PURPOSE

Develop a **decision-support tool** (DST) that aids in the **al**location of healthcare workers to provinces, using needs and employee preferences as key factors in allocation

PARTNERS

- Public Health Informatics (PHII) Institute at the Task Force for Global Health
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC)
- Georgia Tech
- Mozambique Ministry of Health



CONTEXT

- Assignment of healthcare workers in Mozambique, Africa, is not optimized
- There are approximately 3 doctors and 21 nurses per 100,000 people.¹
- For over half the population, the nearest health facility is at least an hour walk away.²
- Healthcare workers are in high demand, and their distribution throughout Mozambique is critical to the success of the healthcare system.

MOZAMBIQUE WORKFORCE ALLOCATION

EMILY GOODING, COLLEEN GOOTEE, AND MONICA VILLARREAL, PH.D. ADVISED BY LORI HOUGHTALEN, PH.D., PINAR KESKINOCAK, PH.D. AND JULIE SWANN, PH.D.

OPTIMIZATION FRAMEWORK

Optimization Model

<u>Maximize</u> (i.e., choosing the best among feasible choices of assignments):

- the rewards (preference scores) from assigning workers to their preferences,
- minus the penalties that result from not fulfilling a percentage of demand

Subject to constraints:

- Each worker can be assigned to at most one location
- Cannot assign more workers than the demanded by the location
- Cannot violate budget constraints (if any)
- Fixed workers must be assigned to their fixed location
- Some workers may only be assigned to one of their choices (or not be assigned at all)

Decision Variables

- Employee *x_i* placed in location *j* Xij
- Percentage of employee type *t* demand met in location *j* α_{tj}

