



Australian Government

Geoscience Australia

Department of Climate Change and Energy Efficiency

AusAID



Record 2012/55 | GeoCat 73844

Avaliasaun vulnerabilidade impaktu husi mudansa klima ba bee-rai-okos iha Timor-Leste

Luke Wallace, Baskaran Sundaram, Ross S. Brodie, Sarah Marshall, Samantha Dawson, John Jaycock, Gerard Stewart and Lindsay Furness.



Prepara ba Governu Austrália Departementu Mudansa Klima no Efisiénsia Enérgia **Jullu 2012**

Avaliasaun vulnerabilidade impaktu husi mudansa klima ba bee-rai-okos iha Timor-Leste

PREPARA BA GOVERNUN ASTRÁLIA DEPARTEMENTU MUDANSA KLIMA NO
EFISIÊNCIA ENÉRJIA

HUSI GEOSCIENCE AUSTRALIA

Jullu 2012

husi

Luke Wallace¹, Baskaran Sundaram¹, Ross S. Brodie¹, Sarah Marshall¹, Samantha Dawson¹, John Jaycock¹, Gerard Stewart¹ and Lindsay Furness²



Australian Government

Geoscience Australia

Department of Climate Change and Energy Efficiency

AusAID



-
1. Geoscience Australia
 2. Projeitu BESIK, Edifisiu EDTL, Dili, Timor Leste

Disclaimer:

Relatóriu ne'e prepara ona husi **Geoscience Australia** ba Governu Austrália, representa-nia Departementu Mudansa Klima no Efisiénsia Enérgia (DCCEE). Apoiu fundu ba prepara relatóriu ne'e fô husi Programa Asisténsia Stratégia Adaptasaun, ne'ebé implementa husi DCCEE.

Relatóriu ne'e inklui hanoin no rekomendasaun husi parte terseiru sira no la nesesariamente refleta hanoin husi Governu Australia, ka indika komitmentu polítika ka kauza asaun partikular ruma.

Mezmu iha ona esforsu maka'as atu asegura integridade, prezisaun no konfiabilidade matéria ne'ebé hakerek iha dokumentu ne'e, nein-ida husi *Commonwealth* nomós **Geoscience Australia** garantia katak informasaun iha relatóriu ne'e ses husi erru no omisaun. *Commonwealth* no **Geoscience Australia** la simu forma liabilidade, tantu kontratuál, ekstrakontratuál ka forma selseluk, ba kontiúdu relatóriu ka konsekuénsia ruma hamosu husi utilizaun ka konfiansa ruma fô ba ne'e. Matéria iha dokumentu ne'e hanesan informasaun jerál de'it, no iha intendementu katak Governu Austrália la fô akonsellamentu profesionál ba asuntu partikular. Molok atu halo asaun ka desizaun ruma bazeia ba materiá ne'e sani-nain sira tenke hetan konsellu propriu husi profesional independente.

Nota Direitu-autor:

© *Commonwealth* husi Austrália 2012

Servisu ne'e hetan lisensa tuir *Creative Commons Attribution 3.0 Australia Licence*. Atu hetan kopia lisensa ne'e, haré <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/au/>.

Departementu Mudansa Klima no Efisiénsia Enérgia afirma direitu ba hetan rekoiñesimentu hanesan na'in ba direitu kopia husi matéria orijinal liu-hosi maneira tuir-mai:



© *Commonwealth* Austrália (Departementu Mudansa Klima no Efisiénsia Enérgia) 2012.

ISSN 1448-2177

ISBN 978-1-922103-75-8 (PDF, Tetum)

ISBN 978-1-922103-76-5 (Print, Tetum)

ISBN 978-1-922103-63-5 (PDF, English)

ISBN 978-1-922103-64-2 (Print, English)

GeoCat # 73844

Referénsia Bibliográfiku: Wallace, L., Sundaram, B. Brodie, R. S., Marshall S., Dawson, S., Jaycock J., Stewart G. no Furness, L., 2012. *Avaliasaun vulnerabilidade impaktu husi mudansa klima ba bee-rai-okos iha Timor-Leste*. Rekorda 2012/55. Geoscience Australia: Canberra.

Sumáriu Eksekutivu

Timor-Leste nia Ekonomia no meu-subsisténsia nia povu depende maka'as ba rekursu bee-rai-okos ne'ebé mak sensitivu ba mudansa klima. Mudansa iha udantau no tasi-been sa'e ne'ebé kauza husi mudansa klima bele fô risku liu-tan ba bee iha rai-okos. Sustentabilidade bee iha rai-okos ohin-loron barak mak ladauk hatene; ne'ebé mak hetan impaktu husi mudansa klima ba qualidade no kuantidade disponibilidade bee iha rai-okos. Iha ekspektasaun husi redúzaun ba disponibilidade bee iha rejiaun barbarak no nesesidade ba bee-rai-okos aumenta, presaun ba rekursu bee-rai-okos sei sai boot-liu tan iha futuru. Ladauk bele atu sukat impaktu husi mudansa klima ba rekursu bee-rai-okos sein estabelese uluk liña-baze kompriêndesaun oinnusa sistema bee-rai-okos funsiona tuir kondisaun klima oras ne'e. Kompriêndesaun detallu liu-tan presiza kona-bá oinnusa presaun husi mudansa klima no bomba bee-rai-okos sei influénsia disponibilidade no qualidade bee-rai-okos ba jestaun bee iha futuru.

Geoscience Australia, iha parseiru ho Governu Timor-Leste-nia Diresaun Nasionál ba Jestaun Rekursu Bee (DNGRA), Programa Abastesimentu Bee no Sanitasaun Rural (BESIK), no Austrália nia Departementu Mudansa Klima no Efisiénsia Enérjia (DCCEE) hahú projetu '*Avaliasaun Impaktu husi Mudansa Klima ba Bee-rai-okos iha Timor-Leste*' iha 2010, apoiu fundu husi Programa Asisténsia Stratejia Adaptasaun Pasifiku iha Governu Australia-nia Inisiativa Internasionál Adaptasaun ba Mudansa Klima. Projetu nia objetivu atu harí Timor-Leste nia ajénsia bee sira-nia kapasidade atu avalia, halo monitoriamentu no jere rekursu bee-rai-okos wainhira akontese mudansa klima.

Relatóriu ne'e sumárizar rezultadu husi Geoscience Australia relasiona ba projetu nia impaktu nomós rezultadu selseluk kona-bá: 1) hidrojeolójia Timor-Leste; 2) matadalan ba monitoriamentu bee-rai-okos no sampel; 3) levantamentu jeofizikal husi area estudu kazu tolu (relatóriu CSIRO; 4) Guia metodolójia treinamentu GIS prodúz ona hanesan rezultadu hosi projetu ne'e; 5) katalogu daduskoletanea no rejistu dadus; Treinamentu no *workshop* halao ona iha Timor-Leste kona-bá utiliza feramentu monitoriamentu no analiza informasaun kona-bá bee-rai-okos. Projetu ne'e dezentolve ona rekursu fundamentu no feramentu hodi tulun avalia, halo monitoriamentu no halo jestaun ba rekursu bee-rai-okos wainhira iha mudansa klima. Rezultadu fundamentu sira sumariza hanesan tuir-mai.

Dezenvolvimentu Mapa Hidrojeolójia Nasionál ida ba Timor-Leste

Rezultadu fundamentu ida husi projetu mak dezenvolvimentu enkuadramentu hidrojeolójikál nasionál ida no mapa hidrojeolójikál. Enkuadramentu ne'e deskretu métodu ida atu kolekta, kategoriza, halo mapa no monitoriamente ba rekursu bee-rai-okos liu-hosi kombina koiñesimentu no aprosimasaun bazeia ba dadus. Nomós, enkuadramentu ne'e utiliza ona iha estudu hodi kria mapa hidrojeolójikál foun ida ba Timor-Leste. 'Mapa Hidrojeolójikál Timor-Leste' ne'e hanesan mapa premeira vez ne'ebé prodúz ona ba nasaun ne'ebé habiban tipu aquíferu atu bele konsistentemente identifika iha eskala nasionál no too ba padraun internasionál ida. Tipu aquíferu prinsipál tolu mak identifika ona: Aquíferu fatuk porosidade sedimentária ho porosidade intergranulár asosiadu ho kadalak mota no area tetuk sira iha tasi-ibun; aquíferu fizuradu formasaun karstiku ho fatuk kalkáriu; no fatuk ho fluxu lokalizadu kompostu husi fatuk fraturadu no sedimentu tahu. Mapa ne'e fô baze ida ba peskiza no jestaun rekursu bee liu-hosi sistematikamente reatualiza koiñesimentu no dadus kona-bá bee-rai-okos nasionál Timor-Leste oras ne'e.

Estudu Kazu Peskiza iha Terrenu

Aprosimasaun fatin estudu kazu fô biban ba halo análise detallu iha area reprezentativu sira hodi kompriênde propriêdade sira husi tipu aquíferu ne'ebé diferente. Fatin estudu kazu tolu eskollia ona hodi representa tipu aquíferu prinsipál tolu iha Timor-Leste ne'ebé identifika ona iha mapa hidrojeolójia. Tipu aquíferu tolu ne'ebé foka iha estudu ne'e karakterístika liu-hosi 1) observasaun diréta, 2) análise kímika ba bee, no 3) levantamentu iha terrenu bazeia ba jeofizikal. Meta husi

karakterizasaun ne'e atu determina propriedade fundamentu husi fluxu bee-rai-okos no kualidade iha kada aquifêru. Adisionálmente, levantamentu iha Timor-Leste laran hala'o ona iha terrenu hodi konfirma no hadi'ak-tan mapa hídrojeolójia nasionál.

Rezultadu prinsipál husi peskiza kona-bá aquifêru no rekursu bee-rai-okos inklui:

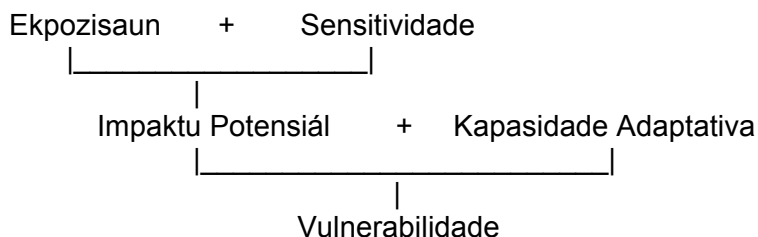
- Aquifêru Timor-Leste ne'ebé sistematikamente tau iha mapa ba tipu prinsipál tolu maka Intergranulár, Fizuradu no Lokalizadu, bazeia ba guia internasionál;
- Aquifêru hothotu hatudu nivel estruturál heterojeneidade ás ne'ebé hatudu bee-rai-okos nia sulin sei afetadu husi fatór lokál, presiza atu analiza lokal detaillu liu tan;
- Maioria Timor-Leste nia bee-rai-okos oras ne'e iha kualidade di'ak tebes, alein iha intruzaun tasi been iha tasi ibun, no kualidade no korente bee sulin diferente amplamente;
- Aquifêru sedimentária intergranulár hatudu ona iha tasi-ibun Timor-Leste, sulin hamutuk besik kanál mota, no susseptivél ba redúz armajeín no intruzaun husi tasibeen tanba mudansa iha presipitasaun no nivel tasi sa'e, liu-liu iha area kaptasaun bee lihun sira;
- Aquifêru fizuradu karstiku prinsipálmente iha parte leste Timor-Leste no prodúz bee-rai-okos susseptivél ba mudansa iha presipitasaun no responde lalais tebes (sazonalmente)liu-hosi elevasaun topografiku ampla; no
- Aquifêru fráturadu lokalizadu ne'e prinsipálmente iha parte oeste Timor-Leste no prodúz bee-rai-okos ne'ebé susseptivél ba presipitasaun, responde lalais tebes (sazonalmente) ba iha topografiku lokalizadu fatin ás sira balun.

Treinamentu ba Staf iha Timor-Leste

Treinamentu halao ona husi Geoscience Australia hodi hasa'e koiñesimentu no kapasidade staf sira husi governu Timor-Leste. Atividade ida ne'e konsentra liu ba rezultadu husi monitoriamentu, mapeamentu no analiza hídrojeolójia husi estudu ne'e. Treinamentu ida ne'e halo ho partisipasaun husi staf 15 ne'ebé mai husi diresaun relevante governu Timor-Leste (inklui jestaun bee, jeolójia, ambiente no BESIK). Atividade sira ne'ebé halo ona inklui: 1) kursu fundamentu kona-bá bee-rai-okos; 2) teória, no prátika utiliza ekipamentu ba halo monitoriamentu iha aula-laran no ba iha terrenu; 3) teória kona-bá halo mapa nasionál rekursu bee-rai-okos; 4) entrega mapa dijital GIS husi daduskoletanea nasionál; no 5) halo jestaun no analiza dadus.

Avaliasaun Vulnerabilidade husi bee-rai-okos ba Mudansa Klima

Adisionálmente ba avalia 'impaktu' mudansa klima ba rekursu bee-rai-okos, avaliasaun ida kona-bá 'vulnerabilidade' bee-rai-okos ba efetu mudansa klima halo ona liu-hosi inkorpora kapasidade adaptativa husi jestaun bee-rai-okos iha Timor-Leste. Vulnerabilidade hanesan funsaun ida husi ekspozisaun, sensitividade no kapasidade adaptativa hanesan deskreve iha kuadru vulnerabilidade tuirmai iha okos. Iha estudu ne'e vulnerabilidade husi rekursu bee-rai-okos ba mudansa klima avalia ona husi Geoscience Australia ne'ebé hafoin kontinua husi Universidade Charles Darwin-CDU (iha relatóriu ketak akompañia mós, Myers et al., 2011) ne'ebé avalia ona vulnerabilidade husi ema sira ne'ebé mak depende ba rekursu bee husi rai-okos.



Enkuadramentu Vulnerabilidade (Schröter et al., 2004)

Ameasa prinsipál rua husi impaktu potensiál mudansa klima ba bee-rai-okos mak 1) mudansa iha presipitasaun no 2) nivel tasi sa'e. Mezmu mudansa oitoan mak predikte ba total presipitasaun

tintinan, prediksaun ba tempu wailoro naruk sei fô presaun adisionál ba rekursu bee-rai-okos liu-hosi hanaruk periodu tensaun bee-rai-okos. Estimativasaun nivel tasi sa'e milimetru 9 kada tinan ne'e boot-liu médiu tektóniku Timor ne'ebé sa'e milimetru 0.5 kada tinan. Aumentu iha nivel tasi bele kauza tasibeen sulimai rai no tama ba aquíféru sira. Vulnerabilidade husi tipu aquíféru tolu ne'e hasoru ameasa husi mudansa klima prinsipál rua ne'e avalia ona liu-hosi enkuadramentu iha leten no tabulasaun iha-okos.

Tabela Vulnerabilidade Aquíféru ein Jerál

Tipu Aquíféru	Vulnerabilidade ba mudansa presipitasaun	Vulnerabilidade ba Nivel tasi sa'e
Intergranulár (Kaptasaun luan) Intergranulár (Kaptasaun klot)	Médiu (PI = H, AC = H) Ás (PI = H, AC = L)	Médiu (PI = H, AC = H) Ás (PI = H, AC = L)
Fizuradu (Topográfia Ás) Fizuradu (Topográfia Badak)	Ás (PI = H, AC = L) Médiu (PI = M, AC = M)	Kiik (PI = L, AC = M) Médiu (PI = L, AC = L)
Lokalizadu (Topográfia Ás) Lokalizadu (Topografiku Badak)	Ás (PI = H, AC = L) Médiu (PI = M, AC = M)	Kiik (PI = L, AC = M) Médiu (PI = L, AC = L)

Klase Vulnerabilidade: Ás = impaktu potensíal ás + kapasidade adaptativa kiik; Médiu = impaktu potensíal hanesan ho kapasidade adaptativa; no Kiik = impaktu potensíal kiik + kapasidade adaptativa ás. PI – Impaktu potensíal; AC – Kapasidade Adaptativa .

Aquíféru sira ho vulnerabilidade ás-liu ba mudansa klima mak aquíféru intergranulár kosteira ho area kaptasaun klot nomós aquíféru fizuradu lokalizadu iha topografiku ás-liu. Hanesan hatudu ona iha rezultadu peskiza fundamentu sira iha leten, area sira ne'e iha 'impaktu potensíal' ás husi mudansa iha presipitasaun no/ka nivel tasi sa'e. Kombinadu ho 'kapasidade adaptativa' limitadu, area sira ne'e iha vulnerabiliade ás ba mudansa klima ne'ebé predikte ona sei mosu iha futuro.

Opsaun Adaptasaun Potensíal

Sasukat adaptasaun prioridade potensíal hirak tuir-mai hatoo ona ba Timor-Leste atu tulun redúz vulnerabilidade bee-rai-okos:

- Programa tarjetu hodi halo monitoriamentu ba bee-rai-okos;
- Hadi'ak kapasidade, edukasaun no fô treinamentu;
- Halo jestaun integradu ba bee-rai-okos no rai-fohon utiliza aprosimasaun jestaun adaptativa;
- Dezenvolve polítika no lejislasaun;
- Dezenvolvimentu institusionál no kapasidade húmanu;
- Halo jestaun ba rekarga aquíféru;
- Halo mudansa ba uzu rai; no
- Harí infraestrutura ne'ebé amigável ho ambiente.

Gap Koiñesimentu no Rekomendasaun ba kontinua servisu

Gap boot balun kona-bá koiñesimentu ita-nian mak 1) Timor-Leste nia karakterístika rekursu bee-rai-okos (hanesan medida, lokalizasaun, dinámiku no sustentabilidade husi ekstrasaun) atu bele monitoriza no bele jere; 2) interaksaun no konektividade entre bee-rai-okos no bee-rai-fohon (inklui mota, lagua no beematan); no 3) ameasa potensíal ba rekursu bee-rai-okos (e.g. kontaminante). Kontinua servisu ba avalia impaktu mudansa klima tenke foka ba:

- Karakterizasaun detaillu husi tipu aquíféru iha eskala lokál;
- Dezenvolvimentu mapa rekarga nasional;
- Dezenvolvimentu rede monitoriamentu ba tarjetu;
- Kontinua halo monitoriamentu ne'ebé sistemátiku ba bee-rai-okos; no
- Halo avaliasaun viabilidade ba opsaun adaptasaun ba mudansa klima.

Kontiúdu

Intródusaun	1
Meta	1
Nesesidade halo avaliasaun husi impaktu mudansa klima ba bee-rai-okos	1
Strutura Relatóriu	2
Métodu Projetu	2
Antesidente	4
Karakterístika biojeografikal	4
<i>Klima</i>	5
<i>Jeolójia</i>	5
<i>Rai</i>	8
<i>Uzu rai</i>	8
<i>Rekursu Bee</i>	11
Sistema bee-rai-okos no aquíferu.....	11
<i>Movimentu Bee-rai-okos</i>	11
<i>Aquíferu Karakterístika mak Aquíferu ne'ebé influénsia movimentu bee-rai-okos</i>	12
<i>Rekarga Bee-rai-okos</i>	13
<i>Bee-rai-okos-interaksaun ho iha bee-rai-fohon</i>	14
<i>Monitoriamentu ba Bee-rai-okos</i>	15
Bee-rai-okos iha Timor-Leste	15
<i>Aquíferu husi Bee-rai-okos iha Timor-Leste</i>	15
<i>Impaktu husi ekstrasauun bee-rai-okos ba disponibilidade no kualidade bee</i>	16
<i>Kontaminasaun ba Bee-rai-okos</i>	16
Mudansa klima no Timor-Leste	16
<i>Klima Timor-Leste atuál</i>	17
<i>Projeksaun mudansa klima ba Timor-Leste iha futuru</i>	21
Sumáriu	24
Dezenvolvimentu mapa hidrojeolójia nasionál ba Timor-Leste	25
Antesidente	25
Intródusaun	25
Enkuadramentu hidrojeolójia	26
<i>Métodu Enkuadramentu Hidrojeolójia</i>	26
Mapiamentu hidrojeolójia	28
<i>Padraun Internasionál</i>	28
<i>Objetivu</i>	29
<i>Kompelasaun</i>	29
<i>Limitasaun</i>	30
Influénsia ba hidrojeolójia iha Timor-Leste.....	30
<i>Jeolójia</i>	30
Hidrojeolójia Timor-Leste	31
<i>Divizaun Prinsipál Hidrojeolójia</i>	31
<i>Porosidade Intergranulár (Sedimentária)</i>	31
<i>Porosidade Fizuradu (Karstiku)</i>	32
<i>Porosidade Lokalizadu</i>	32
<i>Mapa Hidrojeolójia Timor-Leste</i>	32
Rezultadu Fundamentu husi hidrojeolójia Timor-Leste	39
Estudu Kazu Hidrojeolójia	40
Intródusaun	40
Area Estudu Kazu	40
<i>Aquíferu Intergranulár (Sedimentáriu): Aquíferu iha Dili</i>	40
<i>Aquíferu Lokalizadu (Fatuk Fráturadu): Aquíferu iha Aileu</i>	40
<i>Aquíferu Fizuradu (Karstiku): Aquíferu iha Baucau</i>	40

Estudu kazu ba karakterístika Aquifêru	45
<i>Aquifêru Intergranulár (Aquifêru iha Dili)</i>	45
<i>Aquifêru Lokalizadu (Distritu Aileu)</i>	47
<i>Aquifêru Fizuradu (Aquifêru Baucau)</i>	48
<i>Observasaun iha terrenu</i>	49
Rezultadu Kimika bee	49
<i>Aquifêru Intergranulár (Aluviál)</i>	50
<i>Aquifêru Lokalizadu (Fráturadu)</i>	52
<i>Aquifêru Fizuradu (Karstiku)</i>	53
<i>Vistu Tasibeen</i>	53
<i>Rezultadu Kimika ein Jerál</i>	55
Jeofízikal	55
<i>Aquifêru Intergranulár (Dili)</i>	55
<i>Aquifêru Lokalizadu – Fatuk fráturadu (Aileu)</i>	56
<i>Aquifêru Fizuradu – Karstiku (Baucau)</i>	56
Rezultadu fundamentu husi investigasaun estudu kazu	56
Avaliasaun Vulnerabilidade husi Mudansa Klima ba Rekursu Bee-rai-okos iha Timor-Leste	58
Analiza vulnerabilidade bee-rai-okos	58
<i>Risku Mudansa Klima</i>	58
<i>Ekspozisaun</i>	59
<i>Sensitividade</i>	60
<i>Impaktu Potensiál</i>	61
<i>Kapasidade Adaptativa</i>	62
<i>Vulnerabilidade</i>	63
Opsaun adaptasaun potensiál ba impaktu mudansa klima ba bee-rai-okos iha Timor-Leste	64
Dezafiu no limitasaun kona-bá Jestaun Adaptasaun Bee-rai-okos	65
Gap iha Koiñesimentu no Rekomendasaun	67
Kestaun fundamentu kona-bá jestaun bee iha Timor-Leste	67
<i>Gap iha Koiñesimentu</i>	67
Rekomendasaun	68
<i>Proposta atividade peskiza fundamentu ne'ebé aplika ona:</i>	68
<i>Proposta atividade fundamentu ba hadi'ak kapasidade no haforsa instituisaun:</i>	68
Referénsia	70
Analiza Preliminária Resultadu Adisionál Relevante kona-bá Impaktu husi Mudansa Klima ba Bee-rai-okos	72
Mapa nasonál potensiál rekarga bee-rai-okos	72

Intródusaun

META

Meta husi ‘*Porjetu Avaliasaun Impaktu Mudansa Klima ba Bee-rai-okos iha Timor-Leste*’ mak atu hari Timor-Leste nia ajénsia bee nia kapasidade hodi avalia, halo monitoriamentu no jere rekursu bee wainhira akontese mudansa iha klima. Geoscience Australia implementa projetu ne’e iha parseria ho Governu Timor-Leste nia Diresaun Nasionál ba Jestaun Rekursu Bee (DNGRA), ajénsia governu Timor-Leste sira seluk (inklui diresaun ba: suplai bee no saneamentu; meiu-ambiente; jeolójia; no GIS), Universidade Charles Darwin (CDU), no programa ne’ebé eziste husi Ajénsia Austrália ba Dezenvolvimentu Internasionál (AusAID).

Projetu ne’e nu’udar iniciativa Governu Austrália husi Programa Asisténsia Stratégia Adaptaun Pasífiku. Programa ne’e jere husi Governu Austrália nia Departamentu Mudansa Klima no Efisiénsia Enérgia (DCCEE) no halo parte husi Iniciativa Internasionál ba Adaptaun Mudansa Klima.

