seus salários de maneira positiva e a inovação no milho, negativamente. No caso da soja, vimos que a inovação associada a ela tende a expulsar trabalhadores não qualificados, como mostra a Tabela 11. Assim, os trabalhadores não qualificados que se mantêm na economia são os mais habilidosos, o que causa um aumento no salário desses trabalhadores. Outra justificativa é a possibilidade de que o trabalho de indivíduos qualificados e não qualificados sejam complementares. Assim, o aumento da produtividade dos indivíduos escolarizados, devido à inovação tecnológica, endogenamente afetaria a produtividade dos não escolarizados, influenciando positivamente os seus salários (MORETTI, 2010). No caso do milho, uma interpretação análoga pode ser feita. A Tabela 11 mostra que o milho tende a atrair para a economia indivíduos não escolarizados, que seriam os menos habilidosos dentro do grupo. Isso poderia provocar uma queda no salário médio dos não qualificados.

Considerando os resultados apresentados, vamos verificar o efeito das mudanças tecnológicas sobre a variáveis relativas à economia dos municípios como um todo. Iniciando com a análise da influência da mudança tecnológica agrícola para o salário médio do conjunto da economia, a Tabela 13 mostra que nos municípios em que a variação técnica da soja é maior, mais o salário médio total cresceu. A mudança técnica no milho, por sua vez, apresentou correlação negativa com crescimento do salário médio.

Como vimos na Tabela 8, a inovação técnica na soja expulsou trabalhadores da agropecuária para a indústria. Como o setor industrial tem um salário médio superior ao da agropecuária (igual a R\$719,49 e R\$544,36, respectivamente, em 2010), como visto na Tabela 1, o deslocamento de trabalhadores deste para aquele, somado ao crescimento do salário médio agropecuário, faz com que o salário médio total cresça. Isso ocorre mesmo com a diminuição do salário da indústria, que não é suficiente para igualar os salários entre os setores. No caso da inovação no milho, o oposto ocorre. O deslocamento de trabalhadores do setor industrial para a agropecuária, cujo salário é afetado de maneira negativa pela inovação, faz o salário médio total diminuir, dado que o salário médio da agropecuária é inferior ao da indústria.

Outro ponto importante para determinar esse aumento do salário médio pela inovação na soja é o fato de que, como visto na Tabela 11, ela atrai pessoas mais escolarizadas para a economia, que recebem melhores salários e expulsa as menos qualificadas, que recebem salários piores, aumentando, assim, o salário médio total. No caso do milho, são atraídas pessoas não qualificadas, piorando o salário médio do município.

Além disso, conforme mostra a Tabela 13, a variação na produção potencial parece não influenciar o crescimento da população. Por outro lado, quanto ao percentual de migrantes, a soja apresentou correlação negativa e o milho positiva. O aumento no percentual de migrantes, no caso do milho, pode ser explicado pela migração de trabalhadores agrícolas pouco qualificados para estes municípios com o aumento da demanda por mão de obra no setor, enquanto a diminuição do percentual de migrantes no caso da soja pode ser explicada pela expulsão dos trabalhadores menos qualificados.

**Tabela 13. Efeito da Mudança Tecnológica na Agricultura sobre o Salário Médio, a Migração e o Crescimento da População**

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes		
	$\Delta$ Ln Salário Médio	$\Delta$ % Migrantes	$\Delta$ Ln População
$\Delta$ Técnica na soja	0.060*** (0.005)	-0.004*** (0.002)	-0.007 (0.004)
$\Delta$ Técnica no milho	-0.017*** (0.002)	0.003*** (0.001)	0.001 (0.002)
Controles	Sim	Sim	Sim
Observações	4,260	4,260	4,260
R-quadrado	0.072	0.040	0.100

Observações: A variação do logaritmo do salário médio, do percentual de migrantes e do logaritmo da população foram calculadas entre os anos de 2000 e 2010, utilizando dados dos Censos Demográficos desses anos. O salário foi deflacionado para reais de julho de 2000 e considera apenas trabalhadores empregados com 16 a 55 anos de idade. Foram considerados migrantes apenas indivíduos que migraram com 25 anos de idade ou mais e que se estabeleceram no município há menos de 10 anos. Todas as variáveis controle são do Censo Demográfico de 1991. Erro padrão robusto entre parênteses. Significância: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

Observando agora indicadores de desigualdade, a primeira coluna da Tabela 14 mostra o efeito da inovação sobre a diferença entre o salário dos trabalhadores qualificados e não qualificados. Em primeiro lugar, se observa que a soja não teve efeito significativo sobre a variação na diferença do salário médio dos trabalhadores dos dois níveis de escolaridade no total da economia. A inovação no milho, por sua vez, aumentou a diferença salarial entre qualificados e não qualificados. Esses resultados são consistentes com os que foram obtidos na Tabela 12.