Objective Function

sum of all penalties for not meeting each province's employee demand

										Î PH	III.org	5
		Ir	np	ut fi	les -	Excel	User I	nt	erfa	ce		
	tome Deve	sloper Insert Page Layout Fo	ormulas Da	ita Review View D	eveloper Acrobat	WorkforceAssignmentTooLv41 - Mic	crosoft Excel	-	-			
0 0 5 0	ut opy + ormat Painter erd /a	Calibri $ 11 \rightarrow \mathbf{A}^* \mathbf{A}^* $ B $\mathcal{I} = \underline{0} + = - = \frac{0}{0} + \mathbf{A} + \frac{0}{0}$ Fort		参・ III Wrap Text 使使 図 Merge & Center - Alignment	General → S + % → *# 23 Number →	Boosal Fernat Every Coll Bad	d Good Neutral elanotory Input Linked Cell Styles	Calculatio	Insert Delete Forma Cells	Σ AutoSum * Ame Pite * Zit Q Cear * Sort & Editing	Find & Select -	
M		(* 🍂 123456790										
	8	c	D	E	F G	H I	J K	L	M N	0	P	
	Clear	Worker Settings	- Geoder	- Study Location	· Coord Mc Coord M.	Worker Tune	s	Adjusted	Potential Fixed Assign to F	YES NO ixed Do NOT Assign O	utside Number o	D WORKE
-	173456789	Abiba Johar Ussene	F	Inhambane	-23.88154 35.392404	Enfermeira Saude M Técnico de Saut	de Técnico de Saúde-Enfermei 6440	- Serie I	- Location - Location	• of Preferencesh	3	Gaza
	123456790	Abrantes cesar Ferreira	м	Maputo-Cidade	-25.962961 32.582931	Tecnico De Cirurgia / Técnico Superio	Técnico Superior de Saúde i 16899				1.5	
	123456791	Abreu Francisco do Rosário	м	Nampula	15.118447 39.26697	Tecnico De Medicina Técnico de Saúd	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Nampul
	123456792	Abudo Ibraimo	M	Nampula	-15.118447 39.26697	Enfermeiro Geral Técnico de Saúd	de Técnico de Saúde-Enfermei 6440				3	Nampul
	123456795	Adelaide Paula Teodósio da Trin	ndF	Nampula	 15.118447 39.26697 	Agente De Medicina Assistente Técr	nic Assistente Técnico de Saúd 5058				3	Nampul
	123456798	Adélia Manuel Mobiha	F	Nampula	 15.118447 39.26697 	Agente De Medicina Assistente Técr	no Assistente Técnico de Saúd 5058				3	Nampul
	123456799	Adélio Francisco Domingos	м	Tete	·16.159666 33.589767	Tecnico De Farmacia Técnico de Saúd	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Nampul
	123456801	Aiça Ussene Dauto Salé Lopes	15	Nampula	-15.118447 39.26697	Tecnico De Medicina Técnico de Saús	de Técnico de Saúde-Tecnico I. 6440				3.	Nampul
	123456804	Alcina Albino Chulledo Inácio	1 C	Inhambana	-23.88154 35.20037	Agence de Medicina Assistence Tech Enformeira Sauda M Técnico de Saud	Tácnico de Solide Enfermei 6440				3	Inhamh
	123456809	Alfreu Fernando Pisseoue	M	Namoula	15 118447 39 26697	Ternico De Medicina Técnico de Sala	de Técnico de Saúde-Tecnico (6440				2	Namoul
	123456812	Amélia Alfiado Penicela	F	Inhambane	-23.88154 35.392404	Enfermeira Saude M Técnico de Saús	de Técnico de Saúde-Enfermei 6440				3	Inhambi
	123456815	Amélia Ernesto Taulufo	F	Inhambane	-23.88154 35.392404	Enfermeira Saude M Técnico de Saúd	de Técnico de Saúde-Enfermei 6440				3	Maputo
	123456819	Amina Lopes Cassia	F	Nampula	 15.118447 39.26697 	Agente De Medicina Assistente Técn	Ne Assistente Técnico de Saúd 5058				3	Nampul
	123456820	Amir Domingos Lopes	м	Nampula	-15.118447 39.26697	Tecnico De Medicina Técnico de Saúo	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Nampul
	123456821	Amirone Hilário Pedro Munaitel	haM	Nampula	15.118447 39.26697	Tecnico De Medicina Técnico de Saúa	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Manica
	123456826	Ana Maria Luis Bambo		Inhambane	-23.88154 35.392404	Entermeira Saude M Técnico de Sauc	ne Tecnico de Saude-Enfermei 6440				3	Tete
	123456933	Ancha Manuel	-	Namoula	-23.88134 33.392404	Agente De Medicina Assistante Tecnico de Sauc	Assistente Técnico de Soúd 5059				3	Name
	123456825	André Cigarro Júnior	M	Namoula	-15.118447 39.26697	Tecnico De Medicina Técnico de Saúa	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Name
	123456837	Angelina Alfredo Massalo		Nampula	-15.118447 39.26697	Enfermeiro Geral Técnico de Saúd	de Técnico de Saúde-Enfermei 6440				3	Nampul
	123456839	Anita Albano Chimue	F	Tete	-16.159666 33.589767	Tecnico De Mecanici Técnico de Saúo	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Tete
	123456841	António Augusto Sassiu Viagem	1 M	Tete	·16.159666 33.589767	Tecnico De Mecanici Técnico de Saús	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Nampul
	123456842	António Francisco Timane	м	Tete	·16.159666 33.589767	Tecnico De Mecanici Técnico de Saúo	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Maputo
	123456843	António Muca Nagira	м	Nampula	-15.118447 39.26697	Enfermeiro Geral Técnico de Saús	de Técnico de Saúde-Enfermei 6440				3	Nampul
	123456844	Aquila Leandro Dotinho Meque		Teto	-16.159666 33.589767	Enfermeiro Assistente Técr	Assistente Técnico de Saúd 5058				3	Tete
	113456845	Argena All Muchilipo		Nassa	-11.891619 37.041863	Enrermeira Saude M'Assistente Tech	Assistente Técnico de Soud 3038				3	Tete
	173454848	Armando Manuel Massurue	M	Inhambane	-13.110997 37.20097	Tecnico De Medicina Assistence Tech	Tácnico de Saúde Tecnico I 6440					Gaza
	123456850	Armindo Alberto Baulene	M	Tete	16.159666 33.589767	Tecnico De Mecanica Técnico de Saúa	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Tete
	123456851	Armindo Jorge	M	Nampula	-15.118447 39.26697	Tecnico De Medicina Técnico de Saúo	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Cabo De
	123456852	Arone Cufa Juliasse	M	Teto	·16.159666 33.589767	Tecnico De Farmacia Técnico de Saúo	de Técnico de Saúde-Tecnico E 6440				3	Manica
	123456853	Arone Erasmo Joaquim	M	Nampula	15.118447 39.26697	Tecnico De Medicina Técnico de Saús	de Técnico de Saúde-Tecnico I. 6440				3	Niessa
	123456856	Atanasia Bacar Momade	1	Nampula	-15.118447 39.26697	Agente De Medicina Assistente Técn	Assistente Técnico de Saúd 5058				3	Nampul
	123456857	Atanásio Tomás Macopolo	M	Nampula	-15.118447 39.26697	Enfermeiro Geral Técnico de Saús	de Técnico de Saúde-Enfermei 6440				3	Nampul
	173456858	Atija Palisto Augusto	1.	Nampula	15.118447 39.26697	Enfermeiro Geral Técnico de Saúo	de Técnico de Saúde-Enfermei 6440				3	Nampul
	123456859	Augusto Arlindo Singua		Nampula	-15.118447 39.26697	Agente De Medicina Assistente Técr	Assistente Técnico de Soúd 5058				3	Nampul
	Contract Section 1	Macillo Aninamo		Name is a	15 118447 39 26697	coonte de Montrina Accidante Térre	Assistante Terriro de Solut 5058					The second se