Relatóriu ne’e hanesan sumáriu ida husi atividade sira ne’ebé mak halo ona husi Geoscience Australia bazeia ba rezultadu impaktu projetu nomós relatóriu adisional kona-bá: 1) hidrojeolójia Timor-Leste; 2) matadalan ba monitoriamentu bee-rai-okos no sampel; 3) apuramentu jeofizikal husi area estudu kazu tolu (relatóriu CSIRO; 4) Guia metodolójia treinamentu GIS hodi prodúz rezultadu hosi projetu ne’e; 5) katálogu daduskoletanea no rejistu dadus; no 6) vulnerabilidade ema husi impaktu mudansa klima ba bee-rai-okos (relatóriu husi CDU; (Myers et al., 2012))

NESESIDADE HALO AVALIASAUN HUSI IMPAKTU MUDANSA KLIMA BA BEE-RAI-OKOS

Timor-Leste nia ekonomia no meiu-subsistensia husi nia comunidade depende maka’as tebes ba rekursu bee-rai-okos ne’ebé mak sensitivu tebes ba mudansa klima (Barnett et al., 2007). Ameasa ba bee no seguransa aihan husi variabilidade udantau no intruzaun tasibeen ba rezerva bee-rai-okos apresenta dezafiu sériu ba comunidade iha nasaun tomak. Mudansa Klima sei afeta disponibilidade no kualidade bee-rai-okos iha Timor-Leste liu-hosi mudansa iha temperatura, presipitasaun no tasi-been-sa’e. Mudansa klima, liu-hosi mudansa iha udantau no temperatura (evaporasaun potenciál), bele hanaruk periodu wailoro-kmakas no udantau intensu liu-tan, ne’ebé bele resulta iha insuficiente rekarga ba bee-rai-okos no redúz disponibilidade bee-rai-okos. Tasi-been-sae iha potencia atu motoriza intruzaun tasibeen ba bee aquíféru fresku, kauza mudansa iha bee-rai-okos nia sulun no salinasaun husi bee ne’ebé uza ba hemu no agrikultura (Barnett et al., 2007). Mudansa iha fluxu bee-rai-okos bele intesifika kontaminaun bee-rai-okos husi residu solidu no esgotu. Impaktu husi mudansa iha klima ba rekursu bee-rai-okos foka ona iha relatóriu DCCEE ne’ebé foin halo ba Timor-Leste ne’ebé anota “*Impaktu signifikante liu ba populasun durante El Nino* [wailoro-kmakas] *ne’ebé mak redúz disponibilidade bee rai-okos*” (Australian Bureau of Meteorology and CSIRO, 2011).

Sustentabilidade uzu bee-rai-okos iha Timor-Leste ohin loron barak mak ladauk hatene. Atu bele kuantifika impaktu husi mudansa klima ba kualidade no kuantidade rekursu bee-rai-okos, baze kompriéndesaun kona-bá oinnusa sistema bee-rai-okos funsiona iha kondisaun klima atuál tenke estabelese. Liu-hosi estabelese liñabaze ne’e, kompriéndesaun detalladu kona-bá oinnusa presaun husi mudansa klima no bomba bee-rai-okos sei influénsia disponibilidade no kualidade bee-rai-okos ba jestaun bee iha futuru bele dezenvolve.

STRUTURA RELATÓRIU

Relatóriu ne'e hare-hikas sa'mak foinlalais ne'e deskobre kona-bá bee-rai-okos no mudansa klima iha Timor-Leste nomós apresenta informasaun foun ba bee-rai-okos iha nivel nasional, no area estudu kazu. Revista ida kona-bá Timor-Leste nia ambiente fiziku fó ona liu-hosi revista koiñesimentu pasadu ba rekursu bee-rai-okos no senáriu mudansa klima ne'ebé mak predikte ona ba Timor-Leste. Mapa hidrojeolójia nasional Timor-Leste foun ida apresenta ona hanesan rezultadu husi analiza detaillu husi area estudu iha terrenu no tékniku hidrojeolójikál *desk based*. Relatóriu konklui liu-hosi sumariza vulnerabilidade potensial husi rekursu bee-rai-okos ba mudansa klima iha Timor-Leste no leneadu lakuna koiñesimentu fundamentu sira.

Relatóriu ne'e hakerek ba sani nain lobuk balun inklui siéntista, jestor bee no ofisiais polítika husi rai-laran no husi rai liur Timor-Leste. Nune'e relatóriu mós inklui informasaun eksplanatoria ba kompriênde bee-rai-okos. Barak husi detaillu tékniku mak apresenta iha relatóriu atu simplifika relatóriu sumáriu ne'e, ne'ebé sei mós disponivel iha lian ingles.

MÉTODU PROJETU

Projetu ne'e hetan ona avaliasaun ida kona-bá 'impaktu' nomós avalia 'vulnerabilidade' husi rekursu bee-rai-okos ba risku mudansa klima bazeia ba enkuadramentu vulnerabilidade ne'ebé deskreve tuir-mai. Avaliasaun vulnerabilidade la'os ezersisiu ne'ebé halo direita de'it, dalabarak tanba iha ne'ebá iha konfuzaun kona-bá signifíkasaun lolós husi termu 'vulnerabilidade' no iha ne'ebá la iha dalan ida atu konseptualiza no atu avalia vulnerabilidade (Hinkel and Klein, 2006). Seksaun ne'e sei define vulnerabilidade no diskute dalan ne'ebé mak vulnerabilidade aquífêru ba mudansa klima avalia ona iha relatóriu ida ne'e.

Panél Intergovernmentál ba Mudansa Klima (IPCC) define ona vulnerabilidade iha konteksu espesífiku husi mudansa klima hanesan *'degrau too sistema ne'ebé susceptível ba, ka la bele atu atua, efêtu negativu husi mudansa klima'* (IPCC, 2007). Barnett et al. nota katak *"Mezmu iha ne'ebá la iha konsensu kona-bá aprosimasaun di'ak-liu ba avalia vulnerabilidade, ein jeral sira implika konsidera ekspozisaun ida ka liu ba risku klima, susceptibilidade ba estragu, no kapasidade atu rekopera."* Esensia husi definisaun sira ne'e kaptura ona husi (Voice et al., 2006) ne'ebé hatete *vulnerabilidade hanesan funsaun ekspozisaun ida, sensitividade no kapasidade adaptativa*. Definisaun ne'e mak uza iha estudu ne'e no parseiru projetu, Universidade Charles Darwin. Inter-relasaun husi komponente tolu ne'e haklaken iha kuadru vulnerabilidade deskretu hanesan Figura 1 (Schröter et al., 2004) tuirmai.

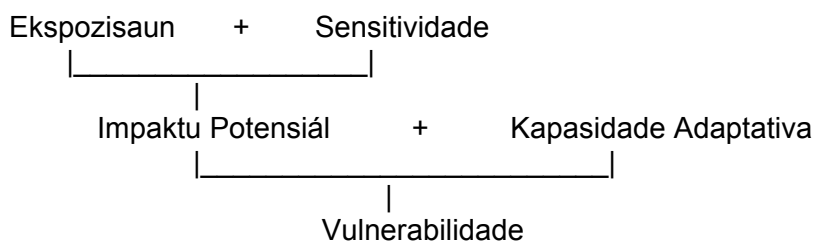


Figura 1 Enkuadramentu Vulnerabilidade (Schröter et al., 2004)

Enkuadramentu ne'e hatudu vulnerabilidade iha proporsaun hanesan ba 'Ekspozisaun' no 'Sensitividade'. Kombinasan husi sira hotu fô 'impaktu potensial' risku espesifiku ba sistema partikular ruma. 'Kapasidade Adaptativa' hanesan kbiit atu adapta ba 'Impaktu Potensial' husi risku ne'ebé negativamente-proporsiona ba vulnerabilidade. Tantu, wainhira 'impaktu potensial' ás nune'e mós ba vulnerabilidade sa'e ás, hanesan de'it, wainhira 'Kapasidade Adaptativa' ás entaun vulnerabilidade tuun.

Termu vulnerabilidade bele engloba amplu espektru ida ne'ebé bele inklui comunidade sira, nomós sistema no patrimoniu susseptivel ba efetu/perigu negativu ruma. Hanesan (Klein and Nicholls, 1999) hatete, *"vulnerabilidade ba impaktu hanesan konseitu multi-dimensionál, engloba biojeofizikal, ekonómiku, institusionál no fatór sosio-kulturál sira"*. Projetu ne'e halo esforsu atu avalia impaktu biojeofizikal no sosio-ekonómiku husi mudansa klima ba rekursu bee iha Timor-Leste. Relatóriu ne'e foka ona ba vulnerabilidade biojeofizikal husi sistema bee-rai-okos (aquíferu no bee-rai-okos). Relatóriu selseluk husi parseiru projetu, Universidade Charles Darwin, halo ona bazeia ba analiza biojeofizikal ne'ebé apresenta ona iha ne'e hodi reprezenta análise vulnerabilidade sosio-ekonómiku ida husi comunidade sira (Myers et al., 2012).

Iha analiza biojeofizikal, 'Ekspozisaun' refere ba risku mudansa klima espesifiku too ne'ebé mak aquíferu ida hetan ekspostu (e.g. mudansa iha udantau no nivel tasi). 'Sensitividade' refere ba propriadade quíferu intrinseku partikular ida ne'ebé halo nia barak, ka menus, susseptivel ba impaktu husi risku mudansa klima espesifiku ida. 'Impaktu Potensial' hanesan impaktu posivel husi mudansa klima ba aquíferu hodi kombina 'Ekspozisaun' no 'Sensitividade'. Iha kontekstu sistema biojeofizikal, 'Kapasidade Adaptativa' refere ba kbiit atu jere rekursu bee-rai-okos hodi mitiga 'impaktu potensial' husi mudansa klima. Tantu vulnerabilidade husi Timor-Leste nia rekursu bee-rai-okos iha projetu ne'e refere ba ekspozisaun no sensitividade bee-rai-okos ba efêtu balansu mudansa klima hasoru kapasidade adaptativa husi jestaun ba bee-rai-okos.

Antesidente

KARAKTERÍSTIKA BIOJEOGRAFIKAL

Timor-Leste halo parte leste husi illa Timor, hakfahek ho Indonézia no haketak-an husi Austrália ho Tasi Timor. Nasaun nia luan besik kilometru 14,922 kuadradu no inklui illa Atauro no *enclave* Oecussi (latitude 8° 00' too 9° 30' du sul no longitude leste 124° 00' too 127° 30'; (Figura 2 (Asian Development Bank, 2004). Topográfia nasaun jeralmente foho-lolon, ne'ebé karakterizadu husi rai-tetuk no kadalak kiik sira (Figura 3). Ne'e hatoo ona katak 44% husi país ne'e iha railolon >40%. Barak husi foho sira iha elevasaun ás liu metru 2,000, ho Foho Ramelau mak ás liu hotu ho metru 2,963. Timor-Leste nia luan entre kilometru 75 no kilometru 100. Iha tasi-ibun norte-leste nakonu ho ahu-ruin no karakterizadu husi tipika topográfia karstiku.



Figura 2: Lokalizasaun Timor-Leste (Banku Dezenvolvimentu Azia, 2004)

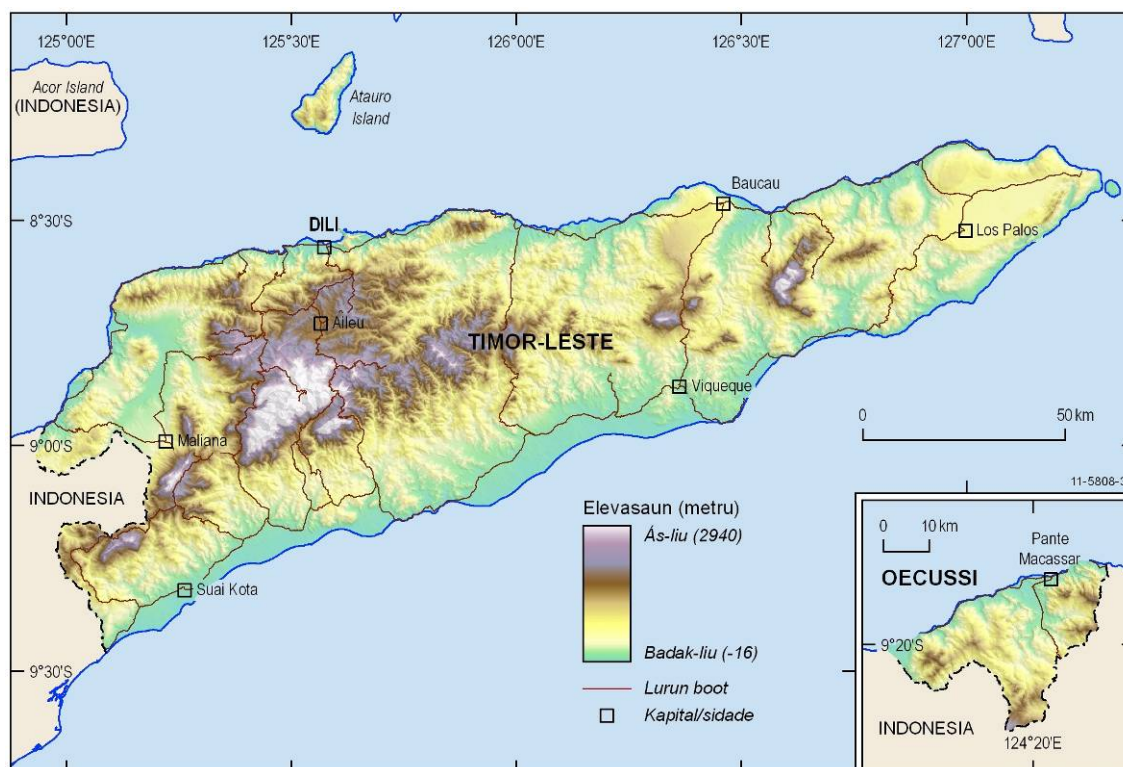


Figura 3: Topográfia Timor-Leste

Klima

Klima Timor-Leste karaktiza ona hanesan sistema monsaun tropikal aziatiku tanba nia topográfia no lokalizasaun jeografikál. Klima Timor-Leste bele hakfahek ba estasaun rua: ‘*estasaun udantinán*’ (Dezembu too Maiu) ho tempu udan-boot iha Janeiru, Fevereiru ka Maiu depende ba rejiaun; no ‘*estasaun wailoro*’ (Juñu too Novembru) ho wailoro-kmakas jeralmente iha fulan Setembru-Outubru, mós depende ba rejiaun. Detaillu liu tan kona-bá klima oras ne’e no projeksaun klima ba futuru iha Timor-Leste sei deskute iha seksaun Mudansa Klima iha Timor-Leste iha okos.

Jeolójia

Jeolójia Timor-Leste ne’e kompleksu tantu iha nia kompozisaun no teknonikamente hanesan hatudu iha Figura 4. Kompozisionalmente Timor-Leste iha tipu fatuk oioin (fatuk ignius, metamórfiku no sedimentária) ho tekstural balun tan (fatuk-rahun no klasifika di’ak tebes ba konglomeradu fatuk boot sira) no kompozisaun kimikál (félsiku too ultra-máfiku). Ne’e importante atu hatene, maibé, volkanizmu la’os fiatura fundamentu husi jeolójia iha rai Timor-Leste, ein kontrariu ba illa sira ne’ebé besik rai ne’e. História tektóniku Timor-Leste, ne’ebé tuur iha baliza Tektóniku Plaka Eurásia no Austrália, hetan ona atensaun maka’as no modelu tektóniku balun evolui ona. Servisu jeologikál halo ona iha antes-1975 molok okupasaun indonéziu ho asesu estranjeiru (Audley-Charles, 1965); 1975-1999 durante okupasaun Indonéziu ho asesu estranjeiru limitadu, no hafoin-1999 ho independensia Timor-Leste no asesu estranjeiru bele liu-tan ona.

Informasaun liu tan kona-bá jeolójia fô iha seksaun hídrojeolójia. Deskripsaun detaillu husi fiatura jeolojikál nasaun nian ne’ebé relevante ba bee-rai-okos apresenta iha volume hamutuk ho relatóriu, Hídrojeolójia Timor-Leste (Wallace et al., 2012).

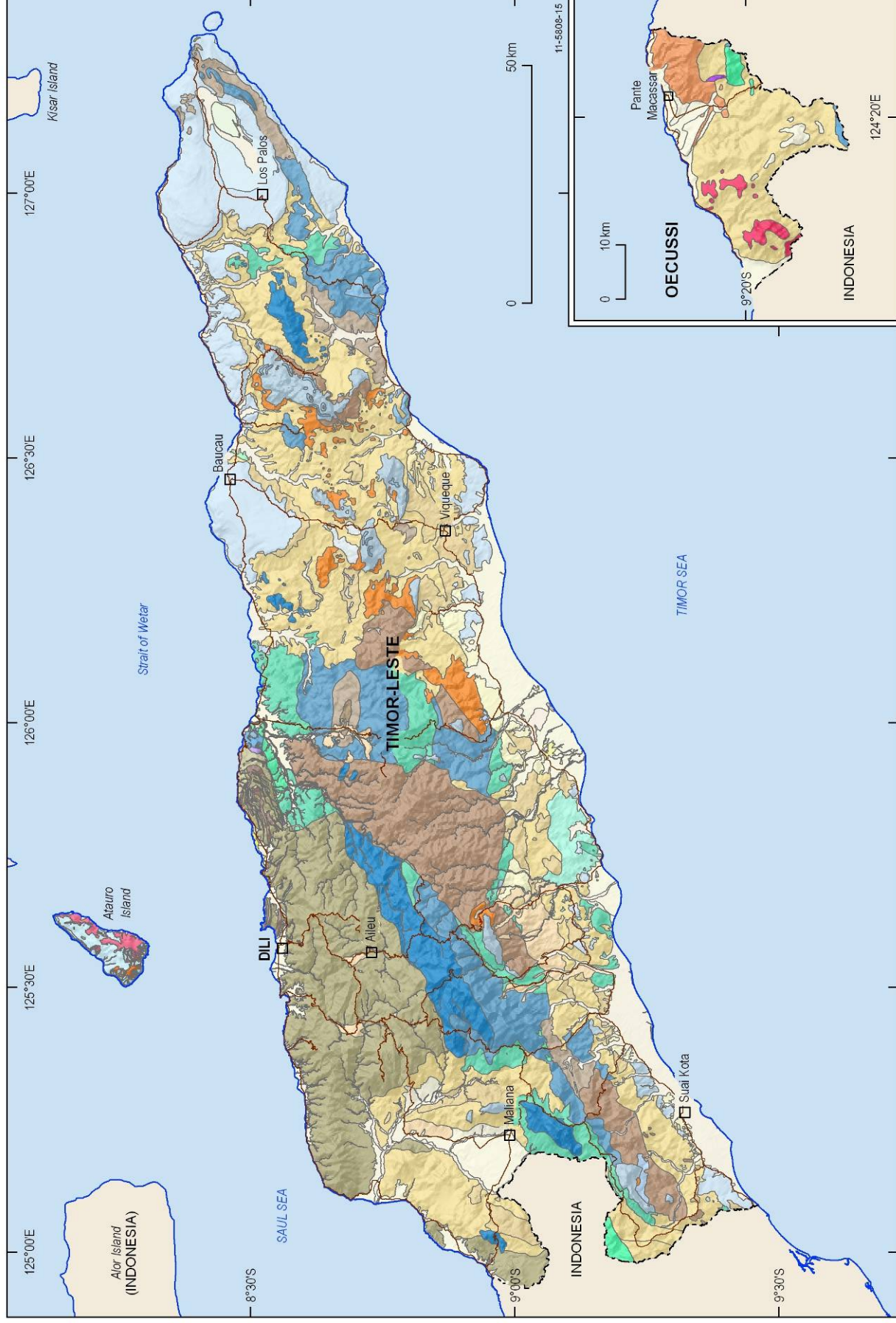


Figura 4: Jeolójia Timor-Leste (Wallace et al., 2010). Nota: Lejenda iha pájina tuir-mai.

Avaliasaun Impaktu husi Mudansa Klima ba Bee-rai-okos iha Timor-Leste: Relatóriu Sumáriu

Idade	Periodu	Sedimentária	Kalkáriu	Igníju	Metamórfiku
CENOZOIC	Quaternary	Qa	Qs		
		Qa2	Qssf		
		Qdc	Qt		
	Neogene	Czeag	Cztlal	Cztlb	Cztlp
		Czede	Cztlg	Cztlc	Cztlf
		Czsbac	Cztlc	Cztlf	Cztlf
	Paleogene	Czsvf			
		Czsbac			
		Czs			
MESOZOIC	Cretaceous	KCzssf			
		Kswbf	Klbi		
	Jurassic				
	Triassic	RJs	RJl		RJewlf
		RJswlf	RJl2	RJb	RJwlf
		RJszwlf	RJls		RJwlf
		Rsaf	Rlaf		
	Permian				
PALEOZOIC	Permian		PRlmf	PRbm	PJewlf

Lejenda husi Figura 4, Jeolójia Timor-Leste (Wallace et al., 2010).

Rai

Iha tipu rai oin haat iha Timor-Leste, refleta ba jeolójia rejionál. Jeralmente rai iha Timor-Leste la duun bokur no la rai/halibur bee ho didi'ak, no fasil ba erozaun (Figura 5). Rai ne'ebé lokaliza iha Mota Loes nia ibun too parte sul Manatuto, no parte leste husi Baucau, foin lalais hetan formasaun aluviál no la sustentavél ba agrikultura. Rai iha parte rejiaun oeste hanesan Maliana, Ainaro, no Maubisse, no oitoan iha Baucau, Lautem no iha Los Palos mak bokur tebes no di'ak atu uza ba agrikultura. Rai aluviál originál mak konfini kona-bá rejiaun kosteira sira besik Dili, Suai no Manatuto no rai selseluk ne'ebé maran. Rai sira iha fatin ás hanesan besik Ermera mak riku iha órganiku no di'ak tebes atu uza ba agrikultura.

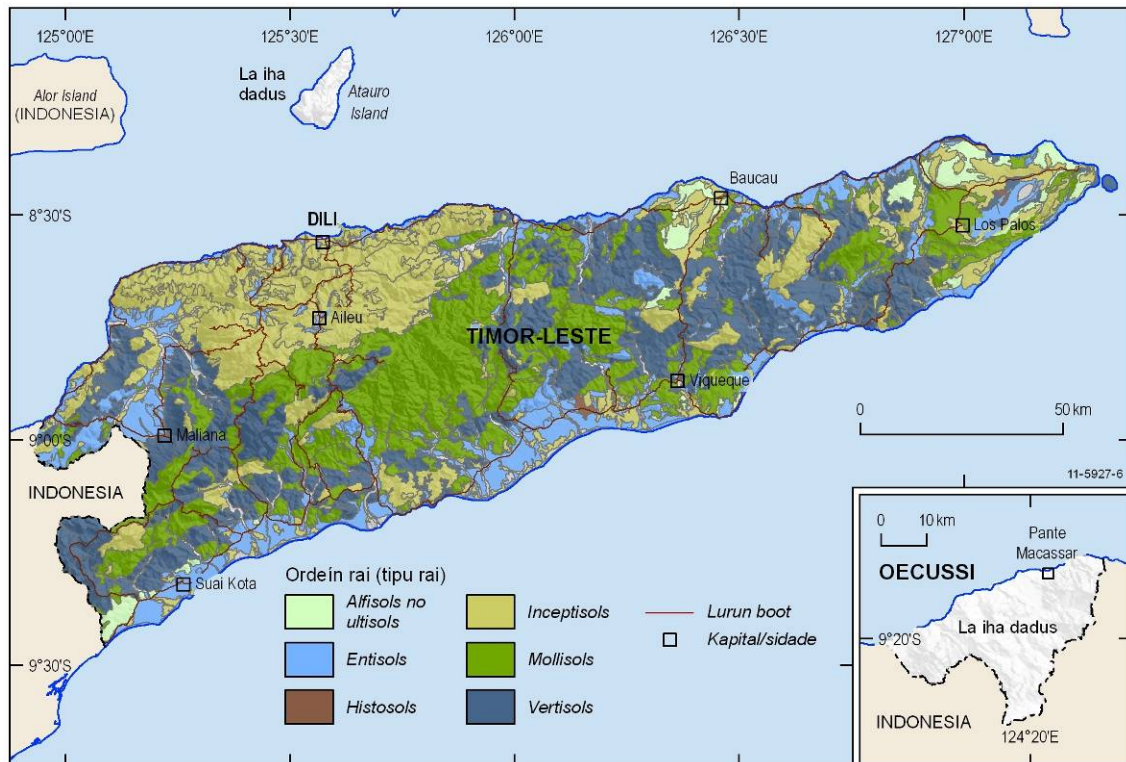


Figura 5: Mapa Rai iha Timor-Leste

Uzu rai

Atividade agrikultura barak liu mak kuda batar, hare no produsaun kafe iha distritu balun iha Timor-Leste (Figura 6, Figura 7 no Figura 8). Batar mak abastesimentu aihan prinsipál liu iha Timor-Leste no depende ba udanbeen iha tempu udan. Hare hanesan aihan importante daruak ne'ebé kuda barak liu iha tempu udan, depende ba irigasaun (Figura 7). Kafe hanesan plantasaun importante ne'ebé jere osan iha Timor-Leste, bele hetan too 90% husi deviza (Figura 8).