A segunda coluna da Tabela 14, por sua vez, mostra o resultado para a distribuição de renda dada pela divisão entre o terceiro e o primeiro quartis de salário por setor da economia. O menor número que o



índice atinge 1, que indica completa igualdade entre os salários. Quanto maior for o índice, mais desigual é a distribuição.

Podemos observar que nos municípios em que mais aumentou a produção potencial da soja, mais bem distribuídos se tornaram os salários do conjunto da economia. A mudança técnica da soja fez com que trabalhadores da agropecuária se deslocassem para a indústria e que o salário da agropecuária subisse. Na indústria, a média salarial é mais alta do que na agropecuária. Assim, com o aumento dos salários do setor de renda mais baixa concomitantemente com o deslocamento dos trabalhadores desse setor para um com melhor salário, a distribuição de salários no total da economia tende a melhorar. Além disso, como visto na Tabela 11, a inovação na soja tende a expulsar trabalhadores menos qualificados, que recebem os piores salários, contribuindo para melhorar a desigualdade.

No caso do aumento da produção potencial do milho, ao mesmo tempo em que a agropecuária, setor de salários mais baixos, tem uma desaceleração do crescimento de seu salário médio, o dos setores de salários superiores crescem ainda mais, piorando, assim, a distribuição total. Além disso, como visto na primeira coluna da Tabela 14, a inovação no milho aumentou o salário médio dos trabalhadores qualificados, que recebem os melhores salários, em relação aos não qualificados, o que contribuiu para o aumento da desigualdade. Por último, devemos considerar ainda que, como visto na Tabela 11, a inovação no milho tende a atrair trabalhadores menos qualificados, que recebem piores salários, aumentando, assim, a desigualdade.

**Tabela 14. Efeito da Mudança Tecnológica na Agricultura sobre a Distribuição dos Salários por Setor**

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes	
	Diferença entre o $\Delta$ Ln Salário Médio de Trabalhadores Qualificados e Não Qualificados	$\Delta$ 3 <sup>o</sup> /1 <sup>o</sup> Quartil do Salário Médio
$\Delta$ Técnica na soja	-0.006 (0.009)	-0.076*** (0.023)
$\Delta$ Técnica no milho	0.008** (0.004)	0.044*** (0.011)
Controles	Sim	Sim
Observações	4,260	4,241
R-quadrado	0.042	0.192

Observações: A primeira variável dependente consiste na diferença da variação entre 2000 e 2010 do log-salário médio dos trabalhadores qualificados e dos não qualificados. A segunda variável dependente é a variação da divisão entre quartis de salário médio entre os anos de 2000 e 2010. As duas variáveis foram calculadas utilizando dados dos Censos Demográficos desses anos. Os salários foram deflacionados para reais de julho de 2000 e consideramos apenas trabalhadores empregados com 16 a 55 anos de idade. Excluiu-se da amostra trabalhadores cuja atividade e/ou nível de escolaridade declarados eram mal definidos. Foram considerados escolarizados indivíduos que completaram oito anos ou mais de estudo (pelo menos ensino fundamental completo). Todas as variáveis controle são do Censo Demográfico de 1991. Erro padrão robusto entre parênteses. Significância: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

## 7. Conclusão

Esse estudo tem como objetivo investigar o impacto de um aumento de produtividade na agricultura sobre o emprego, salários e distribuição salarial no Brasil. Para isso, estimamos a correlação entre a introdução de inovações técnicas na soja e no milho que tornam a produção agrícola mais e menos intensiva em trabalho, respectivamente, e indicadores socioeconômicos de áreas mínimas comparáveis brasileiras. Particularmente, vimos o efeito dessas inovações sobre os salários médios, o nível de escolaridade e demanda por nível, a distribuição salarial e a migração intermunicipal brasileira.