Input to Workforce Allocation Tool

- **Cadres** (List of cadres, subtypes/levels of cadres (for salaries), default salaries for each combination
- **Demand locations** (list of demand locations & coordinates, budget, demand by cadre type (number of workers))
- **Workers** (NUIT/name, location, cadre type/subtype/level, salary, worker fixed location, worker location preference by rank)











Maximize reward of placing employee x_i in one of his/her preferred locations less the

								PHII.org						
Output files – Read Results														
					WorkforceAssignmentTool.	41 - Microsoft Excel								
Developer Insert Page Layout	Formulas Data	Review View	Developer Acrobat											
Calibri - 11 - A*		In the second sector		· 1843	HIR	11 2 3	E Auto	Sun · Ar an						
Campin I I I I I I I I I I I I I I I I I I I		In the second second		- Conditional	C1990	Invest Delet	Fill -							
er B X D -	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	C Manual Merge of C	enter - 3 • % • 76	Formatting	as Table -	a men ven	* Q Clear	* Filter * Select *						
ra Font	Align	ment	Number	.04	Styles	Cell		Editing						
• (* J• 3	1													
C	D	E	F	G	Н	- I	W	X Y AA						
v Name	Location Assignment	• Preference	v Preference Weight	Gender	Study Location	v Locations Pair	Adjusted	(Alloca						
s15 Amelia Ernesto Tauluto 819 Amina Lones Cassia	Cabo Delgado	2	2	F	Namoula	Namoula-Cabo Delgado	366.021541	Agente De Ma Assistente Térr 5058						
120 Amir Domingos Lopes	Sofala	2	2	M	Namoula	Nampula-Sofala	727.1804209	Tecnico De Mi Técnico de Saúr 6440						
21 Amirone Hilário Pedro Muni	ait Tete	2	2	14	Nampula	Nampula-Tete	618.9990807	Tecnico De McTécnico de Saúc 6440						
26 Ana Maria Luís Bambo	Sofala			F	Inhambane	Inhambane-Sofala	439.4660914	Enfermeira Sa Técnico de Saúc 6440						
29 Ananias Fernando	Tete	1	3	M	Inhambane	Inhambane-Tete	879.2777356	Enfermeiro G(Técnico de Saúc 6440						
33 Ancha Manuel	Nampula	1	3	F	Nampula	Nampula-Nampula	0	Agente De Me Assistente Técr 5058						
335 André Cigarro Júnior	HCM			м	Nampula	Nampula-HCM	1392.386761	Tecnico De McTécnico de Saúc 6440						
 Angelina Alfredo Massalo Anita Albano Chimue António Augusto Sassiu Viaj António Francisco Timane 	Maputo-Provincia rem			F	Nampula	Nampula-Maputo-Provincia	1382.64423	Entermeiro Gi Tecnico de Sauc 6440						
43 António Muca Nagira 44 Âquila Leandro Dotinho Mer	Maputo-Provincia			м	Nampula	Nampula-Maputo-Provincia	1382.64423	Enfermeiro GrTécnico de Saúc 6440						
345 Argélia Ali Muchilipo	Sofala	3	1	F	Niassa	Niassa-Sofala	934.7514038	Enfermeira Sa Assistente Técr 5058						
46 Artindo Albino Cerlino Dias	Tete	1	3	M	Nampula	Nampula-Tete	618.9990807	Agente De McAssistente Técr 5058						
948 Armando Manuel Massuque 850 Armindo Alberto Baulene	Maputo-Provincia	2	2	м	Inhambane	Inhambane-Maputo-Provincia	357.8488589	Tecnico De Mi Tecnico de Sauc 6440						
51 Armindo Jorge	Cabo Delgado	1	3	M	Nampula	Nampula-Cabo Delgado	373.289488	Tecnico De McTécnico de Saúc 6440						
52 Arone Cufa Juliasse	Manica	1	3		Tete	Tete-Manica	331.5292653	Tecnico De Fai Técnico de Saúc 6440						
56 Atanasia Barar Morenda	Nampula	1	3	F	Namoula	Nampula Nampula	432.1106535	Agente De Ma Assistente Trice 6059						
157 Atanásio Tomás Macopolo	HCM	1.5		M	Nampula	Nampula-HCM	1392.386761	Enfermeiro Gr Técnico de Saúc 6440						
58 Atija Palisto Augusto	HCM			F	Nampula	Nampula-HCM	1392.386761	Enfermeiro GeTécnico de Saúc 6440						
59 Augusto Arlindo Singua	Cabo Delgado	2	2	M	Nampula	Nampula-Cabo Delgado	373.289488	Agente De McAssistente Técr 5058						
861 Basilio Abinamo	Niassa	2	2	м	Nampula	Nampula-Niassa	432.1106533	Agente De Me Assistente Técn 5058						
63 Beatriz José Manuel	HCM			2	Nampula	Nampula-HCM	1392.386761	Entermeiro GeTécnico de Saúc 6440						
so4 Belarmina dar Florer 111	n Sofala	2	1	2	Innambane	Inhambane-Inhambane	429 4660914	Enfermeira Sa Técnico de Sauc 6440						
66 Belarmino Eduardo Miguel	Manica	2	2	M	Tete	Tete-Manica	331.5292653	Tecnico De Fai Técnico de Saúc 6440						
67 Belmira Alberto Maheme	Manica	2	2	F	Inhambane	Inhambane-Manica	568.35929	Enfermeiro GeTécnico de Saúc 6440						
868 Belo Ernesto Numisso	Tete	1	3	M	Nampula	Nampula-Tete	618.9990807	Agente De McAssistente Técr 5058						
869 Benedito Alberto Rapiola Fa	ra Sofala	2	2	M	Nampula	Nampula-Sofala	727.1804209	Tecnico De McTécnico de Saúc 6440						
871 Benedito Benedito Valiz	Manica	1	3	м	Nampula	Nampula-Manica	769.9111871	Tecnico De McTécnico de Saúc 6440						
872 Benigna Ricardo João Mucal	Inhambane	1	3	E.	Inhambane	Inhambane-Inhambane	0	Enfermeiro GeTécnico de Saúc 6440						
573 Benilde Alfiado Massingue S	siginnambane	1	3	E	Inhambane	Innambane-Inhambane	0	Entermeiro Gr Técnico de Saúc 6440						
875 Bernardino António Musum	innambane HCM	1	3	M	Innambane	Tete-HCM	1096 15059	Entermeiro Ge Tecnico de Saúc 6440						
876 Bernardo Matusse					. eve		1000-10000	recirco de rai recirco de 34000440						