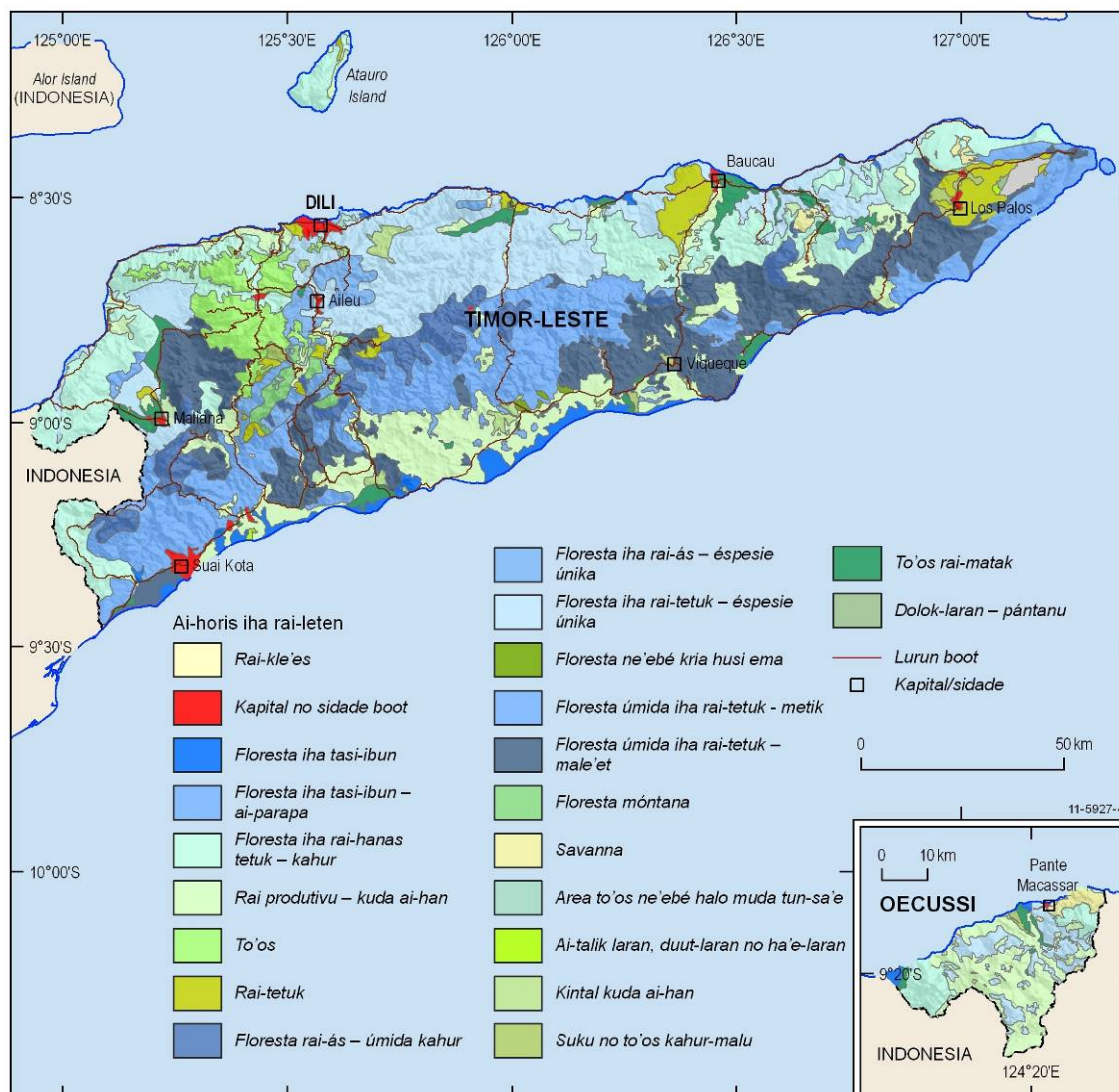


Figura 6: Mapa utilizaun rai iha Timor-Leste

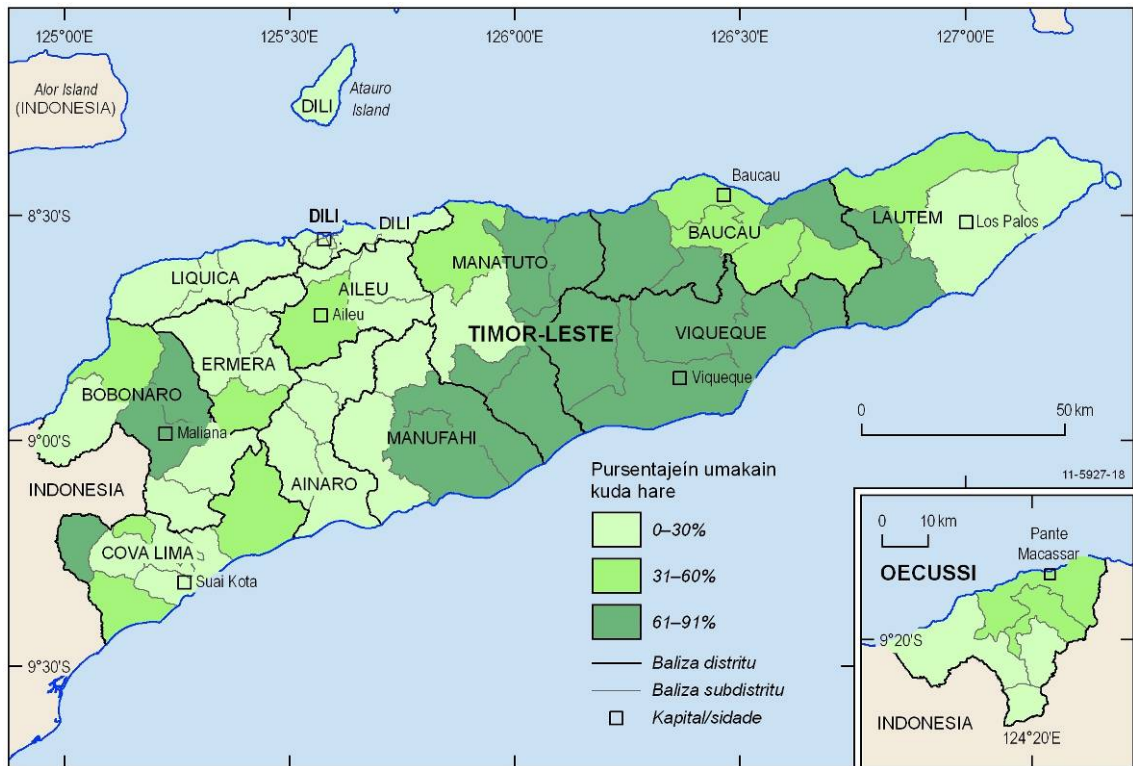


Figura 7: Fatin kuda hare iha Timor-Leste (Vong et al., 2006)

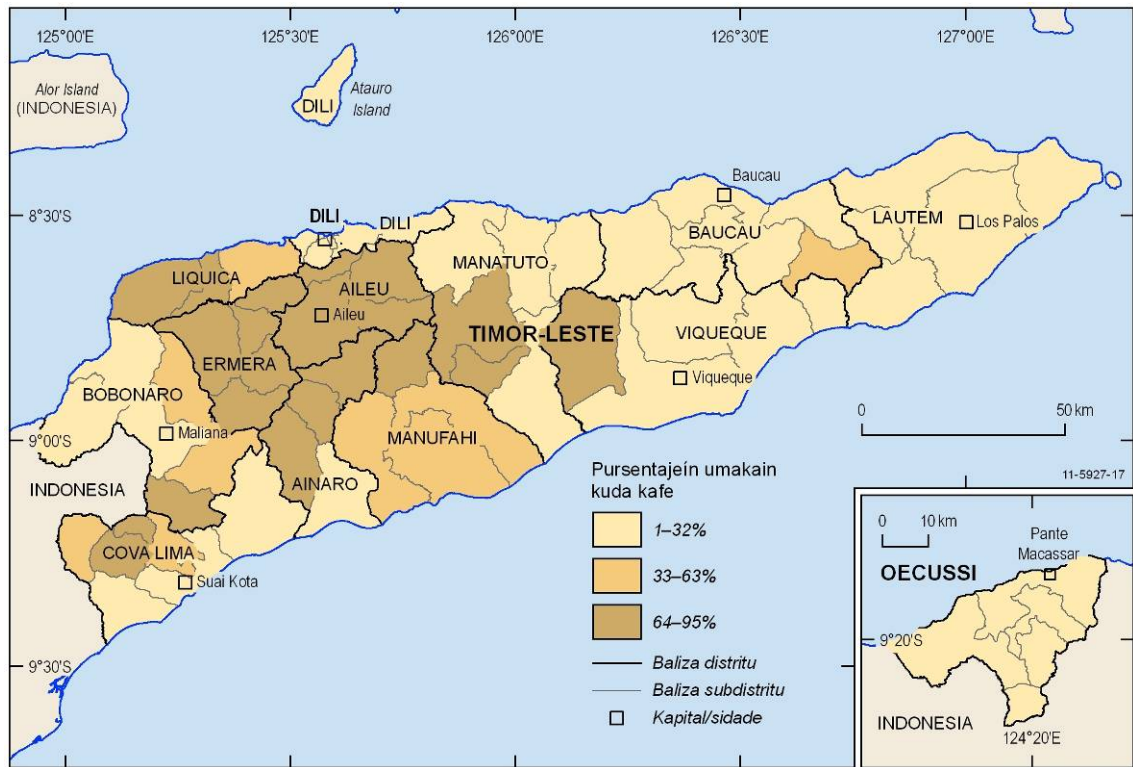


Figura 8: Fatin kuda kafe iha Timor-Leste (Vong et al., 2006)

Rekursu Bee

Fatin barak iha Timor-Leste mak iha bee, hahú husi fatin ne'ebé iha bee barak tebes too ba bee-menus. Durante tempu udan no iha udan tinan sempre akontese inundasaun no iha bee barak tebes maibé wainhira iha tempu wailoro no wailoro-naruk, iha fatin balun ne'ebé mak hetan bee menus, rai nakfera no bee la iha ba hemu no uza ba agrikultura no ba ambiente naturál (Asian Development Bank, 2004; Yance, 2004; Costin and Powell, 2006). Durante tempu wailoro, no too tempu udan, bee kadalak barak mak maran no barak mak depende ba bee-rai-okos.

Mezmu agrikultura, liuliu hare komsume bee barak tebes tanba kresimentu populasau, sei iha korespondensia ba komersiál, industriál no uzu doméstiku (Asian Development Bank, 2004; Costin and Powell, 2006) ne'ebé sei fó presau maka'as liu tan ba rekursu bee no bee nia disponibilidade.

Adisionalmente ba tensaun sira ne'e, sunu-rai hodi halo toos, koa ai no tesi ai-sunu iha pasadu no oras ne'e lori impaktu boot ba uzu rai iha nasaun tomak. Dala ida tan, rai mamuk sira ne'ebé sei esperiênsia erozaun no ikus-mai halo rai sai kra'as, aumenta eskoamentu bee no aumenta inundasaun. Iha mós kestaun sedimentu bele estraga estuáriu, fatuk-ruin iha tasi laran no dolok sira. Nomós sedimentu ne'ebé maka'as, tau-tan ba poluzaun iha mota, bele no halo ema la bele atu hemu bee ne'e. Liga ba bee iha sidade devezenkuandu maran hafoin udantau boot no beibeik iha fatin sira balun (Costin and Powell, 2006).

Iha situasaun sira ne'e, wainhira bee-rai-leten la bele utiliza ona, entaun ema depende de'it ona ba bee-rai-okos hanesan rekursu bee primária. Uzu bee ne'ebé ladauk monitoriza no kompañia komersiál sira ladauk selu taxa abastesimentu, nomós ladauk iha aranju ho utilizador agrikula lae-mós iha regulamentu husi, taxa fô ba ema sira ne'ebé mak soe lixu ba bee dalan. Hasa'e koiñesimentu no hadi'ak jestaun ba iha rekursu bee-rai-leten no bee-rai-okos Timor-Leste ne'ebé rekejita atu aseguara bee la bele maran ba setór ruma, inklui utilizador bee ba ambientál, iha futuru.

SISTEMA BEE-RAI-OKOS NO AQUIFÉRU

'Bee-rai-okos' mak bee ne'ebé nalihun iha rai okos iha fatin-kuak no maleet iha fatuk no iha sedimentu sira. Sedimentu sira ne'e hanaran porosidade, fráturadu ka fizuradu. Bee rai-okos hanesan rekursu boot ne'ebé mak barak liu fali montante bee iha mota no lagua, tantu iha mundu tomak no iha Timor-Leste. Fatuk porosidade no fatuk fizuradu/fráturadu sai fatin ba bee-rai-okos nalihun ka suli ne'e hanaran aquiféru. Tipu aquiféru kompostu husi sedimentu, fatuk kalkáriu ka fráturadu ignius/metamórfiku. Bee-rai-okos bele suli relativamente homojenius liu-hosi aquiféru ida ka bele suli iha dalan preferensiál lokalizadu ruma. Montante 'fluxu homojenius' relativa ba 'fluxu preferensiál' iha aquiféru ida laran sei depende ba tipu aquiféru. Propriedade balun husi tipu aquiféru mai husi tipu fatuk diferente ne'ebé sei deskute iha seksaun tuir-mai.

Movimentu Bee-rai-okos

Aquiféru la'os de'it sai fatin ba halibur bee-rai-okos, maibé mós sai dalan ba movimentu bee-rai-okos. Bee-rai-okos suli liu-hosi aquiféru husi fatin rekarga bee ba zona deskarga tantu bee suli sai ba iha rai-leten, ka too bee bomba sai mai leten.

Bee-rai-okos suli atu lalais ka naneik ne'e depende ba forsa presau ne'ebé dudu bee liu-hosi materia porosidade iha aquiféru. Bee-rai-okos suli husi nivel ás ba nivel badak, ne'ebé mak, husi fatin ne'ebé iha presau maka'as ba presau kiik. Diresaun bee suli normalmente bazeia ba topográfia iha rai-leten. Ne'e bele lori tinan barak, dékade barak ka bele tinan atus ba atus atu bee suli liu-hosi aquiféru ne'ebé depende ba tipu aquiféru. Iha aquiféru sedimentária inklui materia porosidade (raihenek bokar) ka fatuk fráturadu ho maleet maka'as (bazaltu fráturadu) atu suli lalais liu tan. Iha kazu balun bee bele hela iha rai okos ba loron ka semana balun de'it molok suli ba zona deskarga. Bee-rai-okos bele naturalmente deskarega ba kadalak, bee matan, dolok no tasi ka bomba sai ba rai leten.

Aquiféru Karakterístika mak Aquiféru ne'ebé influénsia movimentu bee-rai-okos

Aquiféru hothotu define bazeia ba sira-nia abilidade halibur no transmite bee lalais ba posu (Fetter, 2001). Tuir mai haklaken atributu importante balun kona-bá klalaok sistema aquiféru sira balun.

Kondutividade Hídrauliku

Movimentu bee-rai-okos liu-hosi aquiféru relasiona ba kondutividade hídrauliku aquiféru sira. Kondutividade hídrauliku ne'e refere ba volume bee ne'ebé bele suli liu seksaun aquiféru ida iha kondisaun espesífiku balun (Lapidus et al., 1987). Ne'e relasiona la'os de'it ba propriedade aquiféru sira, maibé propriedade husi bee-rai-okos ne'e rasik. Kompozisaun bee-rai-okos no temperatura ne'ebé influénsia kondutividade hídrauliku hodi afeta densidade no viskosidade husi bee-rai-okos (Fetter, 2001).

Kondutividade hídrauliku bele hatoo liu-hosi koefisiénte K no bele kuantifika uza formula tuir-mai:

$$K = \frac{-Q}{A(dh/dL)}$$

Q = deskarega (unidade volume/tempu e.g. m^3/s)

A = unidade husi area (e.g. m^2)

dh/dL = gradiente hídrauliku (mudansa iha hídrauliku bee sulin saher)

Formula ne'e banati tuir Lei Darcy nia (Fetter, 2001), ne'ebé deskreve bee nia suli liu-hosi porosidade médiu ida. Ne'e importante atu hatene katak kuantidade proporsionál bee suli ba kondutividade hídrauliku (K) no dependensia ba natureza porosidade médiu (hanesan nia porosidade no permeabilidade) nomós bee suli-liu (hanesan viskosidade no todan espesífiku).

Karik iha propriedade husi bee hanesan, tipu aquiféru diferente sei iha valór kondutividade hídrauliku diferente, ida ne'e bele haré iha Tabela 1: Diferensa iha kondutividade hídrauliku depende ba tipu sedimentu (Schwartz, 1990). Tabela 1 pur ezemplu husi aquiféru sedimentária (Schwartz, 1990). Sira sei fó biban ba montate bee diferente suli-liu sira. Valór ás-liu indika iha bee sulin ás.

Tabela 1: Diferensa iha kondutividade hídrauliku depende ba tipu sedimentu (Schwartz, 1990).

Sedimentu Intergranulár	Kondutividade Hídrauliku (m/sec)
Fatukraun	3×10^{-4} to 3×10^{-2}
Raihenekbogar	9×10^{-7} to 6×10^{-3}
Raiheneklotuk	9×10^{-7} to 5×10^{-4}
raiuut	2×10^{-7} to 2×10^{-4}
Silte, loess	1×10^{-9} to 2×10^{-5}
Tahu	1×10^{-11} to 4.7×10^{-9}

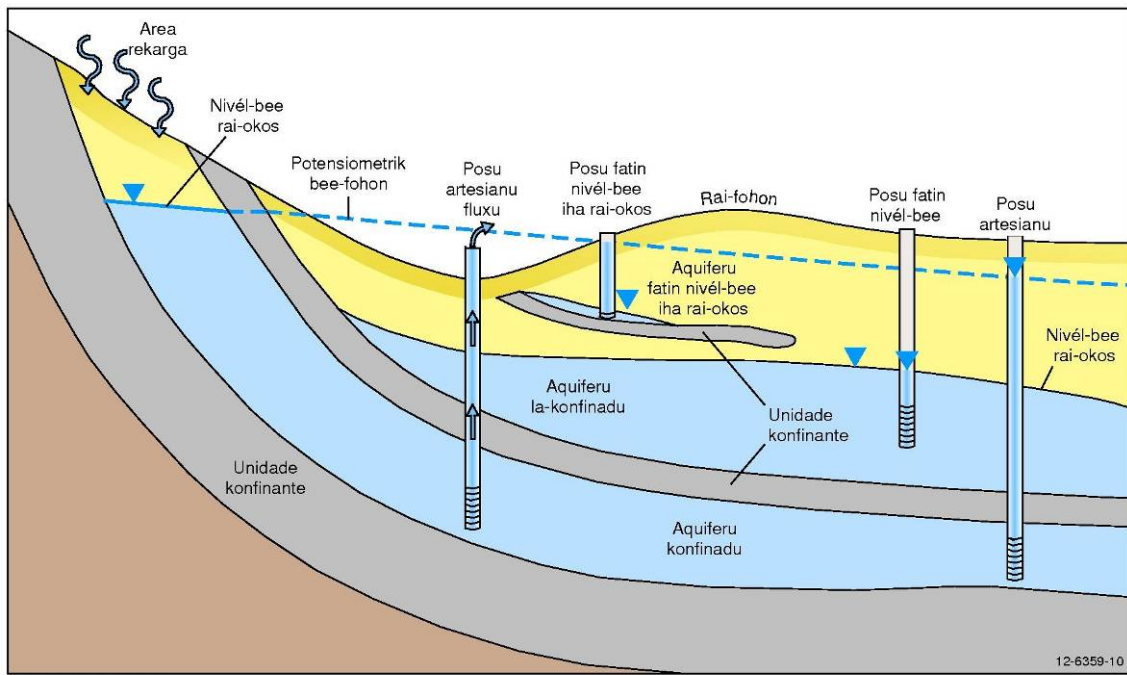
Potensiométriku Bee-fohon

'Potensiométriku bee-fohon' refere ba bee-rai-okos nia ás potenciál iha fatin ruma. Ás bee-rai-okos (relativu nivel bee) iha aquiféru tetu ona hodi determina presaun no diresaun bee-rai-okos nia suli iha aquiféru sira. Ás bee-rai-okos liu nivel-baze, hanesan nivel tasi, ne'e determina ona husi suka klean husi nivel bee no ekstraksaun bee husi elevasaun ás-liu nivel tasi. Ida ne'e bele utiliza hodi estimatiza diresaun movimentu bee-rai-okos sulin husi fatin ás ba nivel bee iha fatin badak. Heterojeneidade aquiféru no permeabilidade oioin husi tipu sedimentu diferente tenke, maibé atu konsidera wainhira estimatiza karega bee suli ka bee nia diresaun sira.

Konfinamentu Kamada

Iha ne'ebá bele iha materiál ne'ebé restritu ka 'konfina' fluxu bee iha aquiféru ida. Konfinamentu kamada iha aquiféru sira iha permeabilidade kiik duke aquiféru sira ne'ebé mak besik (hanesan

tahu), ne'ebé mak signifika katak bee atu la bele suli ka suli de'it iha fluxu ne'ebé kiik. Aranju husi konfinamentu kamada iha aquíferu ne'e importante iha avaliasaun ba aquíferu. Ida ne'e sei hadi'ak kompriêdesaun kona-bá bee nia fatin no oinnusa nia bele suli. 'Aquíferu Artesiano' hanesan presaun forsa natoon ida ne'ebé bele suli iha superfisiu rai leten (Lapidus et al., 1987). Ida ne'e akontese tanba presaun ne'ebé halo hodi hakfahek bee ba kamada konfinamentu husi aquíferu ida (Figura 9).



Diagramátiku. La atu eskala

Figura 9: Diagrama eskemátiku husi aquíferu konfinadu ka la-konfinadu sira inklui fluxu posu artesianu (Survey)

Rekarga Bee-rai-okos

Rekarga bee-rai-okos mak re-abastesimentu bee-rai-okos liu-hosi infiltrasaun bee-rai-leten ba aquíferu ida. Aquíferu sira rekarga liu-hosi infiltrasaun direta husi udanbeen ka bee-mout husi mota ka lagua sira (Figura 10).

Rekarga bee barak liu akontese iha fatin ne'ebé mak aquíferu ida iha ka besik ba rai-leten. Rekarga bele naklekat (i.e. naklekar iha area ida ne'ebé fatuk permeavél iha ba) ka lokaliza (e.g. iha kazu karstiku, rekarga mak barak liu husi fiatura karstiku lokál). Rekarga bee barak mai husi montante bee ne'ebé priêse aquíferu iha periodu tempu ida, no normalmente sukat ona iha milimetru-kada-tinan. Fatór fundamentu sira ne'ebé kontrolu rekarga ba bee-rai-okos inklui: klima (montante no intensidade presipitasaun no evaporasaun), rai no propriedade hídrauliku aquíferu, vejetaun, topográfia, umidade rai no ekstensaun aquíferu espasiál.