De maneira geral, pode-se concluir que a soja transgênica, que aumenta a produção por trabalhador na agricultura, tem impactos positivos nos indicadores vistos. Como a inovação na soja torna o cultivo menos intensivo em trabalho, a demanda por mão de obra agrícola diminui e, conseqüentemente, reduz a participação do setor na mão de obra total. Esses trabalhadores se encaminham, então, para a indústria, cuja

participação aumenta. O aumento da oferta de trabalhadores na indústria pressiona o salário do setor para baixo, enquanto o aumento da produtividade na agropecuária faz com que os salários médios agrícolas cresçam (BUSTOS; CAPRETTINI; PONTICELLI, 2016).

Observou-se também que os trabalhadores expulsos da agropecuária pela inovação na soja foram os não qualificados, que, então, se encaminharam para a indústria. Além disso, o aumento na variação da produção potencial da soja faz crescer o retorno de se possuir habilidades e, conseqüentemente, de trabalhadores mais qualificados, que se adaptam melhor às inovações (GALOR; MOAV, 1999). Assim, o salário médio das pessoas com oito anos ou mais de estudo cresceram. O crescimento do retorno das habilidades incentiva os indivíduos a buscarem melhores níveis de escolaridade (GALOR; MOAV, 1999), aumentando o percentual de indivíduos qualificados e diminuindo o de não qualificados. O aumento do nível de escolaridade ocorre, em parte, pela migração de trabalhadores mais qualificados para os municípios com maior variação na produção potencial. A inovação aumenta a demanda por capital humano, necessário para que se obtenha maior aproveitamento das mudanças e se atinja melhores níveis de produtividade, induzindo esse fluxo migratório (BRAGANÇA, 2016). Também é possível notar uma diminuição na taxa de migração e no percentual dos não qualificados. Como a inovação na soja tende a expulsar indivíduos não escolarizados, os que se mantêm no município são os mais habilidosos, o que provoca um crescimento no salário médio também desse grupo.

Como consequência das mudanças na composição setorial e salários da mão de obra provocadas pela introdução da inovação na soja, somada ao fato de que ela tende a expulsar os trabalhadores menos qualificados, que recebem os piores salários, o salário médio total cresce, a taxa de migração diminui (saem os trabalhadores menos qualificados) e os salários se tornam mais bem distribuídos.

O milho safrinha, que diminui a produção por trabalhador, por outro lado, apresentou impactos piores nos indicadores socioeconômicos estudados. Como a inovação torna o cultivo mais intensivo em trabalho, a demanda por mão de obra agrícola cresce, assim como a participação do setor na mão de obra total. Esses trabalhadores são atraídos da indústria e de outras atividades, cujas participações na mão de obra diminuem. O aumento da oferta de trabalhadores na agropecuária somado à redução da produtividade do setor, pressionam os salários dos agricultores para baixo (BUSTOS; CAPRETTINI; PONTICELLI, 2016). O decréscimo na oferta de trabalhadores industriais, por sua vez, melhora o salário médio do setor.

Quanto às variáveis de escolaridade, observou-se que os trabalhadores atraídos da indústria para a agropecuária pela inovação no milho foram os não qualificados. Além disso, o aumento na produção potencial do milho parece influenciar de maneira negativa o retorno de se possuir habilidades ou uma qualificação mais alta. Isso indica que a mudança técnica no milho não aumenta a demanda por capital humano e, portanto, não depende da melhor qualificação dos trabalhadores para atingir melhores resultados, até porque ela torna o cultivo menos produtivo. Não aumentando o retorno da qualificação, a mudança na variação da produção potencial do milho não cria incentivos para obtenção de melhores níveis de escolaridade e nem atraem imigrantes com melhor qualificação. Também é possível notar um aumento na taxa de migração e no percentual dos não qualificados. Como a inovação no milho tende a atrair para a economia indivíduos não escolarizados, que seriam os menos habilidosos dentro do grupo, o salário médio dos não escolarizados decresce.

Mais uma vez, como consequência das mudanças na composição setorial e salários da mão de obra provocadas pela introdução da inovação no milho, somada ao fato de que ela tende a atrair para a economia os trabalhadores menos qualificados, que recebem os piores salários, o salário médio total decresce, a taxa de migração aumenta (entram os trabalhadores menos qualificados) e a distribuição dos salários piora.