The decision-support tool:

- healthcare employee.
- needed for successful operation
- each province.

- for HCWs
- services

This project has continued in collaborate on with government health agencies and non-governmental organizations. A decision support tool was built by Dr. Monica Villarreal that incorporates mathematical models and allows users to see the impact of various changes in the system. The tool has been deployed for assisting in making human resource decisions. This media article documents the collaboration with the Task Force for Global Health, the Centers for Disease Control and Prevention, and Mozambique.

Rosenberg, Mark, MD, MPP. "Development of Healthcare Workforce Allocation Tool Demonstrates Real Collaboration Among Atlanta-based Global Health Organizations," Thought Leaders: Global Health The Saporta Report, 8 January 2015. Web. 11 November 2015.

DST OVERVIEW

Includes an optimization model with a user interface and basic analysis capability

Recommends the optimal location to place each

Maximizes employee satisfaction as represented by

their preferred locations subject to limitations defined by demand and other facility-specific information

Inputs include information about each employee, the demand in each province, and the available budget in

IMPLEMENTATION

Pilot testing of the tool in early 2015 Deployment in June 2015, during the allocation period

HCW shortages will continue to be an issue in the scaleup of HIV services in Mozambique, the deployment of the workforce allocation tool helps close some gaps in





l. Source: *Mozambique Overview*. [cited 2013 9 September]; Available from: http://healthqual.org/mozambiqu

Source: USAID. Global Health. Where We Work 8679; Available from: http://www.usaid.gov/mozambique/global-health

^{3.} Source: Organization, W.H., WISN: Workload Indicators of Staf⁶ing Need, User-s Manual. 2010: Switzerland. p. 52.