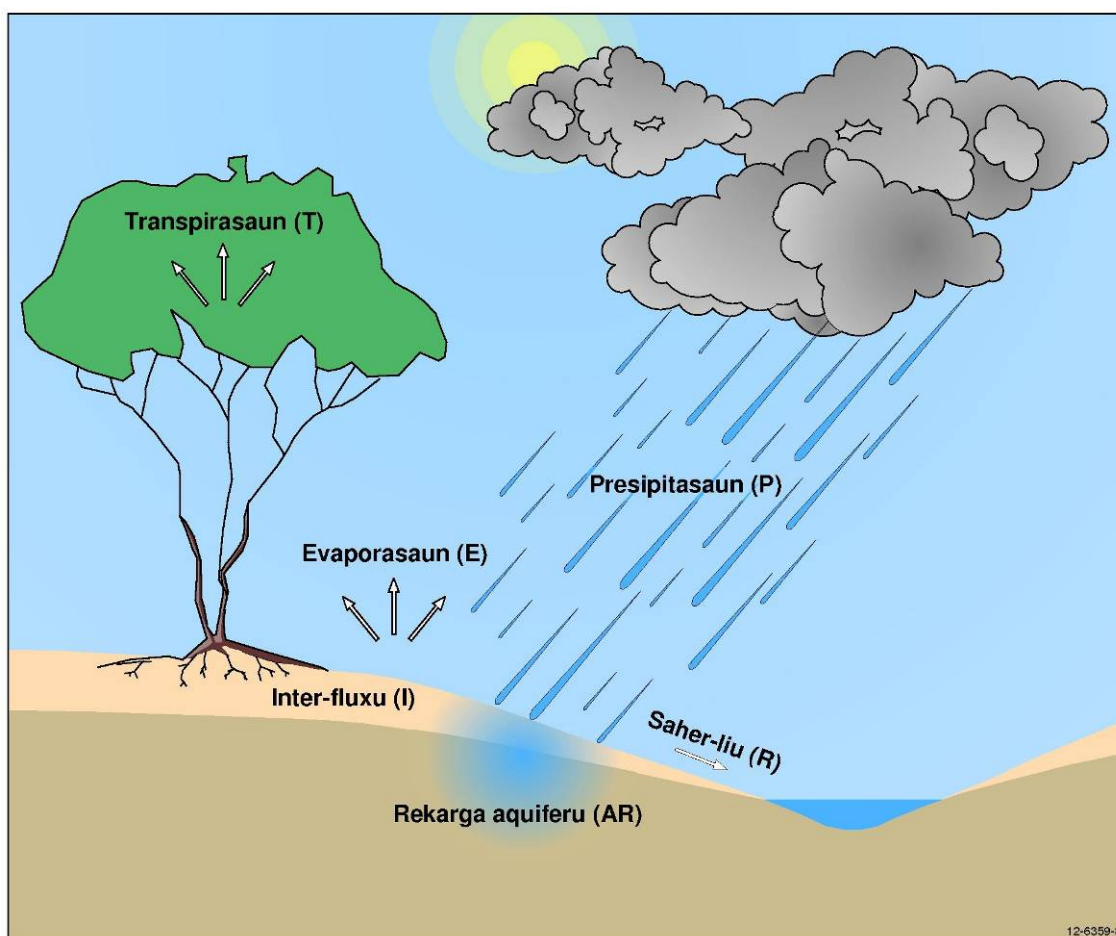


Figura 10: Rekarga ba Aquifêru

$$AR = P - R - I - E - T$$

P – Presipitasaun; R – saher-liu;
I – Interfluxu; E – Evaporasaun;
T – Transpirasaun; AR – Rekarga Aquifêru

Estimatizasaun serteza husi rekarga bee ne'e kontinua sai hanesan dezafiu boot ba investigasaun bee-rai-okos. Entaun importante atu kompriêde kona-bá rekarga bee tanba sira utiliza ona atu determina rezultadu sustentável: inklui volume bee ne'ebé mak aumenta ho seguru husi aquifêru ida. Iha pasadu, estimatizasaun ba rekarga ne'e halo fiksasaun ba porsentaheín udantau anuál. Mezmu aprosimasaun ne'e uza ona iha pasadu, kresimentu kompetisaun ba rekursu bee signifika katak disponibilidade bee presiza atu bele kompriêde ho didi'ak.

Bee-rai-okos-interaksaun ho iha bee-rai-fohon

Bee-rai-okos no bee-rai-fohon mak normalmente sulis no troka ba malu iha fatin barak. Iha kazu barak mak atualmente bee hanesan: bee-rai-okos sulis-sai ba bee-rai-fohon, no bee-rai-fohon sulis-tuun ba bee-rai-okos. Kuaze fiatura bee-rai-fohon hothotu (mota, lagua, dolok no estuariu sira) halo interaksaun ho bee-rai-okos. Hanesan rezultadu, hasa'i bee husi bee-dalan bele hamenus bee-rai-okos no, vise verse, ekstraksaun bee-rai-okos bele hamenus bee iha mota, lagua no dolok. Kontaminasaun ba bee-rai-fohon bele hamosu degradasaun ba qualidade bee-rai-okos, hanesan mós, kontaminasaun ba iha bee-rai-okos bele hamenus bee-rai-fohon (Figura 11).

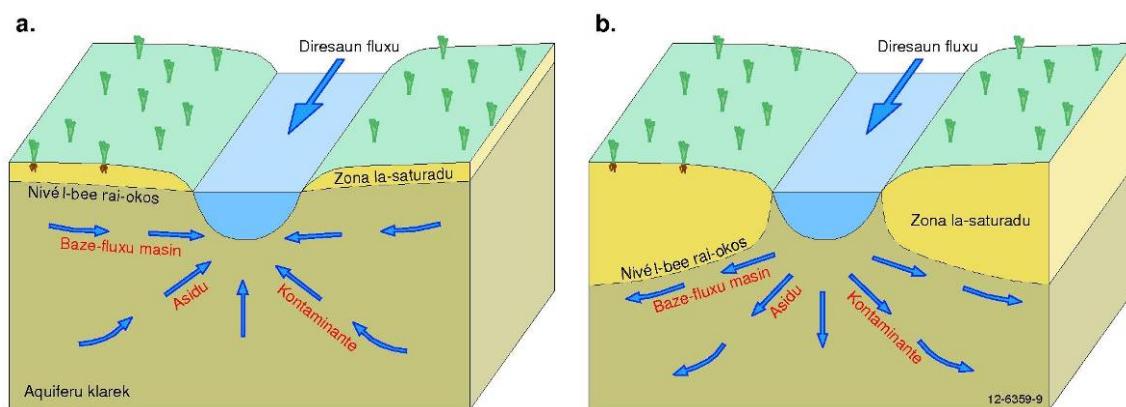


Figura 11: Interaksaun entre bee-rai-okos -bee-rai-fohon no kualidade bee (Winter et al. 1998)

Monitoriamentu ba Bee-rai-okos

Monitoriamentu ba bee-rai-okos fô dados ba kualidade no kuantidade bee-rai-okos no ne'e hanesan parte integrál husi jestaun ba bee-rai-okos. Idealmente monitoriamentu ba bee-rai-okos tenke hala'o regularmente iha area rekursu bee-rai-okos sira ne'ebé mak hasai ona. Depende ba objetivu husi monitoriamentu, barometru diferente sira balun atu bele koko. Guia detaillu seluk kona-bá halo monitoriamentu ba bee-rai-okos dezenvolve ona tau hamutuk ho relatóriu ne'e.

Objetivu fundamentu husi halo monitoriamentu ba bee-rai-okos inklui:

- Estabelese liñabaze kualidade bee-rai-okos ne'ebé naturalmente mosu ba iha aquíferu no avalia impaktu husi atividade húmana ba kualidade bee-rai-okos;
- Dokumenta mudansa ruma iha armajein bee-rai-okos husi tempu ba tempu; no
- Avalia no predikte atuasaun sistema hídrolójia ba variasaun klimátika natural no bomba bee eksesivamente.

BEE-RAI-OKOS IHA TIMOR-LESTE

Aquíferu husi Bee-rai-okos iha Timor-Leste

Iha momentu hahú projektu ne'e infomasaun oitoan tebes mak disponivel kona-bá kualidade no kuantidade husi bee-rai-okos iha Timor-Leste. Ladauk iha estudu detaillu nasionál ruma disponivel no sasukat oitoan de'it mak iha. Bee-rai-okos kuaze hetan iha fatin hotu iha rai Timor-Leste, maibé rekursu bee-rai-okos la distribui hanesan no diferente iha kualidade no kuantidade.

Projetu ne'e dezenvolve ona mapa hídrojeolójikál nasionál ba Timor-Leste. Rekursu bee-rai-okos iha Timor-Leste klasifika ona ba tipu aquíferu prinsipál tolu ne'ebé konsistente ho klasifikasaun internasionál (UNESCO, 1983): aquíferu fatuk porosidade sedimentária asociadu ho bee kadalak no bee iha rai tetuk iha tasi-ibun ; formasaun aquíferu fizuradu karstiku iha fatuk kalkáriu; no fatuk ho kompozisaun fluxu lokalizadu fatuk fráturadu no sedimentáriu tahu. Deskripsaun aquíferu oioin, karakterístika aquíferu sistema bee-rai-okos sira mak apresenta iha seksaun hídrojeolójia husi relatóriu ne'e no detaillu liu-tan haketak iha relatóriu Hídrojeolójia Timor-Leste (Wallace et al., 2012). Mapeamentu hídrojeolójikál sei hanesan feramentu importante ba jestor sira, planeador no utilizador bee-rai-okos hodi kompriênde di'ak-liu tan sistema bee-rai-okos iha Timor-Leste.

Bee-rai-okos mak rekursu importante ba Timor-Leste. Povu Timor-Leste depende ba bee-rai-okos durante tempu wailoro wainhira bee sira iha rai-leten maran hotu ona. Bee-rai-okos uza hanesan rekursu bee hemu ba comunidade urbanu no rural no ba atividade industriál no agrikulturál sira. Iha aldeia sira bele iha posu bee-rai-okos ida ka rua ba comunidade hothotu, mezmus sira barak kuru bee

husi bee-matan. Bomba bee-rai-okos intensivu akontese iha area sentru sira ho objetivu ba uzu konsume jerál, indústría no uza ba agrikultura.

Bee-rai-okos ne'ebé iha mak rekarga mai husi udanbeen durante tempu udan hodi mantein armajein natoon durante tempu wailoro. Sein rekarga regulár, sei hamenus armajein bee-rai-okos. Ejijénsia nesesidade ba bee-rai-okos liu-hosi kresimentu iha populasáun, indústría no agrikultura nomós iha potensia atu redúz montante armajein husi bee-rai-okos. Tantu ba rekarga bee-rai-okos no bomba sai bee husi bee-rai-okos presiza atu kompriénde no, iha kazu bomba bee, atu jere didi'ak iha Timor-Leste hodi asegura disponível bee-rai-okos wainhira presiza.

Impaktu husi ekstrasaun bee-rai-okos ba disponibilidade no qualidade bee

Bee-rai-okos sai ona rekursu alternativu ba abastesimentu bee-rai-fohon iha tinan hirak ne'e nia laran iha Timor-Leste tanba tempu wailoro-naruk. Maske bee-rai-okos fó rekursu bee alternativa ida, maibé nia mós sai rekursu ne'ebé mak vulnerável. Wainhira ekstraksaun bee-rai-okos ás-liu tiha médiu rekarga longu-prazu husi presipitasaun, nivel bee-rai-okos sei menus no impaktu ba rezultadu no qualidade aquíféru. Impaktu husi hamenus ne'e inklui:

- Rezultadu menus ne'ebé signifika katak iha bee oitoan mak disponível ba abastesimentu bee doméstiku, tanke bee hemu, irigasaun no utilizaun selseluk;
- Beematan, bee kadalak no mota sira ne'ebé mai husi bee-rai-okos bele parsialmente ka maran kompletamente, kauza negativa ba ema moris no fó efetu ekolojikal;
- Korente bee suli kiik husi mota bele la sufisiénte ba diluzaun própriu husi deskarega bee saher, rezulta iha poluzaun bee-rai fohon ne'ebé boot;
- Aumenta amesa husi intruzaun beemasin ba iha abastesimentu bee-rai-okos fresku iha tasiibun sira; no
- Deteriorizasaun ba qualidade husi bee-rai-okos.

Atu evita estragu ireversível ba sistema bee-rai-okos, in-ezistencia volume ekstraksaun ba aquíféru ruma tenke estabelese bazea ba avaliasaun rezultadu sustentável ba tempu naruk, i.e. volume husi bee-rai-okos ne'ebé bele hasai anuálmente husi fatin bee-rai-okos sein kauza efetu negativu. Informasaun kona-bá ekstraksaun bee-rai-okos atuálmente ladauk iha.

Kontaminasaun ba Bee-rai-okos

Kontaminasaun ba bee-rai-okos bele asociadu ho rekursu espesífiku ka bele mosu iha area barak (laos pontu rekursu ka 'difúza'). Kontaminasaun ba rekursu bee ka númeru no diversu sira balun, inklui: dispozisaun inadekuadu ba lixu sira; uzu no armajein kimikal sira; instalasaun no manutensaun ladi'ak ba tanke septiku; hatetuk sanitáriu; estraga bee ka residu urbana; bee suli estraga ka armajein mal lokaliza bee ne'ebé utiliza ba indústría. Kontaminante bele susar tebes atu remediadu, ho poluzaun dalaruma rezulta iha estragu permanente ba aquíféru. Ne'e di'ak liu atu prevene kontaminasaun ba bee-rai-okos duke risku kontaminasaun no subsekuénte gasta rekursu signifikante ba hamoos fali kontaminasaun ne'e.

MUDANSA KLIMA NO TIMOR-LESTE

Iha eskala mundu, mudansa klima rezulta husi temperatura sa'e sei hamosu impaktu balun, inklui mudansa iha montante no distribuisaun presipitasaun, mudansa iha guia estasaun, nivel tasi sa'e no aumenta iha eventu intensidade tempu ekstremu (Barnett et al., 2007; Kirono, 2010; Australian Bureau of Meteorology and CSIRO, 2011).

Wainhira inserteza iha interpretasaun ba predikte impaktu mudansa klima iha eskala lokal hanesan iha Timor-Leste. Relatóriu sentrá refere ba uzu husi Modelu Klima Mundiál (GCM), ne'ebé mak sira fosai prediksaun impaktu médiu husi mudansa klima tui númeru ida ka senáriu emisaun ida iha futuru. Hanesan GCM tipikamente iha rede rezulasaun husi kilometre 100-500 kuadradu, haluan

aplikasaun ba illa ida ho medida hanesan Timor-Leste, kada estudu uza téknika hakiik-eskala. Hakiik-eskala ba medida kiik natoon atu bele aplika ba Timor-Leste hasa'e-tan inserteza, liuliu tanba uza téknika hakiik-eskala bele diferente entre modelu sira (Barnett et al., 2007; Katzfey et al., 2010). Tantu ne'e tenke rekoñese katak iha nivel inserteza besbesik ba prediksaun mudansa klima hothotu, inklu ida ne'ebé mak utiliza iha ne'e.

Relatóriu foin lalais ho apoiu husi DCCEE sumariza ona produktu husi estudu mudansa klima número balun (Australian Bureau of Meteorology and CSIRO, 2011). Relatóriu ne'e uza hanesan referénsia importante ba estudu ne'e. Timor-Leste nia prediksaun klima iha oras ne'e no iha futuru mak reprezenta iha seksaun tuir-mai.

Klima Timor-Leste atuál

Timor-Leste iha klima monsaun no presipitasaun ne'ebé influénsia husi sistema monsaun Pasífiku Oeste. Nia iha estasaun 'udan' no 'wailoro' ho periúdu tranzisaun entre estasaun rua ne'e. Médiu estasaun udan hahú Dezembru-Janeiru no remata iha fulan tolu too haat nia laran, depende ba rejiaun (Tanaka, 1994). Parte norte husi país, hetan influénsia husi guia Presipitasaun Monomodál du Norte, iha tempu udan fulan 4-6 husi Dezembru too Maiu. Parte sul país nian esperiénsia Guia Presipitasaun Bimodál du Sul ne'ebé fô estasaun udan barak liu husi fulan 7-9 ho udan-tau maka'as iha Dezembru no seluk husi fulan Maiu (Figura 12).

Totál presipitasaun anuál oioin iha país ne'e. Ne'ebé hahú husi milimetru 1000 iha kosta norte, too milimetru 1500-2000 iha sentru foho-leten no ás-liu milimetru 2500 iha area altitude ne'ebé mak barak liu lokaliza iha parte oeste país ne'e (Figura 13). Mezmu presipitasaun boot iha area altitude ás, iha ne'ebá iha eksepsaun balun hanesan relata husi (Fox, 2003) ne'ebé nota katak Liquiça no Viqueque sira iha altitude badak (respetivamente metru 25 no metru 46) maibé ho relativamente ás iha presipitasaun anuál (respetivamente metru 1349 no metru 1610).

Totál presipitasaun anuál diferente husi tinan ba tinan no intensidade udantau mós oioin iha fatfatin (Keefer, 2000). Hanesan ba fatin tropikal barak mak udantau maka'as ne'ebé akontese iha Timor-Leste. (Keefer, 2000) relata katak intensidade udantau ne'e normalmente boot-liu durante periodu Monsaun Norte Oeste (Dezembru-Marsu) iha parte du Norte país, mezmu iha parte du sul país ne'e totál presipitasaun ás rejistu ona durante fulan Maiu-Agustu.

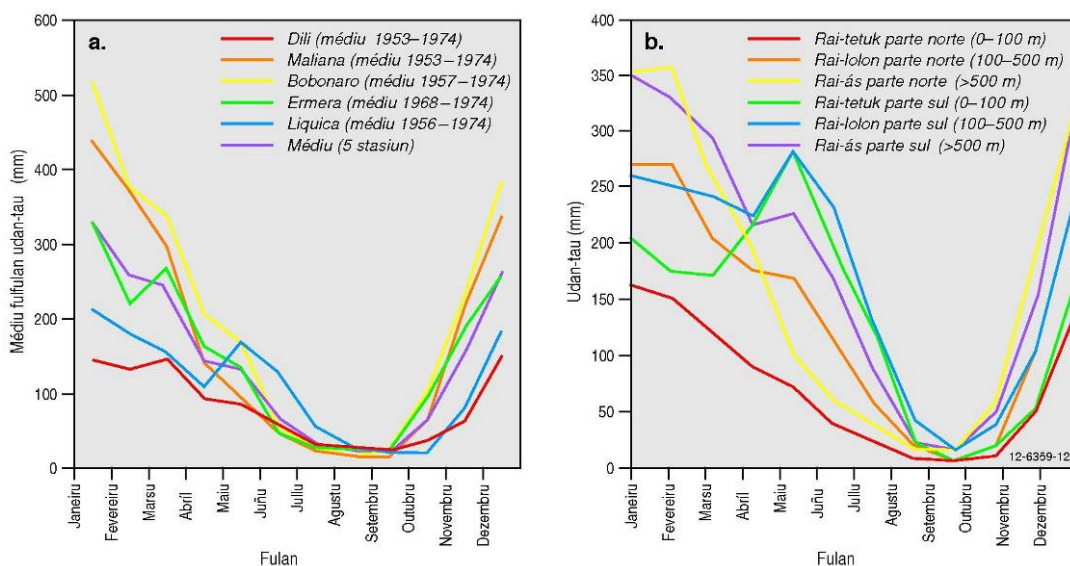


Figura 12: Médiu presipitasaun mensál ba rejiaun prinsipál iha Timor-Leste (Barnett et al., 2007; Kirono, 2010).

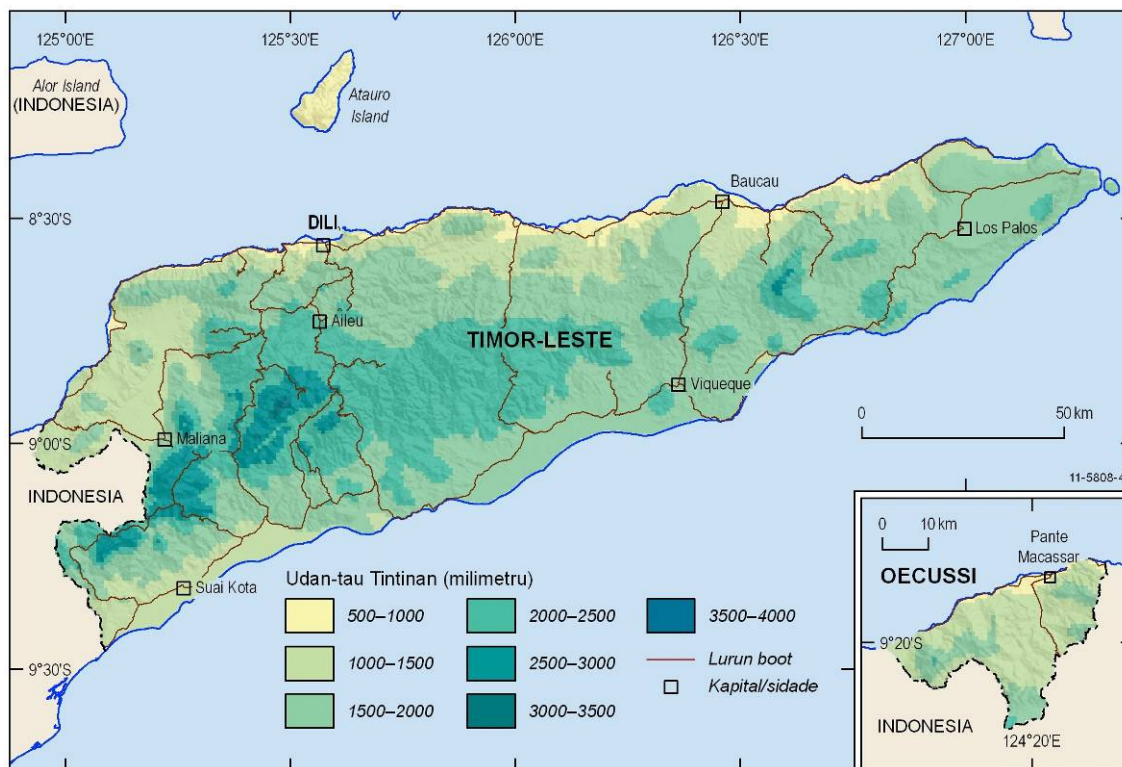


Figura 13: Médiu presipitasaun anuál iha Timor-Leste

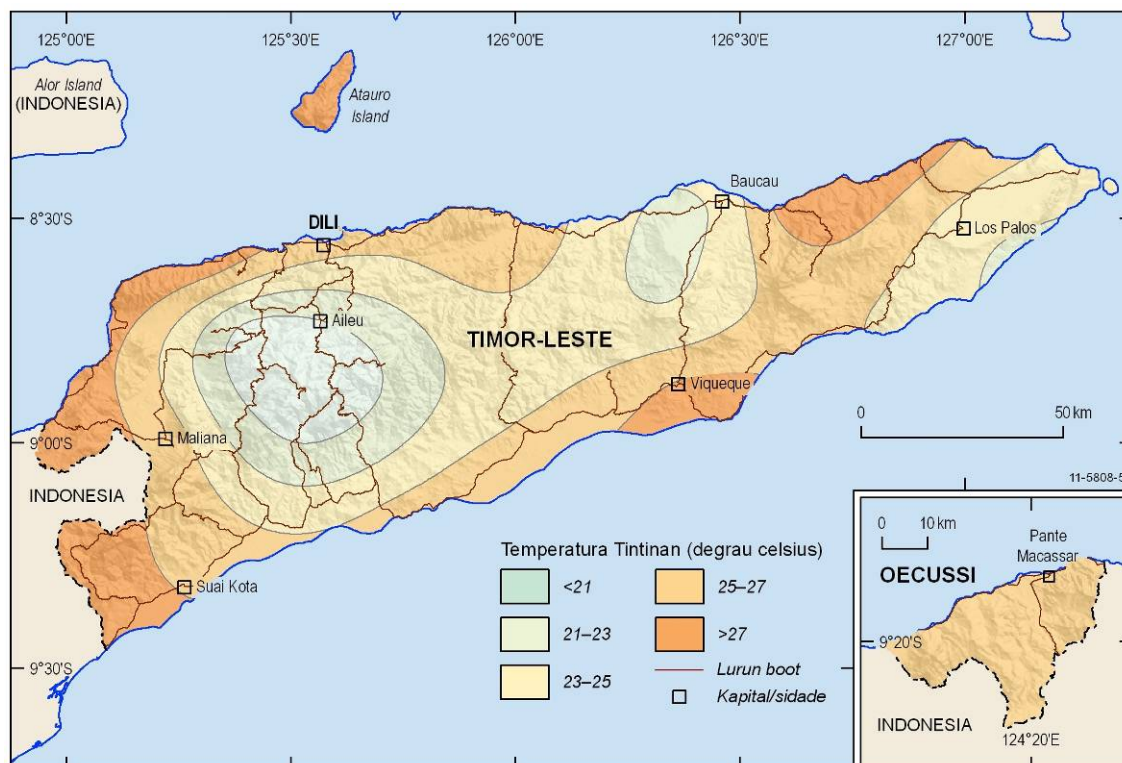


Figura 14: Médiu temperatura anuál iha Timor-Leste

Timor-Leste iha klima tropikál ne'ebé temperatura diferente oitoan iha tinan ida nia laran. Jeralmente temperatura hamenus tuir altitude (Figura 14, Figura 15), médiu temperatura besik 27°C iha area konstál no besik 22°C iha area foho leten. Pur ezemplu, iha Maubisse (lokaliza iha metru 1400 ás-liu nivel tasi) ho médiu temperatura anuál mak 19.8°C, entaun iha Liquiça (lokaliza iha metru 25 ás-liu nivel tasi) ne'ebé besik 27.4°C. Estimatzasaun malirin ho ás besik 5.5°C kada metru 1000 (Keefer, 2000; Yance, 2004). Variasaun temperatura lorloron ne'e dala barak boot liu variasaun anuál. Pur ezemplu, iha Godo no Sumbawa Besar, Sumbawa, diferensia entre temperatura másimu (besik 2-3 pm) no temperatura mínimu (molok loro-matan sa'e) varia husi 7 too 9°C diferensia durante tempu udan (Dezemburu too Marsu), no too 13°C diferensia ba too estasaun wailoro (Fenco Consultants, 1981), sitadu iha (Monk et al., 1997).