Em suma, a inovação da soja expulsou os piores trabalhadores da agricultura para a indústria e a inovação do milho atraiu os piores trabalhadores da indústria para a agricultura. Isso pode explicar todos os resultados que tivemos. No caso da inovação na soja houve aumento do salário médio total, diminuição da taxa de migração (saem os menos qualificados), aumento do salário médio da agricultura e diminuição da indústria, aumento do percentual e taxa de migração de indivíduos escolarizados, aumento do salário médio dos não escolarizados e escolarizados e diminuição da desigualdade salarial. A inovação no milho, por sua vez, provocou redução do salário médio total, aumento da taxa de migração (entram os menos qualificados), aumento do salário médio na indústria e redução na agricultura, aumento da taxa de migração

de indivíduos não qualificados, diminuição do salário médio dos qualificados e não qualificados e aumento da desigualdade salarial.

Assim, os resultados das duas inovações tecnológicas tem efeitos praticamente opostos nas variáveis analisadas. A inovação tecnológica na agricultura não pode ser generalizada. Seus efeitos para a produção, ou seja, se tornam o cultivo mais ou menos intensivo em trabalho ou terra e se aumentam ou diminuem a produtividade da terra ou do trabalho, importam para os resultados. A inovação tecnológica que aumenta a produção por trabalhador, tomando a soja transgênica como exemplo, parece influenciar de maneira mais positiva e relevante os indicadores socioeconômicos dos municípios afetados, melhorando os salários, escolaridade e distribuição salarial. A inovação que torna o trabalho menos produtivo, mesmo aumentando a produção total, tem impactos piores nas variáveis estudadas. Tomando o milho safrinha como exemplo, os salários médios tendem a diminuir, assim como a distribuição salarial, sem que o nível de escolaridade seja afetado de maneira relevante.

## 8. Bibliografia

ACEMOGLU, Daron. Technical Change, Inequality, and the Labor Market. **Journal of Economic Literature**, v. 40, n. 1 p. 7-72, 2002.

BARBOSA, Marcelo Ponte, PETTERINI, Francis Carlo; FERREIRA, Roberto Tatiwa. Avaliação do Impacto da Política de Interiorização das Universidades Federais sobre as Economias Municipais. In: **Anais do XLIII Encontro Nacional de Economia**. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós graduação em Economia, 2016.

BARBOSA FILHO, Fernando de Holanda; PESSÔA, Samuel. Retorno da educação no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 38, n. 1, p. 97-125, 2008.

BARRO, Robert J.; LEE, Jong-Wha. A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010. **Journal of Development Economics**, v. 104, p. 184-198, 2010.

BARRO, Robert J.; SALA-I-MARTIN, Xavier. **Economic Growth**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1995.

BENHABIB, Jess; SPIEGEL, Mark. M. The Role of Human Capital in Economic Development. Evidence from Aggregate Cross-Country data. **Journal of Monetary Economics**, v. 34, p. 143-173, 1994.

BRAGANÇA, Arthur Amorim. Three Essays on Rural Development in Brazil. **Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro**, 2014.

BUSTOS, Paula; CAPRETTINI, Bruno; PONTICELLI, Jacopo. Agricultural Productivity and Structural Transformation: Evidence from Brazil. **American Economic Review**, v. 106, n. 6, p. 1320-1365, 2016.

BUSTOS, Paula; GARBER, Gabriel; PONTICELLI, Jacopo. Capital Allocation Across Sectors: Evidence from a Boom in Agriculture. **Banco Central do Brasil**, n. 414, 2016.

CHAUVIN, Juan Pablo; GLAESER, Edward; MA, Yueran; TOBIO, Kristina. What is Different About Urbanization in Rich and Poor Countries? Cities in Brazil, China, India and the United States. **Journal of Urban Economics**, v. 98, p. 17-49, 2017.

FLORAX, Raymond J. G. M. **The University: A Regional Booster? Economic Impacts of Academic Knowledge Infrastructure**. Aldershot: Avebury, 1992.

FOSTER, Andrew D.; ROSENZWEIG, Mark R. Technical Change and Human-Capital Returns and Investments: Evidence from the Green Revolution. **The American Economic Review**, v. 86, n. 4, p. 931-953, 1996.