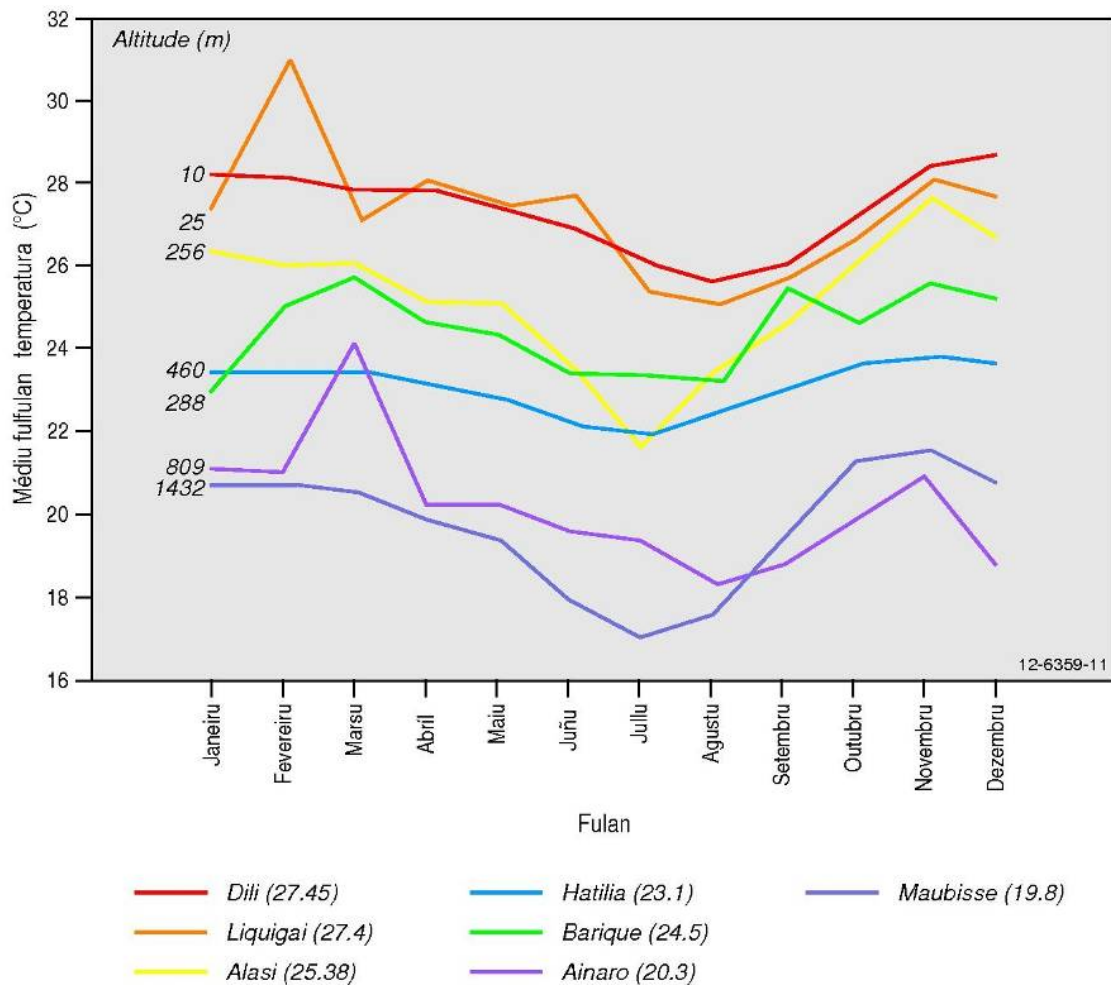


Figura 15: Médiu temperatura mensál iha fatin ne'ebé eskollia ona (Fenco Consultants, 1981), sitadu iha (Monk et al., 1997).

Evaporasaun potenciál fô indikasaun ba evaporasaun másimu posível ida tuir kondisaun saturadu rai-fohon. Ne'e fatór fundamentu ida husi siklu hídrolójikál (Figura 10). Evaporasaun potenciál iha Timor-Leste sumariza ona husi (Yance, 2004) ne'ebé mak sitadu iha relatóriu (Sousa, 1972; SNC-Lavalin International, 2001) no apresenta tuir-mai:

- Evaporasaun mensál varia husi milimetru 60 too 230 iha rai-tetuk no entre milimetru 100 too 190 iha rai-ás.

- Médiu evaporasaun poténsial lorloron ne'ebé varia husi milimetru 5.2 too 6.5 iha rai-tetuk no milimetru 2.6 too 4.9 iha rai-okos.
- Evaporasaun poténsial ás-liu presipitasaun entre Maiu no Outubru ba Laga no Baucau, no entre Jullu no Novembru iha Viqueque no Ossu.

Bazeia ba presipitasaun no temperatura iha Timor-Leste bele agrupa ba iha zona klimátiku tolu (Sandlund et al., 2001) (Figura 16):

- Zona tasi ibun parte norte (médiu temperatura $>24^{\circ}\text{C}$, presipitasaun anuál <1500 mm, estasaun wailoro ba fulan lima);
- Zona montanha (médiu temperatura $<24^{\circ}\text{C}$, presipitasaun anuál >1500 mm, estasaun wailoro ba fulan haat); no
- Zona tasi ibun parte sul (médiu temperatura $>24^{\circ}\text{C}$, presipitasaun maka'as, estasaun wailoro ba fulan tolu).

Adisionalmente, iha variabilidade klimátiku anuál apresenta iha Timor-Leste. Modelu presipitasaun atuál mak dominadu husi Monsaun Pasífiku Oeste no iha médiu anuál ida husi milimetru 1000 ba kosta norte, milimetru 1500-2000 iha sentru fatin-ás no ás-liu milimetru 2500 ba kosta sul. Maske diferente husi total ne'ebé mai husi metade too médiu montante dobradu nomós iventu udantau maka'as ne'ebé bele haré udantau lorloron hanesan too ba unkuartu husi médiu anuál (Monk et al., 1997). Tantu inundasaun (iha tempu udan) no rai-maran (iha wailoro) sira mosu beibeik no kada tipu iventu ne'e iha efetu ba propriedade; infraestrutura, produsaun aihan, nsst. (Barnett et al., 2007).

El Niño Osilasaun du Sul (ENSO) mós iha impaktu maka'as ba presipitasaun nomós disponibilidade bee iha Timor Leste. Iventu El Niño bele hamenus maka'as presipitasaun iha area balun, aumenta presipitasaun iha fatin seluk, tuun iha nivel tasi (too cm 20) no afeta estasaun tempu udan. Iventu La Niña sira indúz sei haré husi presipitasaun, aumentu iha nivel tasi (cm 10-20), aumentu iha nivel laloran-tasi (too nivel normal iha tasimane) no bele afeta estasaun tempu udan (Dolcemascolo, 2003; Kuleshov et al., 2009; Abbs, 2010).

Sumariu husi Timor-Leste nia klima atuál no pasadu hatudu tendensia balun hanesan tuir-mai (BoM CSIRO, 2011):

- Dili iha estasaun udan signifikante hahú husi Dezembru too Maiu no estasaun wailoro husi Juñu too Novembru;
- Temperatura tasi-fohon besik hanesan ho temperatura no hatudu siklu estasaun natoon ho temperatura ás-liu hotu iha fulan Marsu no Novembru, besik 2.5°C manas-liu duke iha fulan Jullu, malirin liu;
- Tendensia temperatura la apresenta tanba la iha dadus disponível natoon ba periodu 1950-2009;
- Tendensia negativu iha estasaun presipitasaun no wailoro anuál iha Airoportu Dili ba periodu 1952–2009 ne'e estatistikamente signifikante;
- Nivel tasi sa'e besik Timor-Leste sukat ona ho satelit altimetru desde 1993 maizumenus sa'e milimetru 9 kada tinan; no
- Pelomenus Dili esperiênsia siklonu tropikál dala ualu kada tinan, ho barak liu akontese ona entre fulan Novembru no Abril, maibé, ho efetu ladun maka'as.

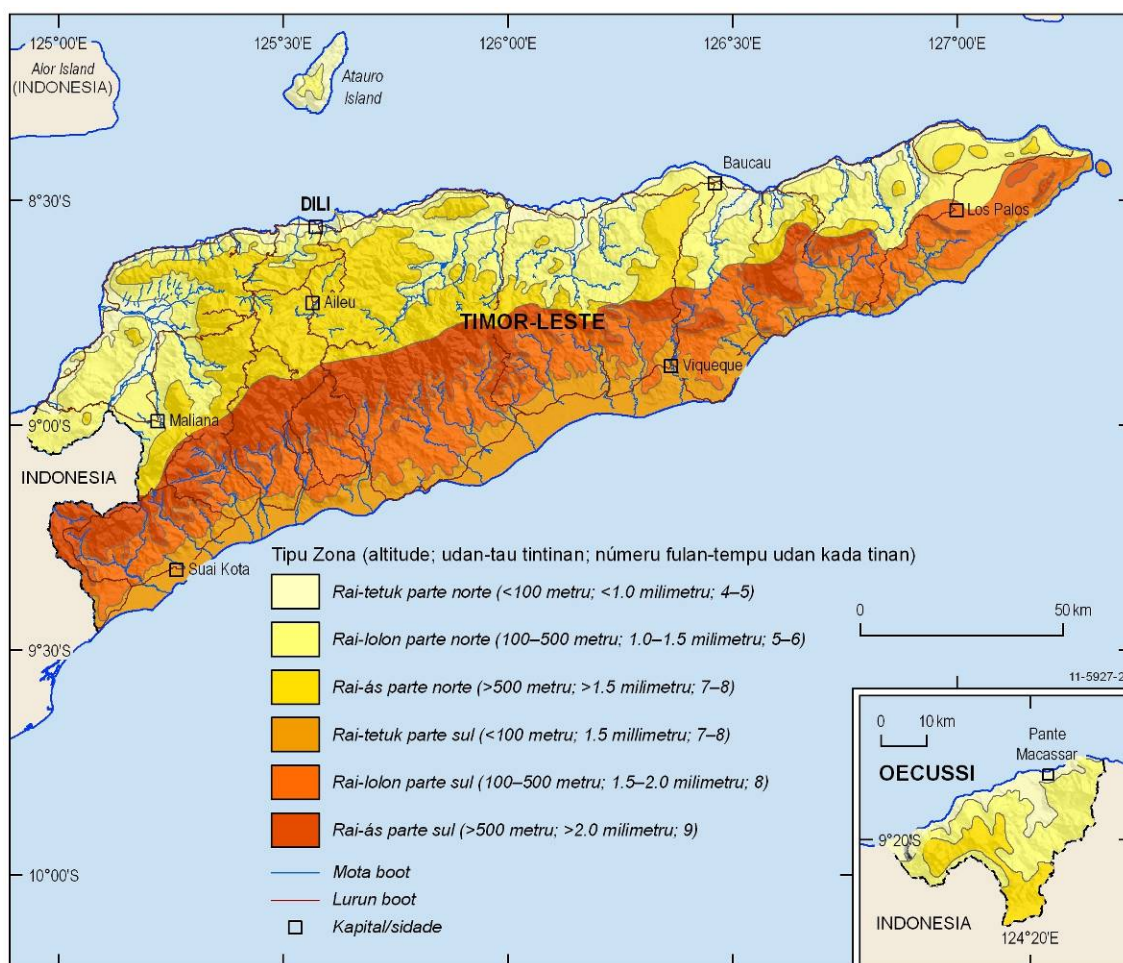


Figura 16: Zona Klimátiku iha Timor-Leste (ARPAPET, 1996; Durand, 2006)

Projeksaun mudansa klima ba Timor-Leste iha futuru

Ladauk iha estudu espesífiku kona-bá dadus klima históriku ba Timor-Leste hodi fó evidensia bá tempu no oinnusa nia klima hetan mudansa. Efetu husi mudansa klima iha Timor-Leste sei manifesta nia-an iha dalan balun, la'os hothotu hetan konkordansia husi relatóriu hothotu (Seeds of Life, 2004; Barnett et al., 2007; IPCC, 2007; Katzfey et al., 2010; Kirono, 2010; Australian Bureau of Meteorology and CSIRO, 2011).

Prediksaun klima ba futuru iha siklu 21 (BoM CSIRO, 2011) inklui:

- Projeksaun ba temperatura anin no tasi-fohon sei kontinua sa'e (iha fiar maka'as katak sei mosu duni);
- Projeksaun ba estasaun udantau sei sa'e (iha fiar moderadu);
- Tempu wailoro projekta ona sei menus (iha fiar moderadu);
- Mudansa oitao mak projekta ona iha médiu presipitasaun anuál (fiar oitao katak sei mosu duni);
- Intensidade no frekuénsia husi rai-manas maka'as loloron projekta ona sei sa'e-tan (iha fiar maka'as katak sei mosu duni);
- Intensidade no frekuénsia husi udantau maka'as lorloron projekta ona sei aumenta tan (iha fiar katak sei mosu duni);
- Mudansa oitao mak projekta ona iha insidensia rai-kmakas (fiar oitao katak sei mosu duni);

- Númeru siklonu tropikál projekta ona sei redúz iha rejiaun balun iha Timor-Leste (0–20°S no 100°E–130°E) (iha fiar moderadu);
- Asidifikasaun oseau projekta ona sei kontinua (iha fiar maka'as sei mosu duni); no
- Médiu tasi bee sa'e ne'e projekta ona atu kontinua (iha fiar maka'as kata sei mosu duni).

Iha importansia partikular ba impaktu bee-rai-okos mak presipitasaun, tanba nia efetu ba rekarga bee-rai-okos, no nivel tasi sa'e, tanba iha potencia intruzaun tasibeen ba aquíféru sira iha area kosteira. Liu-hosi efetu mudansa klima bele potenciálmente fô impaktu ba rekursu bee-rai-okos iha meiu sira hanesan tuir-mai:

- Intruzaun tasibeen (tasibeen suli tama ba bee fresku iha rai-okos) no migrasaun iha rai-laran husi mikstura bee-fresku no bee-masin;
- Inundasaun tasibeen (beefohon suli ba area tetuk) no inundasaun aquíféru inkonfinadu husi tasibeen;
- Kontaminasaun ba bee posu husi tempestade no inundasaun asesoriu superfisiu;
- Muda rekarga tanba variasaun iha presipitasaun no evapotraspirasaun ne'ebé rezulta ba muda distribuisaun beefresku iha aquíféru ida;
- Mudansa iha modelu deskarega ne'ebé bele rezulta bee hoban no bele fô impaktu ba aquatiku no ekosistema dolok sira; no
- Nivel bee ás fô impaktu ba infraestrutura inklui nakfera iha tanke no sistema soefoer.

Udantau

Mezmu mudansa oitoan mak predikte ona ba totál presipitasaun anuál, redúz ona presipitasaun iha estasaun wailoro sei tau presaun adisionál ba rekursu bee-rai-okos liu-hosi ekstende periodu dependensia ba bee-rai-okos. Prediksaun aumenta iha montante no intensidade presipitasaun bele aumenta rekarga bee iha rai okos, tanba iha infiltrasaun maka'as, iha ambiente balun maibé hamenus rekarga ba bee-rai-okos, tanba aumenta iha bee saher ba fatin seluk. Efetu husi aumenta intensidade udantau ba iha rekarga bee-rai-okos sei varia husi fatin ida ba fatin seluk. Adisionálmente, mezmu prediksaun iha leten bele aplika hanesan médiu ida iha eskala nasional, efetu ne'e ba area lokál bele substansiálmente diferente. Peskiza sira hatudu katak wainhira nasionalmente akontese udantau oitoan iha tina El Nino sira iha area barbarak iha presipitasaun oitoan, maibé iha area balun hetan barak liu médiu udantaun (Barnett et al., 2007). Ne'e indika katak ba eskala jestaun bee-rai-okos ida sei presiza atu prepara ba tantu redúz ona no aumenta presipitasaun.

Nivel Tasi Sa'e

Prediksaun nivel tasi sa'e bele afeta aquíféru sira iha area kosteira. Estimatisa ona nivel tasi sa'e milimetru 9 kada tinan ás liu médiu tektóniku Timor ne'ebé sa'e milimetru 0.5 kada tinan. Aquíféru area kosteira iha kontaktu ho tasi dala barak eziste iha delikadu ekilibriu ida ho pozisaun baliza beefresku/tasibeen depende ba rekarga husi beefresku no ás nivel tasi. Aumentu iha nivel tasi bele atu kauza tasibeen suli mai rai-maran no halo intruzaun ba aquíféru sira. Ne'e mós sai kazu ba iventu klima ekstrimu ne'ebé bele temporariamente hasa'e nivel tasi lokál no kauza tasibeen suli tama ba aquíféru beefresku. Kuandu intruzaun tasibeen akontese, ne'e difisil ka imposível atu reverse. Tantu maske temporariamente nivel tasi sa'e bele iha konsekuénsia signifikante ba aquíféru sira iha area kosteira.

Impaktu ba nivel tasi sa'e fatin-espesífiku, no atuaun husi zona tranzisaun entre bee fresku no tasibeen durante nivel tasi sa'e sei depende ba sistema hídojeolójia, inklui tipu aquíféru no nia jeométria, valór barometru aquíféru sira (e.g. kondutividade hídrauliku), no kondisaun sistema baliza sira. Influénsia húmanu hanesan ekstraksaun ba bee-rai-okos, drainajén, no rekarga artefisiál sei mós iha influénsia ba too nivel tasi sa'e kauza impaktu sira akontese no/ka hetan mitigasaun ona.

Bazeia ba relasaun Ghyben-Herzberg, ne'ebé dekreve relasaun entre bee fresku ne'ebé ás-liu nivel tasi no klean liu ba bee fresku – baliza tasi been, metru ida ás husi bee-fesku iha rai okos signifika nivel tasi sei asegura metru 40 husi beefresku iha nivel tasi nia okos (Figura 17 a). Tantu amentu cm 50 iha nivel tasi iha potensia atu kauza iha redusaun ba metru 20 disponibilidade beefresku (Sherif and Singh, 1999), hanesan hatudu iha Figura 17 b.

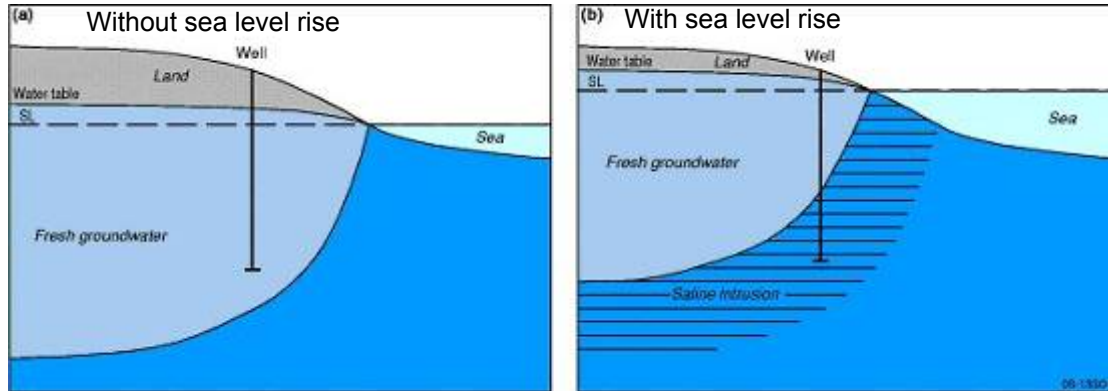


Figura 17 Impaktu husi nivel tasi sa'e ba intruzaun tasibeen ba aquiféru sira iha tasi-ibun

Rezultadu preliminaría hatudu katak area tetuk sira iha liña tasi-ibun Timor-Leste, ne'ebé luan liu iha kosta sul (Figura 18). Area kosteira iha metru 5 ás liu nivel tasi (i.e. entre 0 no 5 m AHD) pontensialmente iha ameasa husi intruzaun tasibeen. Area tetuk sira balun iha tasi ibun barak mak lokaliza iha area kosta sul (Figura 18). Komunidade sira iha area tetuk tasi-ibun, pur ezemplu Dili, sidade kapitál potensíalmente iha ameasa nia laran. Komunidade sira iha tasiibun depende ba abastesimentu bee-rai-okos iha Timor-Leste ne'ebé potensíalmente iha risku maibé avaliasaun detallu ida presiza duni atu kuantifika risku atuál iha kada area.

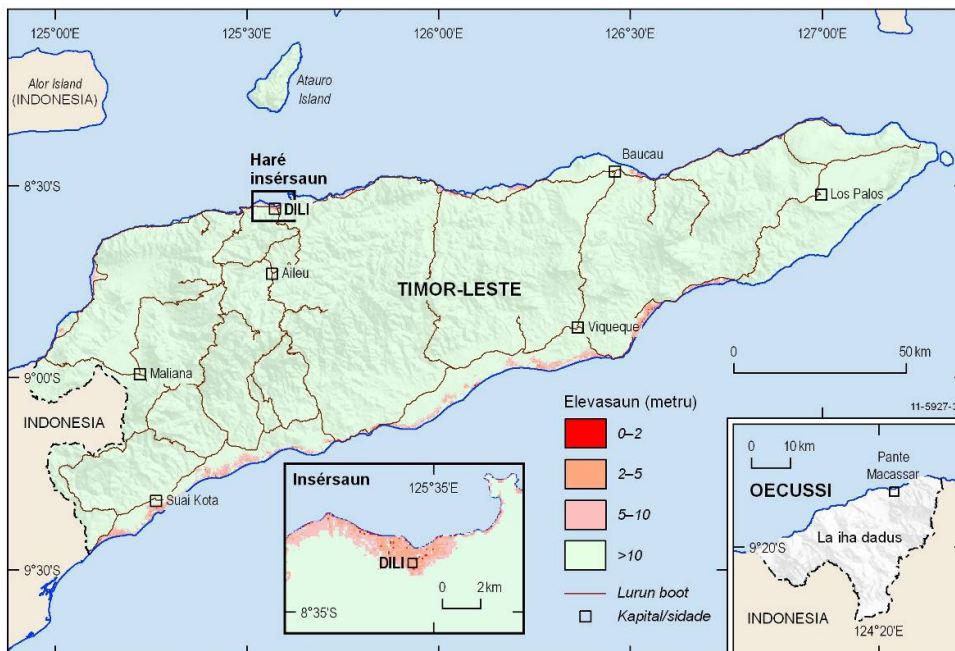


Figura 18 Rai-tetuk tasiibun iha Timor-Leste ho elevasaun menus husi metru 10 AHD.

SUMÁRIU

Disponibilidade bee-rai-okos ne'e importante tebes ba Timor-Leste; maibé, informasaun oituan mak disponível kona-bá rekursu ne'e. Hídrojeolójia país ne'e sei depende ba interaksaun entre jeolójia no klima, ne'ebé mak hatudu kompleksidade no variável. Mudansa klima sei afeta bee-rai-okos iha futuru, prinsipálmente liu-hosi mudansa iha presipitasaun no nivel tasi sa'e. Efetu poténsiál husi mudansa klima sei hetan mudansa iha montante disponibilidade bee-rai-okos nomós intruzaun tasibeen ba aquíféru beefresku. Ho informasaun limitadu no kompleksu kona-bá jeolójia no klima, avalia impaktu husi mudansa klima ba rekursu bee-rai-okos iha Timor-Leste presiza atu iha kompriéndesaun konsistente husi hídrojeolójia iha eskala nasonál ida. Seksaun tuir mai haklaken kona-bá dezvoltamentu mapa hídrojeolójia Timor-Leste foun ida.

Dezenvolvimentu mapa hídrojeolójia nasionál ba Timor-Leste

ANTESIDENTE

Seksaun ne'e fó enkuadramentu ida no mapa ba klasifika sistimatikamente bee-rai-okos iha Timor-Leste iha eskala nasionál ida. Iha inisiasaun projetu ne'e iha ne'ebá ladauk iha mapa hídrojeolójia kona-bá Timor-Leste, nesesidade ba estudu ba oras ne'e. Mapa baziku 'rekursu bee subteranea' Timor-Leste prodúz ona husi Direktorat Geologie Bandung ne'ebé apresenta iha (Monk et al., 1997; Durand, 2006). Mapa ida ne'e hatudu area jeral husi buat ne'ebé hanaran akontesimentu bee-rai-okos no fó klasifikasaun ida (1-4) kona-bá disponibilidade bee. Maibé, métodu, prediksaun no rejistu informasaun la define ona no ne'e la bele direktamente harí bazeia ba informasaun husi mapa ne'e. Projetu ne'e proposta mapa hídrojeolójia nasionál foun ho parseriedade ho Diresaun Nasionál Jestaun Rekursu Agua (DNGRA) Timor-Leste, ho pareser husi diresaun sira selseluk tan. Métodu sira, asumsi sira no *input* informasaun husi mapiamentu hídrojeolójia haklaken ona, hamutuk ho enkuadramentu ne'ebé utiliza ba halo mapa hídrojeolójia ne'e.