GALOR, Oded; MOAV, Omer. Ability-Biased Technological Transition, Wage Inequality, and Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 115, n. 2, p. 469-497, 2000.

- GOLDSMITH, Peter D.; GUNJAL, Kisan; NDARISHIKANYE, Barnabé. Rural–Urban Migration and Agricultural Productivity: The Case of Senegal. **Agricultural Economics**, v. 31, p. 33-45, 2004.
- GOLLIN, Douglas; PARENTE, Stephen; ROGERSON, Richard. The Role of Agriculture in Development. **American Economic Review**, v. 92, n. 2, p. 160–64, 2002.
- HORNBECK, Richard; KESKIN, Pinar. **Does Agriculture Generate Local Economic Spillovers? Short-Run and Long-Run Evidence from the Ogallala Aquifer**. National Bureau of Economic Research, (NBER Working Paper n. 18416), 2002.
- HORNBECK, Richard; NAIDU, Suresh. When the Levee Breaks: Black Migration and Economic Development in the American South. **American Economic Review**, v. 104, n.3, pp. 963–90, 2014.
- JACINTO, Paulo Andrade. **Produtividade nas Empresas: uma Análise a Partir da Escolaridade e da Dispersão da Produtividade**. In: Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante. (Org.). *Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes*. Brasília, v. 1, p. 255-276, 2015.
- KRUEGER, Alan. B.; LINDAHL, Mikael. **Education for Growth: why and for whom?** National Bureau of Economic Research (NBER Working Paper n. 7591), 2000.
- LAGAKOS, David; WAUGH, Michael E. Selection, Agriculture, and Cross-Country Productivity Differences. **The American Economic Review**, v. 103, n. 2, p. 948-980, 2013.
- LANGONI, Carlos Geraldo. **As Causas do Crescimento Econômico do Brasil**. Rio de Janeiro: Anpec, 1974.
- MENEZES-FILHO, Naercio Aquino.; OLIVEIRA, Alison Pablo; ROCHA, Roberto Hsu; KOMATSU, Bruno Kawaoka. **O Impacto do Ensino Superior sobre o Trabalho e a Renda dos Municípios Brasileiros**. Centro de Políticas Públicas do Insper (Policy Paper n. 20), 2016.
- MICHAELS, Guy; RAUCH, Ferdinand; REDDING, Stephan. J. Urbanization and Structural Transformation. **Quarterly Journal of Economics**, v. 27, n. 2, p. 535–86, 2012.
- MINCER, Jacob. **Schooling, Experience, and Earnings**. NBER books, 1974.
- MORETTI, Enrico. **Local Labor Markets**. National Bureau of Economic Research (NBER Working Paper n. 15947), 2010.
- NUNN, Nathan; QIAN, Nancy. The Potato's Contribution to Population and Urbanization: Evidence from a Historical Experiment. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 126, n. 2, p. 593-650, 2011.
- PRITCHETT, Lant. **Where Has All the Education Gone?** The World Bank (World Bank Policy Research Working Paper n. 1581), 1996.
- SILVA, Felipe; MENEZES-FILHO, Naercio Aquino; KOMATSU, Bruno Kawaoka. **Evolução da Produtividade no Brasil: Comparações Internacionais**. Centro de Políticas Públicas do Insper (Policy Paper n. 15), 2016.
- TAVARES, Jean Max; ATALIBA, Flávio; CASTELAR, Ivan. Mensuração da Produtividade Total dos Fatores para os Estados Brasileiros, sua Contribuição ao Crescimento do Produto e Influência da Educação: 1986-1998. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 32, n. Especial p. 633-653, 2001.
- VRIES, Gaaitzen de; TIMMER, Marcel; VRIES, Klaas de. **Patterns of Structural Change in Developing Countries**. Groningen Growth and Development Centre, University of Groningen, 2014.
- VIEIRA, Caterina Soto; MENEZES-FILHO, Naercio Aquino; KOMATSU, Bruno Kawaoka. **Como as Mudanças no Trabalho e Renda dos Pais afetam as Escolhas entre Estudo e Trabalho dos Jovens?** Centro de Políticas Públicas do Insper (Policy Paper n. 18), 2016.