Produsaun ba mapa ne'e hatudu iha 2010 hanesan komponente ida husi Departementu Mudansa Klima no Efisiénsia Enerjia (DCCEE) no apoia husi AusAID ba projetu '*Avaliasaun impaktu husi mudansa klima ba rekursu bee-rai-okos iha Timor-Leste*' implementa husi GA iha parseriedade ho Governu Timor-Leste Diresaun DNGRA. Absensia husi mapa hídrojeolójia nasionál ida ba Timor-Leste haklook ona jestaun no peskiza kona-bá aquíferu no rekursu bee rai okos iha pasadu. Proposta ida husi GA atu prodúz mapa hídrojeolójia foun ida halo parte husi kuadru ida ba jestasaun bee-rai-okos iha projetu ne'e ne'ebé hetan ona apoiu husi duador sira no diresaun sira iha Governu Timor-Leste. Lejenda internasionál UNESCO (1983) ba mapiamentu hídrojeolójia sai ona guia iha produsaun enkuadramentu ne'e atu asegura konsistensia mapiamentu husi aquíferu no rekursu bee-rai-okos iha Timor-Leste no internasionamente.

INTRÓDUSAUN

Enkuadramentu hídrojeolójia dezenvolve ona atu fó biban ba Timor-Leste hodi jere rekursu bee-rai-okos iha futuru. Enkuadramentu ne'e haklaken etapa sira ne'ebé presiza atu dezenvolve kompriénsaun ida kona-bá rekursu bee-rai-okos sira. Enkuadramentu ne'e kave ona ba limitasaun disponibilidade dados kona-bá bee-rai-okos ohin loron iha Timor-Leste no akomoda detaillu dados tan iha futuru. Enkuadramentu mós utiliza ona husi projetu atu dezenvolve mapa hídrojeolójia nasionál ida ba Timor-Leste. 'Hídrojeolójia Timor-Leste', apresenta iha eskala 1:250,000, ida ne'e hanesan mapa hídrojeolójikál foun ba nasaun ne'e. Enkuadramentu mapiamentu hídrojeolójia apresenta etapa signifíkante ba diskobre, halo jestaun no peskiza iha futuru ba Timor-Leste nia aquíferu no rekursu bee-raiokos iha kondisaun mudansa klimátiku, kresimentu polulasaun no dezenvolvimentu indústriia .

Ba dahuluk seksaun ne'e haklaken enkuadramentu ida kona-bá faze sira ne'ebé mak tulun atu kompriénde hídrojeolójia iha area refere ruma. Ne'e tuir kedas ho detaillu sira seluk kona-bá prosesu mapiamentu hídrojeolójikál, fatór sira ne'ebé influénsia hídrojeolójia no mapiamentu hídrojeolójia iha Timor-Leste.

ENKUADRAMENTU HÍDROJEOLÓJIA

Enkuadramentu hídrojeolójia ida denzenvolve ona ba Timor-Leste. Enkuadramentu dezignadu atu simplifika no klaramente demonstra oinnusa informasaun eziste bele hari ba prodúz informasaun mapa ne'ebé konsistente no detailladu ba jestor bee-rai-okos sira. Enkuadramentu ne'e tau konsiderasaun ba limitasaun informasaun kona-bá bee-rai-okos ho hatudu oinnusa dadus substitutu sira bele uza ba hahú avaliasaun (aprosimasaun koiñesimentu). Ne'e mós permite informasaun barak atu iha detaillu no fatin ne'ebé espesífiku hodi inkorpora ba iha eskala nasional (aprosimasaun dadus). Enkuadramentu hídrojeolójia foun ida haklaken iha okos no banati tuir faze sira ne'ebé halo ona iha projetu ne'e hodi aplika enkuadramentu ne'e ba Timor-Leste ho produsaun mapa hídrojeolójikál.

Métodu Enkuadramentu Hídrojeolójia

Enkuadramentu métodu haklaken iha ne'e iha faze boot rua. Faze sira ne'e aliña ho faze rua husi projetu ne'e: 1) avaliasaun bazeia ba koiñesimentu no 2) avaliasaun bazeia ba dadus. Avaliasaun bazeia ba koiñesimentu husi Faze 1 prodúz ona mapa hídrojeolójia foun ida husi limitasaun disponibilidade dadus. Avaliasaun bazeia ba dadus husi Faze 2 aumenta ona dadus espesífiku kona-bá hídrojeolójikál ba Timor-Leste. Enkuadramentu métodu ba Faze 1 ne'e deskute iha etapa 1-4 no tuir-mai métodu Faze 2 ne'e haklaken iha etapa 5-8 tuir mai no hatudu iha Figura 19.

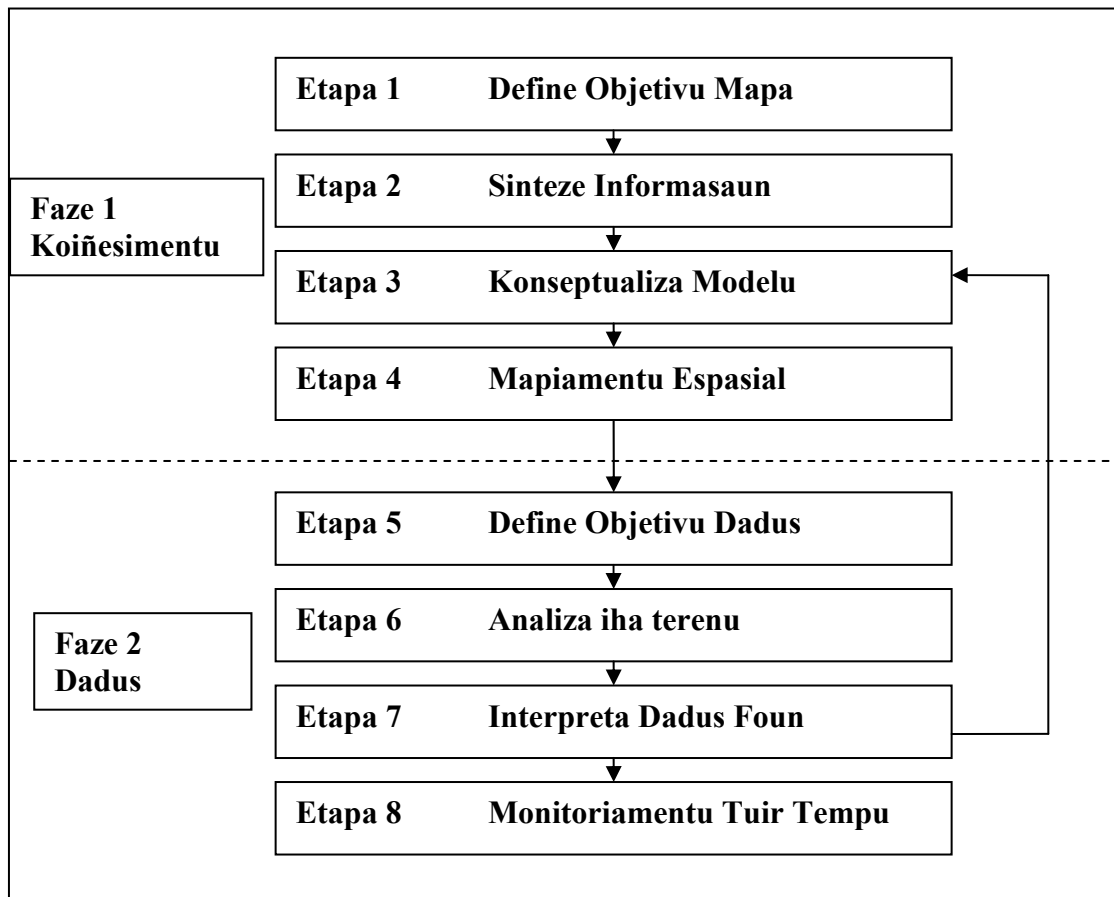


Figura 19: Enkuadramentu hídrojeolójia kombina aprosimasaun bazeia ba 'koiñesimentu' no 'dadus'.

Faze 1

Iha etapa primeiru husi aprosimasaun koiñesimentu husi faze 1, enkuadramentu ne'e presiza atu aplika ba objetivu ne'ebé klaru no espesifiku. Ho haklaken aprosimasaun husi faze 1 ne'e importante atu identifika i) produktu finál atu uza ba saida, ii) produktu finál ne'e atu sai saida, no iii) oinnusa mak produktu finál sei atu utiliza. Iha kazu projetu ne'e enkuadramentu utiliza hodi i) karakteriza hidrojeolójia aquíferu, ii) iha forma mapa ida no tekstu deskriptu, no iii) primáriamente utiliza ona ba halo jestaun no prospektividade rekursu bee-rai-okos.

Etapu segundu mak atu identifika no sinteza informasaun, koiñesimentu hothotu ne'ebé disponível no daduskoletanea sira ne'ebé relasiona ba hidrojeolójia. Tan la iha mapa hidrojeolójia kona-bá Timor-Leste hodi substitui informasaun no dadus sira ne'ebé atu utiliza. Substitui hanesan informasaun ruma ne'ebé bele uza hodi kompriênde hidrojeolójia iha absensia husi dadus hidrojeolójikál. Dadus sira uza ba hidrojeolójia hanesan jeolójia, topográfia no informasaun siklu bee ruma hanesan presipitasaun no evaporasaun. Dadus sira ne'e balun disponível ba Timor-Leste no utiliza ona ba objetivu ne'e.

Etapu datoluk mak atu harí kompriêndesaun konseptuál ida ka modelu sistema hidrojeolójia interesadu. Ne'e informasaun no dadus sira ne'ebé halibur ona iha etapa dadruak, iha leten, ne'ebé hetan interpretasaun tiha ona. Ne'e rekere koiñesimentu espesialista ne'ebé mak disponível iha tekstu, literatura no manuál sira nomós husi staf no lokál sira (koiñesimentu lokál). Etapu ida ne'e involve haklaken prosesu ne'ebé mak kontrola sistema hidrojeolójikál hasoru tipiku propriedade ekspektativa ba aquíferu ne'ebé fó ona.

Etapu dahaat mak atu halo dezeńu mapa foun ka konseptualiza kompriêndesaun husi tópiku ne'ebé iha, iha kazu ne'e mak mapa hidrojeolójia foun ida. Mapa hidrojeolójia presiza atu hatama hotu etapa sira iha leten ne'ebé sei kobre: 1) objetivu; 2) sinteza ida ba informasaun ne'ebé iha; no 3) konseptualizasaun sistema ne'ebé mak deskreve ona. Inklui etapa tolu ne'e hotu sei aseguira esbosu ne'e kaptura informasaun ne'ebé iha no relavante. Iha ne'ebá iha *gap* balun iha informasaun sira ne'ebé mak iha. Ne'e tipiku no ne'e presiza atu fosai lolos iha mapa foun ruma, sa' informasaun mak uza ona no sa' informasaun mak la disponível. Etapu sira ne'e involve ona iha kreesaun ba mapa foun ruma tenke haklaken hodi bele kria mapa ne'ebé hanesan husi informasaun hanesan. Parte finál husi etapa dahaat mak atu iha esbosu ba revizaun husi ema peritu sira iha area ne'e. Revista kritiku liu-husi esbosu mapa ne'e importante liu tan ba finaliza mapa ne'e.

Faze 2

Faze daruak métodu enkuadramentu ne'e foka ba halo avaliasaun hidrojeolójia bazeia ba dadus. Avaliasaun dadus husi faze 2 tenke akontese hafoin avaliasaun ba koiñesimentu iha faze 1. Ne'e tanba avaliasaun dadus hodi utiliza informasaun husi avaliasaun koiñesimentu nomós tau-hikas ba avaliasaun koiñesimentu. Nune'e dadus hidrojeolójikál ne'ebé halibur ona husi fatin servisu sira interaktivamente ho mapa hidrojeolójikál eskala nasionál.

Etapu dalima husi enkuadramentu, inisiu husi aprosimasaun dadus husi faze 2, ne'e atu determina saida mak objetivu husi sukat bee-rai-okos. Número sasukat bee-rai-okos rekoiñese ida ne'e disponível ba konfigurasaun diferente no ba objetivu ne'ebé diferente. Kuandu meta husi sasukat ne'e decide ona, hanesan kualidade bee ka vulnerabilidade ba mudansa klima, padraun sasukat ida bele atu hahú ona (guia monitoriamentu ida ba bee-rai-okos akompañia relatóriu ne'e).

Etapu daneem mak selesaun fatin estudu kazu suitavel ba amostrasaun. Lokalizasaun terrenu tenke hili ona bazea ba nesesidade, hanesan benefisiu maka'as ba ema barak, maibé mós kona-bá tipu aquíferu. Tanba tipu aquíferu diferente bele opera diferentemente ne'e imporntate atu kompriênde variadade ida husi tipu aquíferu. Selesaun ba fatin sei importante ba kompriêndesaun inisialmente ba propriedade aquíferu ne'ebé ladauk hatene. Husi tempu ba tempu barak no fatin barak mak hetan estudu no kolekta dadus husi Timor-Leste-nia aquíferu sei hatene didi'ak liu-tan.

Etapla dahituk mak atu aplika rezultadu husi koleksaun dadus foun hodi kompara ho mapa hídrojeolójia nasional no kompriênde fatin ne'ebé mak ladauk hetan avaliasaun. Mezmu ne'e la bele posivel atu kompara tipu aquiféru diferente rua, hanesan rai-henek-lotuk no kalkáriu, ne'e posivel atu inferre, too ba ekstensaun balun, propriedade iha tipu aquiféru ida, hanesan fatukrahun rua. Fatin estudu kazu bele uza atu aumenta detaillu ba mapa hídrojeolójia nasional nomós atu kompriênde aquiféru hanesan ne'ebé mak ladauk sukat.

Etapla dauwaluk mak kontinua halo monitoriamentu husi tempu ba tempu. Ne'e mak ida husi etapla importante sira. Mezmu sasukat fatin terrenu ida iha tempu ida prodúz informasaun kona-bá kondisaun husi bee-rai-okos, ne'e importante tebes atu kompriênde oinnusa kualidade no kuantidade bee-rai-okos hetan mudansa iha tempu ba tempu husi fulan ba fulan, husi tinan ba tinan no husi dékade ba dékade. Uza tendensia sira ne'e iha kualidade no kuantidade bee-rai-okos iha tempu ba tempu jestor bee-rai-okos bele hahú predikte no jere bee-rai-okos iha futuru, inklui ba iha mudansa klima.

Avaliasaun métodu enkuadramentu hanesan deskreve ona iha leten ba hídrojeolójia bele mós uza ba mapiamentu vulnerabilidade bee-rai-okos ba mudansa klima. Iha kazu ne'e, objetivu, substitutu dadus sira, koiñesimentu no aniliza fatin bele foka vulnerabilidade husi bee-rai-okos ba mudansa klima. Dadus importante husi avaliasaun vulnerabilidade bee-rai-okos mak mapa hídrojeolójia nasional ida. Mapa hanesan ne'e ladauk iha Timor-Leste iha pasadu, projetu ne'e dezenvelope ona mapa hídrojeolójia ida hodi utiliza ba jestaun no avaliasaun vulnerabilidade. Ho mapa ne'e métodu enkuadramentu ne'ebé deskreve ona iha leten bele atu banati tuir. Maibé koiñesimentu sira ne'ebé mak iha ona durante halo estudu vulnerabilidade bele kompleksu tanba avaliasaun vulnerabilidade bele uza ba objetivu oioin. Aprosimasaun ba avaliasaun vulnerabilidade husi bee-rai-okos mak hatete ona iha intródusaun husi relatóriu ne'e (haré Figura 1, enkuadramentu vulnerabilidade).

MAPIAMENTU HÍDROJEOLÓJIA

Seksaun ne'e fó hanoin hodi kobre kona-bá dezinvolvimentu mapa hídrojeolójikál ba Timor-Leste hodi tuir pasu métodu enkuadramentu hídrojeolójia 1-7 hanesan deskreve iha leten. Kontiúdu hosi seksaun ne'e sumariza rezultadu signifikante sira no informasaun husi dezinvolvimentu mapa. Maioria husi dadus, interpretasaun no métodu pasu-pur-pasu uza ba seksaun mak apresenta ona hamutuk ho relatóriu hídrojeolójia.

Padraun Internasionál

'Mapa Hídrojeolójikál Timor-Leste' dezenvelope ona bazeia ba 'Lejenda Internasionál ba Mapa Hídrojeolójikál' prodúz husi Organizasaun Nasaun Unidas ba Edukasaun, Siéntifiku no Kultura (UNESCO, 1983). Legenda UNESCO prodúz ona hanesan guia mundiál ba mapa hídrojeolójikál hodi asegura padraun ne'ebé konsistente. Lejende UNESCO haklaken padraun simbulu lobuk ida, guia no kores sira ne'ebé iha signifíkasaun hídrojeolójikál espesífiku no rekoñesidu internasionálmente.

Lejenda UNESCO banati tuir ona iha ne'e hodi reprezenta hídrojeolójia Timor-Leste ba tuir padraun internasionál. Mapa hídrojeolójikál defíne ona hanesan mapa sira ne'ebé mak deskreve ekstensaun aquiféru ida ho jeolójikál, hídrojeolójikál, meteorolójikál no fiatura baliza bee ne'ebé bele influénsia ka tulun kompriênde rejime bee-rai-okos. Eskala mapa sira ne'e bele internasionál, nasional, rejional ka lokal, no bele varia husi eskala kiik (menus husi 1:1,000,000) too eskala boot (ás-liu 1:250,000). Utilizasaun formatu dadus ne'ebé estandarizadu iha mapa hídrojeolójia Timor-Leste fasilita komparaun no fahe koiñesimentu mutuál entre país sira.

Mapa hídrojeolójikál Timor-Leste no lejenda bazeia ba UNESCO prodúz ona hanesan parte ida husi enkuadramentu hodi reprezenta mapa hídrojeolójikál nasional jeral ida. Mapa hídrojeolójikál jeral ne'e kobre ambiente oioin balun, duke mapa ne'ebé fokaliza liu ba atu hatudu de'it karakterístika ka

ambiênte sira balun. Produsaun husi mapa espesializadu ida tan ba mapa hídrojeolójikál, mós importante ba area rural sira no bele husu atu uza simbulu naun-estandariza, guia no kores ba objetivu espesífiku. Maibé, guia lejenda UNESCO rekomenda maka'as tebes atu halo preparasaun ba mapa hídrojeolójikál jeral ida, hanesan ida ne'ebé mak prodúz ona iha projetu ne'e, hanesan baze ida ba produsaun mapa espesializadu selseluk tan.

Objetivu

Objetivu husi mapa hídrojeolójikál ida mak atu fó biban ba sai hanesan diferenzia ba area sira bazeia ba sira-nia karakterístika hídrolójikál ein relasaun ba jeolójia (UNESCO, 1983). Mapa hídrojeolójia Timor-Leste kria ona hodi serve objetivu oioin sira ne'ebé relasiona ba jestaun aquíferu no bee-rai-okos. Mapa ne'e atinje liu ona objetivu inisiu; hodi fó liñabaze ida ba jestaun bee-rai-okos iha atuasaun ba senariu mudansa klima, hodi aplika ba mós objetivu uzu no jestaun sira. Ein adisional prinsipiu husi mapa ida ne'e mak konseitu 'prospektividade' bee-rai-okos. Prospektividade bee-rai-okos kombina sistema modelu fluxu aquíferu (i.e. sedimentária, karstiku ka fatuk frakturadu) ho karega fluxu potenciál ba ekstraksaun bee-rai-okos hodi halo produsaun ne'ebé mak hatudu fatin rekursu bee-rai-okos sira. Mapa ne'e prodúz ona ba projetu ne'e hodi inkorpora prospektividade bee-rai-okos no bele utiliza iha eskala nasionál, ba objetivu sira inklui:

- Avaliasaun impaktu mudansa klima ba bee-rai-okos;
- Jestaun ekstraksaun bee-rai-okos tuir mudansa iha periodu tempu udan no wailoro;
- Dezigna programa monitoriamentu apropiadu ba qualidade no kuantidade bee-rai-okos;
- Fó baze ida hodi kalkula sustentabilidade produsaun bee tuir kresimentu populasau no indústria ohin loron; no
- Avaliasaun kona-bá utilizasaun bee-rai-okos iha futuru ba uzu doméstiku, agrikultura no indústria.

Kompelasaun

Kompelasaun mapa hídrojeolójia Timor Leste, ein konkordansia ho (UNESCO, 1983) lejenda internasionál ba mapa hídrojeolójikál, kombina tantu aprosimasaun bazeia ba koiñesimentu no bazeia ba dados. Aprosimasaun bazeia ba koiñesimentu utiliza ona koiñesimentu husi hahalok tipikál bee-rai-okos iha senariu jeolójikál kombina ho mapa jeolójia Timor-Leste (no dados sira seluk hanesan topográfia nsst) hodi prodúz substitutu ba aquíferu bee-rai-okos sira. Aprosimasaun bazeia ba dados utiliza ona dados bee-rai-okos ne'ebé disponível iha Timor-Leste husi peskiza iha pasadu, monitoriamentu ba bee-rai-okos, viajen iha terrenu no koiñesimentu rural ba karakterístika aquíferu sira. Iha aprosimasaun bazeia ba dados kolekta ona husi estudu kazu hodi hawaen tan informasaun ba iha maneira aquíferu hanesan. Projetu ne'e uza aprosimasaun bazeia ba koiñesimentu no dados interaktivamente hodi harí kompriêndesaun kona-bá aquíferu sira iha Timor-Leste. Informasaun ne'e kombina ona utiliza sistema infomasaun jeográfiku ho halo mapa no hatudu karakterístika aquíferu (GIS) (Detallu husi métodu GIS no hatama dados fó hamutuk ona ho relatóriu sira).

Dados kolekta ona iha país iha parseriedade ho DNGRA no ho apoiu husi diresaun Governu selseluk iha Timor-Leste, UNDP no RWSSP (BESIK). Jeolójia no topográfia mak dados prinsipál GIS hodi utiliza ba halo mapa hídrojeolójia. Dados ba aquíferu espesífiku sira limita ona no inklui ona sasukat nivel bee-rai-okos balun no koiñesimentu lokál kona-bá rekarga fluxu no estasaun deskarega beematan husi bee-rai-okos iha sistema aquíferu sira ne'ebé mak diferente.

Esbosu mapa hídrojeolójia sira mak prodúz husi projetu ne'e, nomós hatama dados sira, hetan ona revizaun husi peritu sira hodi aseguara mapa sira ne'e forte no iha valór nafatin iha futuru. Korespondensia ho Prof. Mike Audley-Charles, ema ne'ebé didika nia moris ba prodúz mapa ne'e no koiñesimentu jeolójia Timor-Leste, garantia ona validade husi versaun dijital (GIS) husi mapa orijinal sira. Ema sira ne'ebé mak revista ona mapa hídrojeolójia inklui Dr. Phil Commander, ema peritu hídrojeologista ida no *co-autor* ba mapa 'Hídrojeolójia Austrália' ne'ebé mak publika iha tinan 1987. Adisionalmente, esbosu husi mapa hídrojeolójia apresenta ona internalmente iha GA no

distribui ona ba parte interesadu imediatu sira no parseiru projetu (DNGRA, DCCEE, PASAP, UNDP, RWSSP) hodi hetan komentariu. Ekipa projetu simu tiha ona revizaun no kritika ne'ebé signifikante kona-bá mapa hídrojeolójia hodi aseguara kualidade no efikasiasaun husi produktu finál ne'e.

Limitasaun

Estudu ne'e prodúz ona enkuadramentu mapa hídrojeolójia ho detaillu apropriadu ba hatudu eskala nasional. Prezisaun husi mapa hídrojeolójia, prodúz ona bazeia ba enkuadramentu hídrojeolójikál, depende ba disponibilidade montante no kualidade informasaun bee-rai-okos (dadus no koiñesimentu). Too ohin loron disponibilidade informasaun kona-bá bee-rai-okos limitadu liu. Tan razaun ne'e, kriaun mapa hídrojeolójia halo ona hamutuk ho avaliasaun ba bee-rai-okos no aquiféru iha rai okos. Avaliasaun baze iha terrenu ne'e tarjetu ba iha sistema aquiféru oioin hodi fó dadus adisional ba prezisaun no modifika mapa ne'e. Mapa ne'e refleta hídrojeolójia Timor-Leste iha eskala nasional, inklui informasaun ne'ebé hasai husi analiza estudu kazu.

Nanu'u klasifikasaun mapa ne'ebé apresenta ne'e ho intenssaun ba diferensiasaun tipu aquiféru boot sira iha eskala nasional, detaillu estudu klean-liu tan husi projetu ne'e sei prezisa atu hetan informasaun tan hodi prodúz mapa ketak iha eskala mapa lokal. Liu-hosi fó enkuadramentu nasional ida ba klasifikasaun aquiféru sira, mapa hídrojeolójia fó tulun iha identifikaun fatin ba estudu detaillu liutan. Fatin espesífiku hodi halo estudu kazu detaillu iha futuru sei komplimenta eskala nasional mapa ne'e. Uza analiza dijital GIS husi projetu ne'e permite detaillu husi estudu sira iha futuru ne'ebé atu hatama no halo revizaun hodi tautan ba mapa nasional ne'e.

INFLUÉNSIA BA HÍDROJEOLÓJIA IHA TIMOR-LESTE

Bee-rai-okos nia fluxu no armajein ne'e kontrola husi jeolójia, topográfia no siklu bee. Ne'e partikularmente importante atu kompriénde propriedade material jeolójikál sira ne'ebé forma aquiféru bee-rai-okos sira. Antisidente maneira propriedade diferente ida husi aquiféru no oinnusa sira halo interaksaun ho bee-rai-okos hanesan apresenta tuirmai.

Jeolójia

Jeolójia Timor-Leste ne'e kompleksu tantu iha kompozisaun no atividade tektóniku. Revizaun ida husi história servisu jeolójikál iha Timor-Leste fó ona hamutuk iha relatóriu hídrojeolójia (United Nations, 2003). Mezmu iha ne'ebé iha númeru teori diferente balun kona-bá detaillu husi evolusaun Timor-Leste nia jeolójikál iha ne'ebá iha konseitu jeral balun ne'ebé konkorda hamutuk ona no bele sumariza iha eskada haat:

- 1) Formasaun no deformaun (inklui metamorfizmu) husi sedimentu tasi klean sira iha Plaka Austrália (akontese iha tempu ba tempu husi Permianu too Pliocene);
- 2) Kobre sedimentu tasi klean sira ho tahu belit (Tahu Mahar iha Bobonaro) ne'ebé prodúz husi gravidade sedimentu bee-rai-okos ida ne'ebé inklina ba area Timor iha kolisaun kontinental entre plaka Eurasia no Australia (durante periodu tempu Cenozoiku);
- 3) Lokalizasaun husi metamórfiku tuan, fatuk sedimentária no igneus sira, husi Plaka Eurasia, maka'as liu fatuk idade nurak sira durante kolisaun husi Plaka Eurasia no Australia; no
- 4) Formasaun husi ahu ruin kalkáriu, eskada aluviál sedimentária no inundasaun ba rai tetuk iha materia jeolójikál sira selseluk nia leten (Cenozoiku too oras ne'e).

Ida ne'e prodúz ona ekspozisaun jeolójia eksterior atuál iha Timor-Leste ne'ebé kompostu husi sedimentu Plaka Austrália ne'ebé loke hikas husi kolisaun kontinental balun koloka fatuk kalkáriu Plaka Eurasia no sedimentu rezente sira ne'ebé hatuur iha nia leten.

Mapa jeolójia nasional balun eziste ba Timor-Leste (Audley-Charles, jeolójia simplifikadu, ESCAP no kompelaun mapa jeolójia ida bazeia ba Audley-Charles). Mapa sira ne'e diferente iha nivel

detaillu material jeolójikál sira no estrutura sira maibé jeralmente hatudu konsistente iha fiatura jeolójikál iha país tomak. Mapa jeolójia nasionál ne'ebé ekollia ona ba iha estudu ne'e prinsipálmamente bazeia ba servisu husi Audley-Charles (1965) no iha detaillu di'ak ne'ebé haklaken husi unidade jeolójikál no subdivizaun jeolójia sira lobuk ida. Infomasaun estruktural (i.e. faila, fráturadu, dobradu, sst) no estruktural atravez-seksaun la fô iha mapa ne'e maibé haré ona husi mapa sira seluk.

Mapa jeolójikál sira bele apresenta volume ida husi informasaun uza padraun konvensaun sekuensia no kores internasionál. Iha Timor-Leste eziste mapa jeolójia la iha aranju interpretativa, jeolójia mostra ona iha kores *random* ne'ebé inorganizado. Projetu ne'e reklasifika simbulu mapa jeolójikál ba 'naran formasaun-tipu idade-fatuk' no reorganiza ona unidade jeolójikál ba lejenda ida hasoru tipu fatuk Pur ezemplu simbulu mapa sira husi Kalkáriu iha Baucau bele iha: Idade – Zenozoiku (Cz), tipu fatuk – Kalkáriu (I), naran formasaun – Kalkáriu Baucau (bl), ne'ebé mak habadak ba CzIbl. Tipu fatuk boot sira ne'e mós pintahikas hasoru tipu fatuk no divizaun idade. Mezmu konvensaun internasionál banati tuir tiha ona, mapa ne'e suku ba Timor-Leste nia jeolójia uniku. Mudansa sira ba hanaran-hikas no hakor mapa jeolójia ne'e halo ona hodi mapa ne'e bele lee-hetan no permite interpretaun di'ak-liu husi audensia internasionál. Ne'e mós permite mapa ne'e atu hetan interpretaun husi perspektiva hídrojeolójikál ida. Detaillu kompleu husi unidade jeolójikál sira apresenta ona hamutuk ho relatóriu hídrojeolójia.

HÍDROJEOLÓJIA TIMOR-LESTE

Seksaun ne'e haklaken propriéade sira husi Timor-Leste nia divizaun hídrojeolójikál prinsipál no sirania distribuisaun espasial iha eskala nasionál.

Divizaun Prinsipál Hídrojeolójia

Tipu aquíferu prinsipál tolu mak identifikadu ona ba objetividade mapa nasionál ne'e: porosidade intergranulár, porosidade fizuradu no fluxu lokalizadu. Deskripsaun detailladu jeolójikál husi (Audley-Charles, 1965) no selseluk utiliza ona iha ne'e hodi klasifika jeolójia ba unidade hidrolojia tolu bazeia ba tekstura fatuk, fraturamentu, litolojia, idade, luan no mahar. Porosidade intergranulár dezigna ona ba fatuk sira ne'ebé bee-rai-okos suli sei akontese iha sedimentu raihenek. Porosidade intergranulár alokadu barak liu ba fatuk sedimentária sira ne'ebé unidade mak prinsipálmamente kompostu husi medida fatukraun boot-liu silta, inklui konglomeradu. Porosidade Fizuradu dezigna ona ho unidade sira ne'ebé konsistensia ba interkoneksaun fluxu liu-hosi fatuk. Porosidade fizuradu fô ona ba fatuk sira ne'ebé prinsipálmamente kompostu husi kalkáriu no koiñesidu atu iha fiatura karstiku. Fluxu lokalizadu dezigna ho fatuk sira ne'ebé porosidade la pervasivu maibé akontese iha zona diskretamente iha unidade ida nia laran. Tipu prinsipál fatuk rua ne'ebé mak klasifika ona hanesan fluxu lokalizadu: fatuk fráturadu, ne'ebé porosidade ne'e restriktu ba fráturadu sira, unidade konfinamentu lokalizadu, ne'ebé fatuk sira domina ona husi tahu no porosidade lima ba grosu lokalizadu sedimentu horizonte. Tipu fatuk sira ne'ebé forma divizaun hídrojeolójikál prinsipál tolu mak sumariza iha okos ho deskripsaun detailladu fô ona hamutuk iha volume, Hídrojeolójia Timor-Leste.

Porosidade Intergranulár (Sedimentária)

Sub-divizaun hídrojeolójia porosidade intergranulár (azul) inklui fatuk sedimentária idade sira husi Triasiku-Jurasiku, Cretaseus no Cenozoiku, no apresenta iha Timor-Leste tomak. Fatin depozitu fatuk sedimentária sira no inkonsolidadu sedimentu sira lokaliza iha parte kosta Timor-Leste, forma sedimentária tetuk sira, maibé depozitu sira ne'e mós apresenta iha depresaun railaran sira balun hanesan iha parte leste Laguna Surubeco, iha parte sul-oeste besik Same, no iha oeste besik Maliana. Depozitu sedimentu oitoan apresenta iha Timor-Leste iha liña drainajeín sira ne'ebé sai luan ba beibeik ba too iha tasiibun. Atu refléta diferença hídrojeolójia potenciál iha ambiente sedimentáriu sira ne'e, sub-divizaun porosidade intergranulár hakfahek tan ona ba rezultadu potenciál signifikante (sedimentária tetuk) no rezultadu potenciál oitoan (liña drainajeín sedimentu mota kadalak sira).

Porosidade Fizuradu (Karstiku)

Sub-divizaun hidrojeolójia porosidade fizuradu (matak) barakliu kompostu hosi fatuk kalkáriu ho tekstura karstiku, ne'ebé iha idade husi Permianu too Cenozoiku, no eziste iha Timor-Leste tomak. Kalkáriu tuan-liu (Permianu too Cretaceus) partikularmente prevalente iha foho sentru sira ne'ebé hahú husi leste too oeste. Kalkáriu nurak-liu (Cenozoiku) predominantemente akontese besik ba kosta, partikularmente promenente iha parte leste husi país ne'e. Fatuk sira ne'e koiñesidu ba prodúz rekursu bee-rai-okos signifikante. Iha sub-divizaun porosidade fizuradu, kalkáriu nurak-liu forñese ona produsaun potensíal, hodi refleta fiatura karstiku ne'ebé koinesidu no volume fluxu bee-rai-okos, no kalkáriu tuan-liu hetan produsaun potensíal kiik tanba metamorfizmu no tanba natureza fráturadu husi fatuk sira ne'e.

Porosidade Lokalizadu

Sub-divizaun hidrojeolójia fluxu lokalizadu kombina tipu fatuk prinsipál rua no diferente tebes husi fatuk fráturadu (mean) no unidade konfinamentu (korkafe). Tantu klasifikasaun sira ne'e bele prodúz fluxu lokalizadu, maibé sei halo ida ne'e ba razaun diferente. Fluxu bee-rai-okos iha fatuk fráturadu nia laran sei foka ba iha fráturadu, ho fatuk ne'e rasik iha porosidade primária. Unidade konfinamentu tahu-mahar sei foka ba bee-rai-okos iha sedimentária horizonte ne'ebé, lokalmente, bee-rai-okos sei suli liuhosi raihenek no kamada kaskallu. Tan unidade porosidade lokalizadu la iha fluxu konsistente. Prospektividade ne'e oitoan liu iha area sira ne'e. Ne'e, tan de'it fluxu bee-rai-okos ás iha area ida ne'ebé la iha garantia katak fluxu bee-rai-okos sei sai ás iha lokalizasaun konfinante ida. Klasifikasaun fráturadu no konfinamentu lokalizadu sira deskute hanesan tuirmai.

Porosidade Fráturadu Lokalizadu

Klasifikasaun porosidade fráturadu lokalizadu kompostu husi fráturadu, metamorfose no fatuk ignius kristalina husi Timor-Leste ne'ebé varia iha idade husi Pre-Permianu too Cenozoiku. Fatuk sira ne'e konsentradu iha parte oeste país ne'e maibé mós apresenta hanesan *afloramento* oitoan iha fatfatin. Fatuk metamorfose sira mapiadu ona iha unidade ekstensivu no inkorpora iha númeru diferente litolojia sira. Manas husi metamorfizmu parsiálmente kristalizadu-hikas mineral sira, hodi forma fatuk fráturadu koheren no dobradu. Kristalina fatuk ignius sira mak predominaekspoizisaun máfiku volkaniku iha parte sentral Timor-Leste no ekspozisaun fêlsiku volkaniku iha illa Atauro. Lojika husi fatuk ignius metamorfosi no kristalina sira sei iha porosidade primária oitoan no bee-rai-okos sei foka iha forma fráturadu hafoin depozitasaun. Ne'e bele atu prodúz fluxu bee-rai-okos ne'ebé lokalizadu besik area sira ne'ebé iha montante fráturadu boot, maske bee-rai-okos sei iha fluxu lokalizadu, produsaun potensíal husi bee bele ás iha area ne'ebé izola ona, hanesan hatudu iha karga fluxu boot husi beematan husi bee-rai-okos sira balun.

Unidade Konfinadu Porosidade Lokalozadu

Klasifikasaun konfinamentu unidade husi sub-divizaun porosidade lokalizadu sira ne'ebé mai husi fatuk rahun, tahu-mahar, sedimentu naun-metamorfose ne'ebé varia husi Triasiko too Cenozoiku. Tahu sira ne'e hakfahek ona ba fatfatin iha Timor-Leste, ho tahu idade nurak Cenozoiku forma mahar nafatin vista ne'ebé taka netik fatuk tuan sira. Sedimentu tahu-mahar sira la iha fluxu bee-rai-okos hanesan partikel tahu ne'ebé di'ak hodi priénse fatuk leet sira no prevene bee suli. Tanba sedimentu tahu-mahar sira ne'e dala barak opera hanesan sasatan ba bee-rai-okos atu sulin no sira rekoñese hanesan unidade konfinamentu ida. Sira sei bele iha fluxu bee-rai-okos naneik ba sira-an, no sei mós opera hanesan kamada konfinante kobre sedimentu seluk. Unidade sira ne'e, maske predominantemente tahu-maka'as, iha variasaun husi material seluk inklui raihenek no konglomeradu. Sedimentária horizonte sira balun bele opera hanesan konduta husi fluxu bee-rai-okos, kria porosidade lokalizadu balun. Lokalmente porosidade horizonte sira ne'e bele sai rekursu importante husi bee-rai-okos maibé prospektividade bee-rai-okos iha unidade konfinamentu tahu-mahar sira sei oitoan-liu.

Mapa Hidrojeolójia Timor-Leste

Distribusaun espasial husi unidade hidrojeolójikál Timor-Leste mapiadu tiha ona hodi reprezenta aquíferu sira no sira-nia karaterístiku relavante ba bee-rai-okos (Figura 20, Figura 21 no Figura 22).

Kores solidu husi mapa hidrojeolójia representa tipu aquíferu sira. Tipu Aquíferu designadu ona bazeia ba terkstura no litolojikál formasaun jeolojikál. Klasifikasaun tipu aquíferu presume katak, ba parte barak, rute unidade sedimentária fatukrahan domina ona husi porosidade intergranulár (azul), unidade kalkáriu karstiku domina ona husi porosidade fizuradu (matak), fatuk fráturadu domina ona husi porosidade lokalizadu (mean), no unidade sedimentária rahenek moos bele iha porosidade lokalizadu maibé barak liu opera hanesan unidade konfinamentu sira (korkafe). Ne'e importante atu hatene katak formasaun jeolojikál sira bele inklui tipu fatuk sira balun ne'ebé bele diferente iha sira-nia porosidade. Klasifikasaun tipu aquíferu sira dezignadu ona bazeia ba dominante tipu fatuk ba apresentasaun eskala nasionál.

Lalatak husi korazul solidu (aquíferu intergranulár sira) no kormatak (aquíferu fizuradu sira) iha mapa hidrojeolójia refleta produsaun aquíferu potenciál. Potensiál produsaun husi aquíferu ida ne'e estimatiza montante husi bee-rai-okos ne'ebé mak aquíferu ida bele forñese. Ein absensia husi dadus bee-rai-okos ba aquíferu sira barak, produsaun potenciál estimatiza bazeia ba medida no idade husi aquíferu. Medida husi aquíferu ida partikularmente importante ba aquíferu intergranulár aluviál sira ne'ebé sedimentu iha opsaun mahar no luan, husi kanal mota kiik too sedimentu boot sira. Kanal mota kiik sira (aprosimadamente nia mahar metru 1-10) klasifikadu hanesan Porosidade Intergranulár, Produsaun Potensiál Kiik (azul naroman) atu refleta montante kiik husi armajein bee kompara ho tetuk aluviál boot (aprosimadamente nia mahar metru 10-100) ne'ebé klasifika hanesan porosidade Intergranulár, Potensiál produsaun ás-liu (azul tuan). Idade husi aquíferu sira importante liu ba aquíferu fizuradu karstiku sira ne'ebé idade metamorfose kalkáriu iha menus fiatura karstiku duke kalkáriu idade nurak. Kalkáriu tuan kategoriza hanesan Porosidade Fizuradu, Potensiál Produsaun kiik-liu (matak moos) hodi refleta potenciálmente fluxu bee-rai-okos kiik mezmuk kalkáriu idade nurak ho potensiál fluxu bee-rai-okos sira boot kategoriza hanesan Porosidade Fizuradu, Potensiál Produsaun ás-liu (matak tuan).

Mapa hidrojeolójia mós fô distinsaun entre aquíferu sira ho fluxu bee-rai-okos lokalizadu no prevasivu. Aquíferu ho fluxu bee-rai-okos pervasivu (intergranulár-azul no fizuradu-matak) sira posivel liu atu iha bee-rai-okos ho prospektividade ás ba posu potenciál sira. Aquíferu ho fluxu bee-rai-okos lokalizadu (fatuk fráturadu-mean no unidade konfinamentu -korkafe) bele rekezita prezisaun barak liu hodi fô sinál ba posu potenciál sira hodi hetan bee-rai-okos. Fluxu bee-rai-okos lokalizadu hakfahek ona ba fatuk fráturadu sira (mean) no sedimentu tahu-mahar sira (korkafe). Fatuk fráturadu sira posivel atu iha fluxu bee-rai-okos potenciál ás maibé iha de'it fratura lokalizadu no sira kategoriza hanesan Porosidade Lokalizadu, Potensiál Produsaun Ás-liu. Sedimentu tahu-mahar sira posivel liu atu opera hanesan unidade konfinamentu duke aquíferu sira maibé bele iha fluxu bee-rai-okos lokalizadu balun no sira kategoriza hanesan Porosidade Lokalizadu, Unidade Konfinamentu Potensiál.

Litolojia husi aquíferus representa husi simbolu dekoradu sira. Litolojia ne'e hasai husi mapa jeolójia Timor-Leste ba tipu aquíferu hidrojeolójia prinsipál sira. Grupu prinsipál litolojikál representa tahu, raihenek, konglomeradu, kalkáriu, bazaltu no *ultra*-máfiku. Sira ne'e representa ho sira-nia padraun prototipu iha korahikesan takanetik tipu aquíferu sira.

Informasaun fatin espesífiku kona-bá bee-rai-okos hatama tiha ona ba mapa hidrojeolójia hanesan dadus ne'ebé halibur ona durante implementa projetu ne'e. Ne'e inkui liña fluxu bee-rai-okos, diresaun fluxu bee-rai-okos, beematan husi bee-rai-okos, kualidade bee-rai-okos ne'ebé mak representa ho simbulu *korvioleta* sira iha konkordansia ho lejenda UNESCO. Informasaun adisionál kona-bá bee-rai-okos ne'e fô biban boot ba halo interpretaun ba kada tendensia aquíferu bee-rai-okos iha eskala nasionál ida.

Adisionalmente ba mapa hidrojeolójia kria tiha ona mapa potensiál produsaun bee-rai-okos ida ba Timor-Leste (Figura 23, Figura 24 no Figura 25). Mapa ne'e hatudu produsaun ás (azul tuan) no oitoan (azul moos) husi bee-rai-okos potenciál sein konsiderasaun ba litolojia no tipu aquíferu. Mapa ne'e kria tiha ona atu simplifika akontesimentu no produsaun potensiál husi bee-rai-okos hothotu.

Mapa ne'e mós uza iha relatóriu husi Universidade Charles Darwin hanesan substitutu ba sensitividade aquíferu.

Dadus nasonál relevante sira kona-bá bee-rai-okos inklui ona iha *inset* mapa, iha eskala 1:1,000,000, ba mapa hídrojeolójia boot ne'ebé tau iha didinlon. Informasaun relevante kona-bá bee-rai-okos inklui presipitasaun, temperatura, topográfia no jeolójia. Informasaun ne'e sai kompleksu liu atu hatudu wainhira hanabir ho mapa hídrojeolójia no tau ketak tiha ona hodi fô biban ba ema sira ne'ebé haré hodi bele kompara mapa sira sein halakon fiatura aquíferu primária.

Seksaun tomak husi hídrojeolójia no jeolójia dezeña tomak ona ba Timor-Leste laran tomak ho amplifikasaun vertikal ida husi 1:10. Ne'e fô ilustrasaun ida kona-bá distribuisaun husi aquíferu sira ho sira-nia klean. Ne'e tulun iha kompriêndesaun ba interaksaun potenciál entre aquíferu sira no hatutan sub-baliza husi aquíferu sira. Seksaun sira tomak hatudu katak maioria husi kalkáriu otasnurak ne'e restriktu ba superfasiu besik sira mezmua kalkáriu otastuan ne'e ekstensivu iha klean. Sira mós hatudu katak sedimentu aluviál barbarak maka hanabirmalu hodi forma intergranulár intensivu iha kosta sul.

Divizaun prinsipál hídrojeolójikál no interpretasaun sira husi hídrolójia ba kada unidade jeolójikál deskreve iha okos.

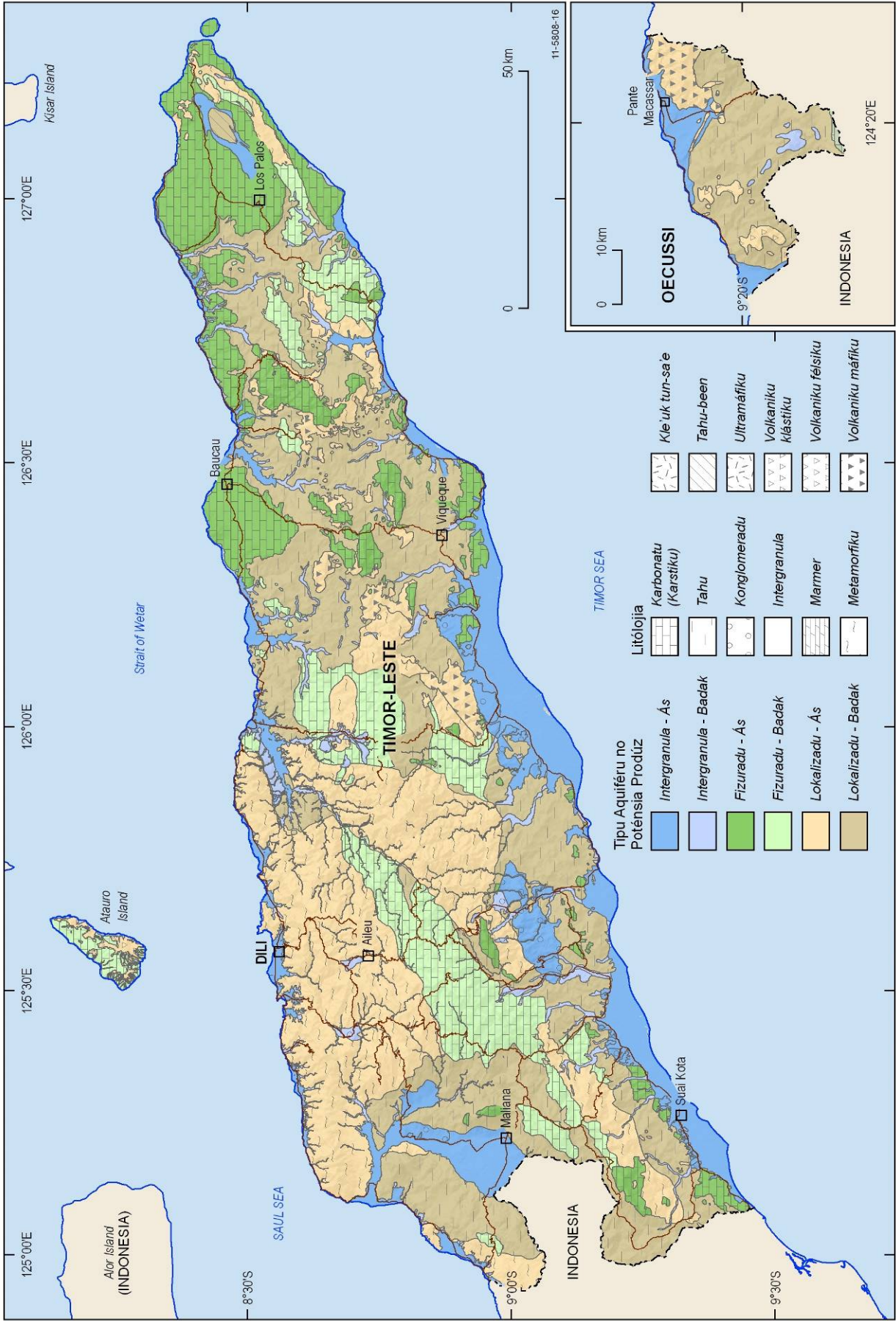


Figura 20: Mapa hidrojeolójia Timor-Leste

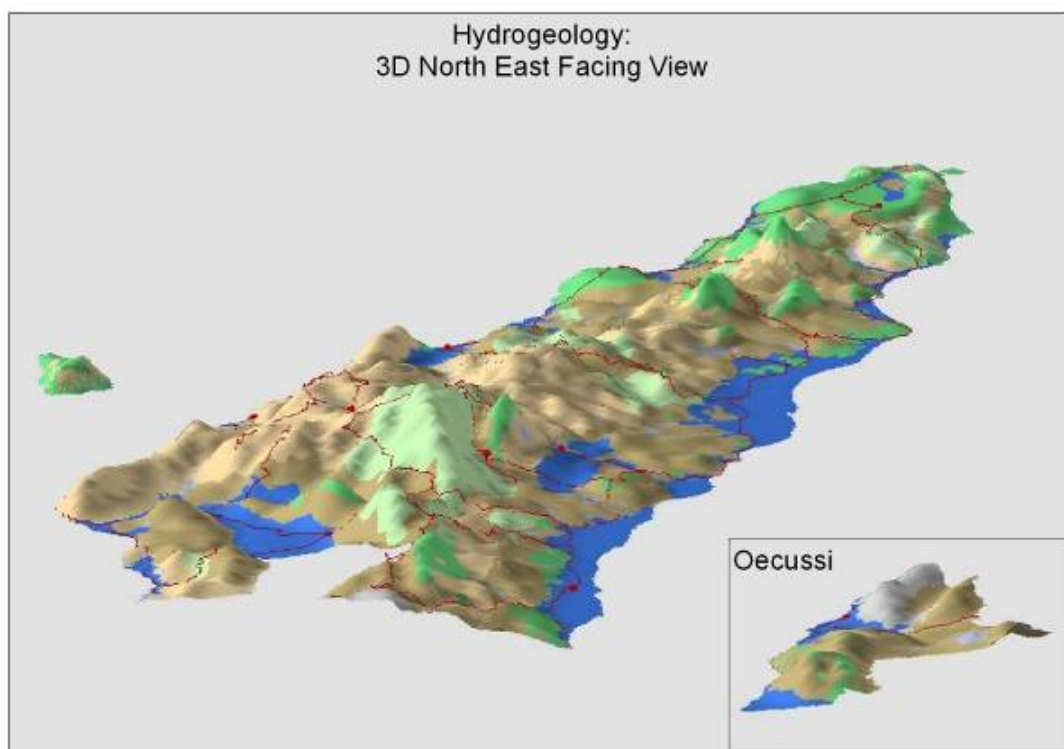


Figura 21: 3D ho Norte Leste hateke ba Mapa Hídrojeolójia Timor-Leste

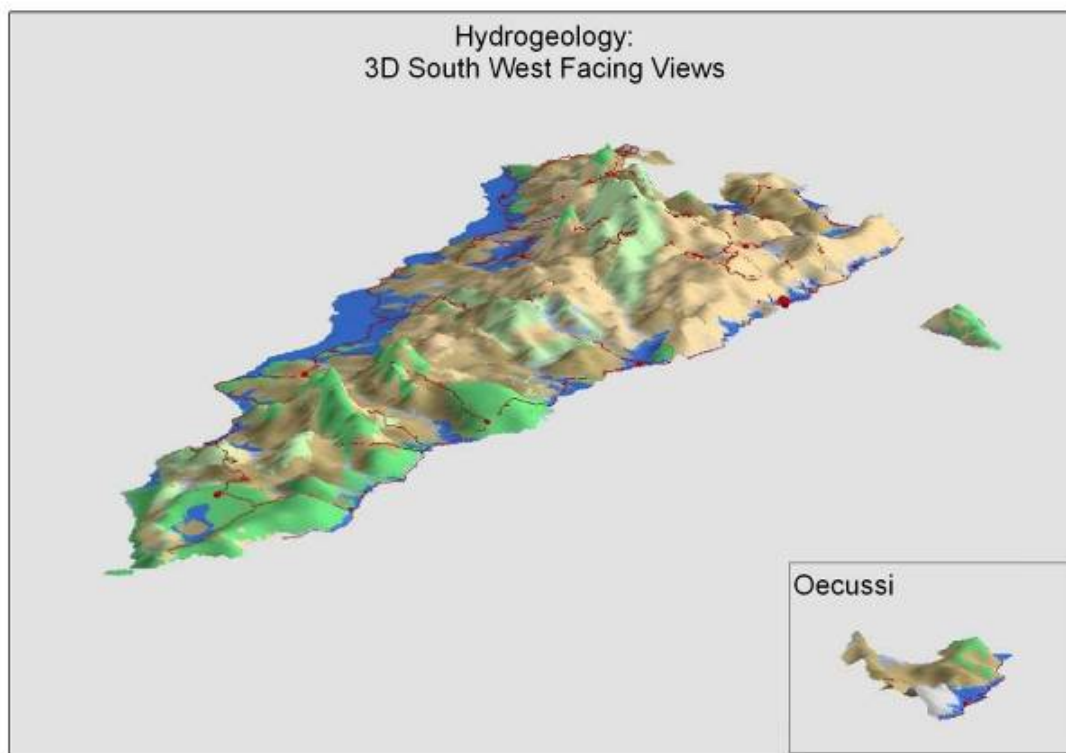


Figura 22: 3D ho parte Sul Oeste hateke ba mapa Hídrojeolójia Timor-Leste

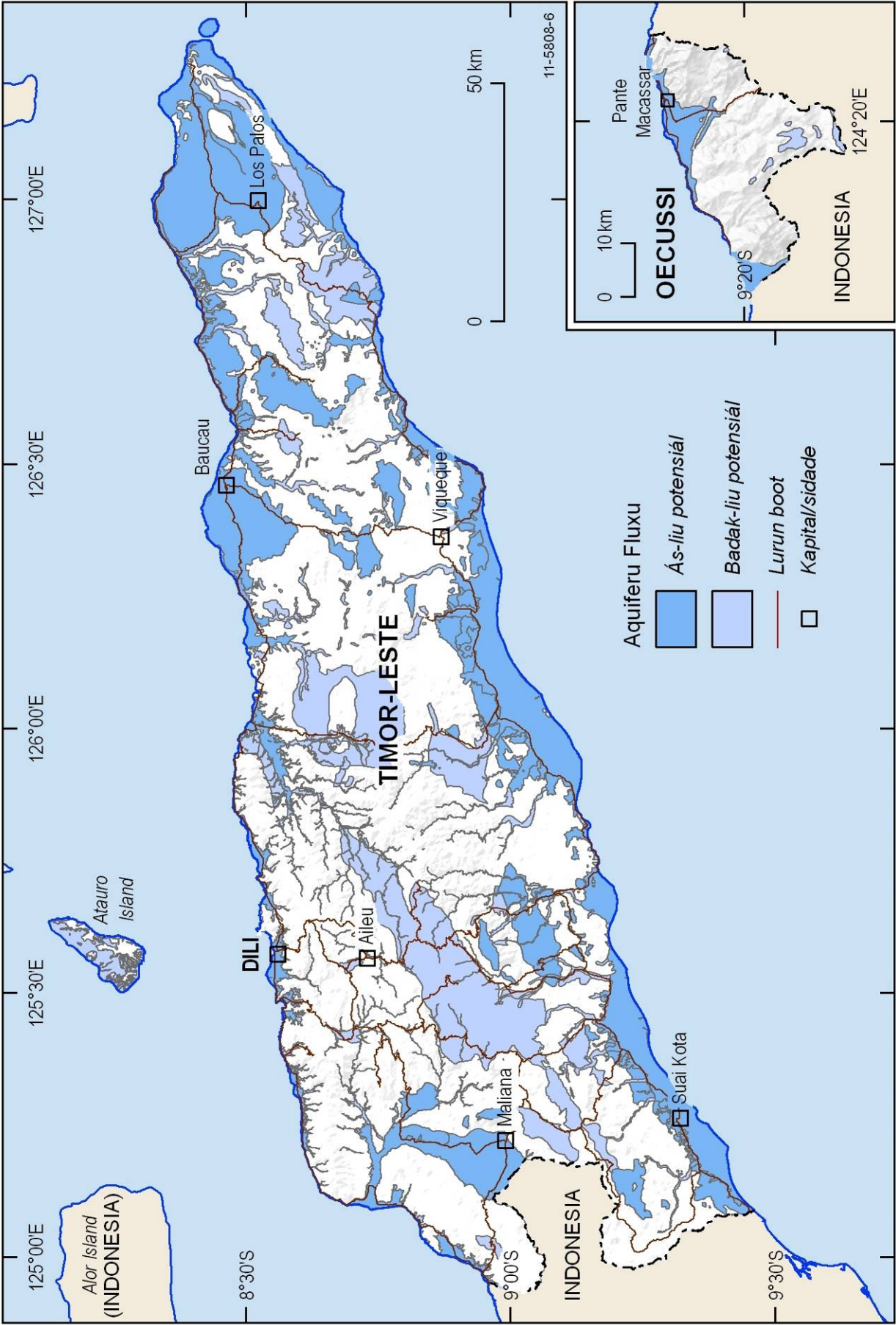


Figura 23: Mapa hidrojeolójia Timor-Leste indika produsaun aquíferu potensial

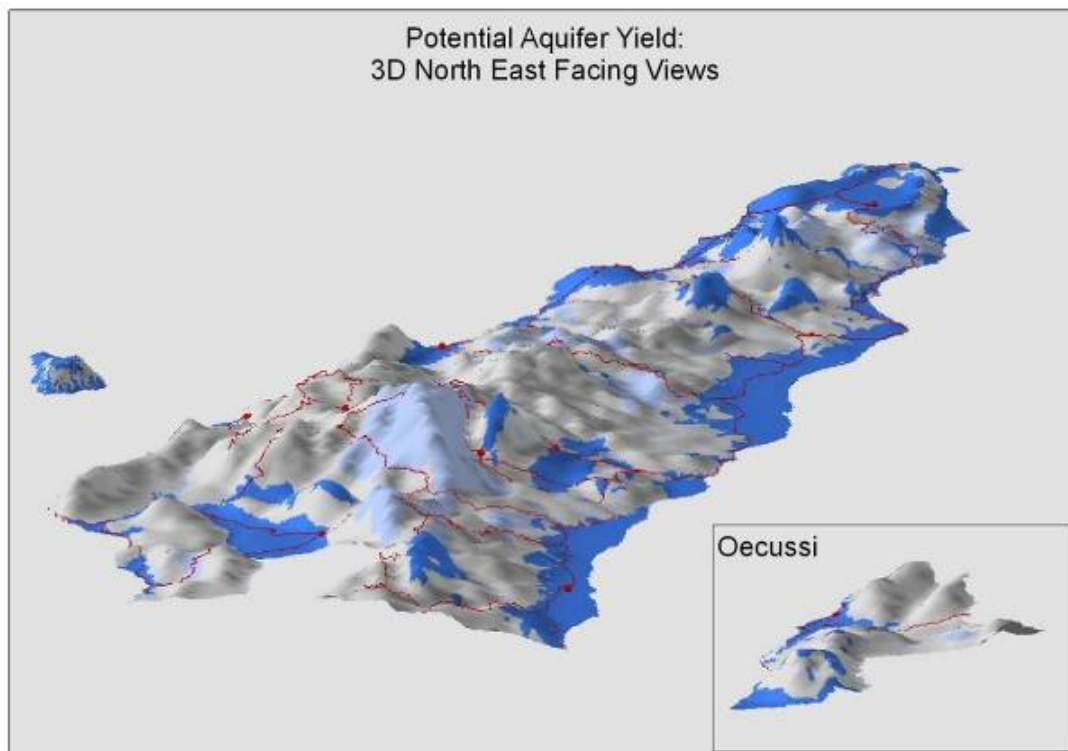


Figura 24: 3D Norte Leste hateke ba produsaun aquiféru potenciál iha mapa hidrojeolójia Timor-Leste

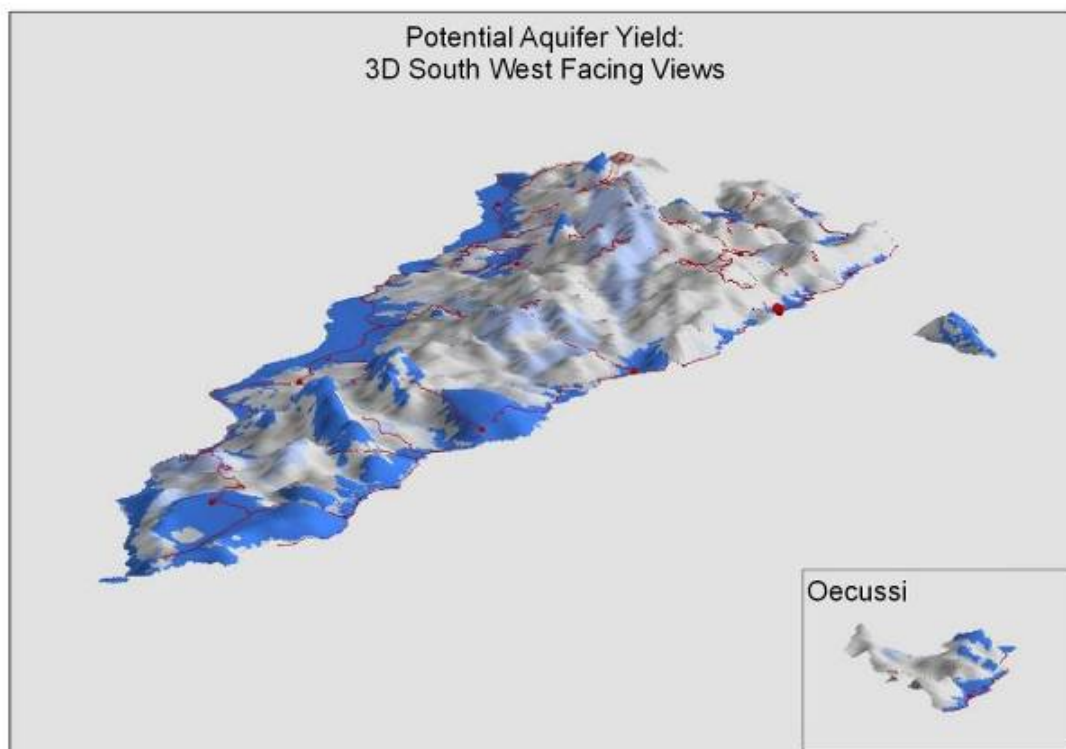


Figura 25: 3D Sul Oeste hateke ba produsaun aquiféru potenciál iha mapa Timor-Leste

REZULTADU FUNDAMENTU HUSI HÍDROJEOLÓJIA TIMOR-LESTE

Enkuadramentu hídrojeolójikál no mapa Hídrojeolójia Timor-Leste foun fô kompriêndesaun signifikante kona-bá bee-rai-okos iha eskala nasional ida. Enkuadramentu hídrojeolójikál haklaken etapa sira ne'ebé klaru hodi hahú kompriênde no halo monitoriamentu ba bee-rai-okos. Ne'e denzenvolve ona, badahuluk, liu-hosi aprosiamasaun bazeia ba koiñesimentu hodi uza koiñesimentu di'ak sira ne'ebé disponivel kona-bá hídrojeolójikál hodi interpreta informasaun proxi (hanesan jeolójia) ho informasaun limitadu ne'ebé iha kona-bá bee-rai-okos. Aprosiasaun bazeia ba dados mós utiliza ona atu inkorpora dados foun ne'ebé foin kolekta husi projetu ne'e no detaillu husi servisu ne'ebé apresenta iha seksaun estudu kazu tuirmai. Mapa ne'e forñese baze fundamentu ida ba peskiza no jestaun ba rekursu bee-rai-okos liu-hosi hanabir sistematikamente, ba primeira vez, rezulta husi koiñesimentu no dados husi bee-rai-okos nasional ne'ebé oras ne'e iha Timor-Leste.

Seksaun ne'e demonstra ona katak:

- Koiñesimentu siplis ida no enkuadramentu bazeia ba dados bele utiliza ba forma kompriêndesaun kona-bá hídrojeolójia Timor-Leste.
- Mapa hídrojeolójia Timor-Leste foun ida-bele kria husi informasaun ketketak sira ne'ebé mak disponivel kona-bá bee-rai-okos. Ho sistematikamente banati tuir enkuadramentu hídrojeolójia ida, detailladu jeolójia, dados relavante seluk ne'ebé disponivel no servisu iha terrenu bele simplifika atu representa no halo mapa ba subdivizaun aquíferu boot tolu iha Timor-Leste.

Mapa ketak ida kona-bá produsaun/sensitividade aquíferu kria ona husi mapa hídrojeolójia foun ne'e iha sasukat fluxu tipikal hodi fô biban ba avaliasaun vulnerabilidade nasional ida iha Timor-Leste (mapa ne'e mós utiliza tiha ona hodi avalia vulnerabilidade ema ne'ebé tau hamutuk ona iha relatóriu CDU (Myers et al., 2012), Kaítulu 6 38-40pp).

Estudu Kazu Hídrojeolójia

INTRÓDUSAUN

Estudu kazu detailladu rekizita atu karakterístika subdivizaun hídrojeolójia iha Timor-Leste. Seksaun ne'e apresenta analiza husi atividade servisu iha terrenu iha Timor-Leste. Aproximasaun ba fatin estudu kazu fô biban ba halo analiza detailladu iha area representativu sira hodi kompriênde propriedade husi tipu aquíferu distintu tulu. Ne'e hala'o ona hodi valida enkuadramentu konseptu estudu husi meja no mapa haklaken iha kapitulu anterior no hadi'ak kompriêndesaun ba karakterístika divizaun prinsipál hídrojeolójikál sira. Ne'e esensial katak nivel-baze kompriêndesaun husi rekursu sira ne'ebé estabelese hanesan funsaun ida ba kontinua halo monitoriamentu iha futuru. Monitoriamentu regular sei rekezita hodi hadi'ak ita-nia kompriêndesaun ba rekursu ne'e no oinnusa influênsia eksternal sira (i.e. klima, infraestrutura, fatór sosial sira) sei afeta rekursu sira ne'e.

AREA ESTUDU KAZU

Fatin estudu kazu tolu eskollia ona atu representa tipu aquíferu prinsipál tolu iha Timor-Leste ne'ebé identifikadu iha mapa hídrojeolójia. Sira ne'e mak 1) Aquíferu intergranulár sira (aluvial) iha Dili, 2) aquíferu fizuradu sira (karstiku) iha Baucau no 3) aquíferu lokalizadu sira (fráturadu) iha Aileu. Mezmu projetu ne'e inisialmente hanoin atu halo estudu kazu iha fatin rua de'it, ho kobre tipu aquíferu tolu ne'e hotu konvensa atu permite komparaun komprehensivu husi ambiente bee-rai-okos sira ne'e (Figura 26).

Aquíferu Intergranulár (Sedimentáriu): Aquíferu iha Dili

Aquíferu sedimentária iha Dili (sidade kapitál Timor-Leste) eskollia ona hanesan fatin estudu kazu ba aquíferu Intergranulár sira. Utiliza bee-rai-okos husi aquíferu intergranulár sira varia husi ekstraksaun ás too pozu perfura konstruidu no pozu nakloke sira too la iha ekstraksaun. Aquíferu iha Dili hanesan ezemplu husi produsaun potensial-ás iha aquíferu intergranulár tasi-ibun ne'ebé mak oras ne'e hetan ekstraksaun maka'as. Aquíferu intergranulár ne'e eskollia ona tanba densidade populasaun ás no taxa ekstraksaun mós ás husi rekursu bee sira. Aquíferu ho presaun sira ne'e rekezita atensaun imediatu liu ein termu jestaun ba bee-rai-okos no impaktu husi mudansa klima ba meiu-subsistencia (Figura 27).

Aquíferu Lokalizadu (Fatuk Fráturadu): Aquíferu iha Aileu

Aquíferu fráturadu rejional husi formasaun Aileu besik distritu Aileu, parte sul Dili, eskollia ona sai fatin estudu kazu ba aquíferu lokalizadu (fráturadu). Formasaun Aileu ne'e unidade metamorfose ekstensivu ida ne'ebé forma porsaun boot ida husi Timor-Leste nia fatuk fráturadu sira. Aquíferu ne'e la populadu hanesan iha Dili maibé representa porsaun signifikante ida husi populasaun iha Timor-Leste tanba nia ekstensaun ne'ebé boot. Tanba nee tipikamente foti ona husi beematan, ho ekstraksaun oitoan husi pozu perfura no bbe pozu, populasaun sira depende ba prosesu fluktuasaun natureza ida (hanesan rekarga) ba sira-nia bee. Aquíferu ne'e eskollia ona bazeia ba numeru populasaun boot ne'ebé hela iha area ne'e no susceptibilidade ba prosesu natural ne'ebé sei afeta husi mudansa klima (Figura 28).

Aquíferu Fizuradu (Karstiku): Aquíferu iha Baucau

Aquíferu kalkáriu iha fatuk kalkáriu, halibur iha sidade Baucau (Timor-Leste nia sidade boot segundu), eskollia ona sai estudu kazu ba aquíferu fizuradu (Karstiku). Kalkáriu iha Baucau ne'e idade nurak ho potensial produsaun-ás ne'ebé forñese bee ba populasaun barak iha Baucau. Ne'e la tipikalmente uza pozu perfuka ka pozu tanba bee-rai-okos suli-sai husi beematan natural sira. Modelu aquíferu karstiku ne'e kobre area lobuk ida husi parte leste iha Timor-Leste. Baucau eskollia ona tanba iha fatuk kalkáriu otas nurak ne'ebé barak no tanba nia forñese bee ba populasaun barak husi bee-matan bee-rai-okos bele susceptivel ba variasaun klimatiku natural (Figura 29).

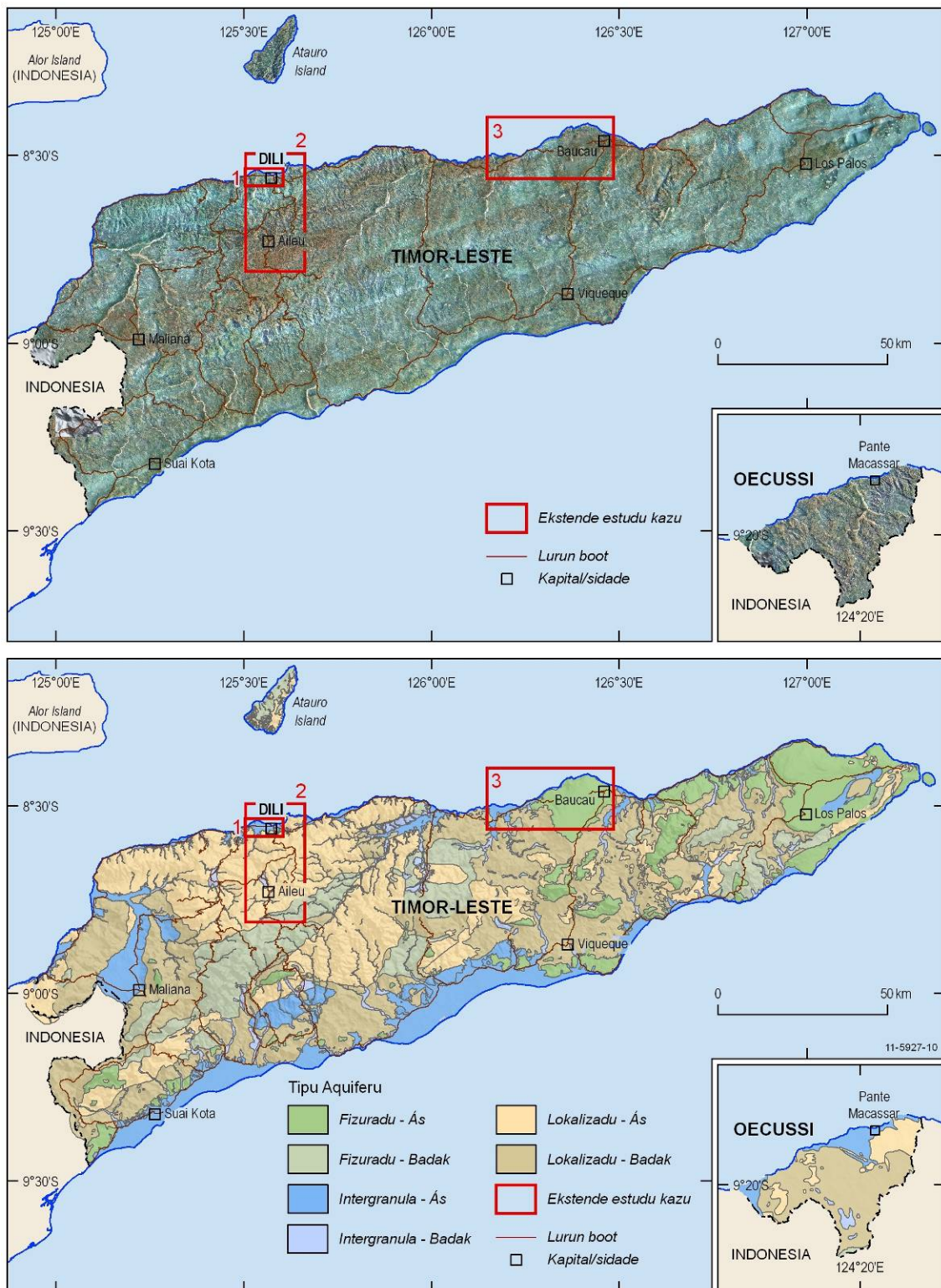


Figura 26: Topográfia no mapa aquiferu sira iha Timor-Leste hatudu area estudu kazu tolu husi Dili, Aileu no Baucau representa tipu aquiféru intergranulár dominante tolu, lokalizadu no fizuradu

Area estudu kazu 1: Dili

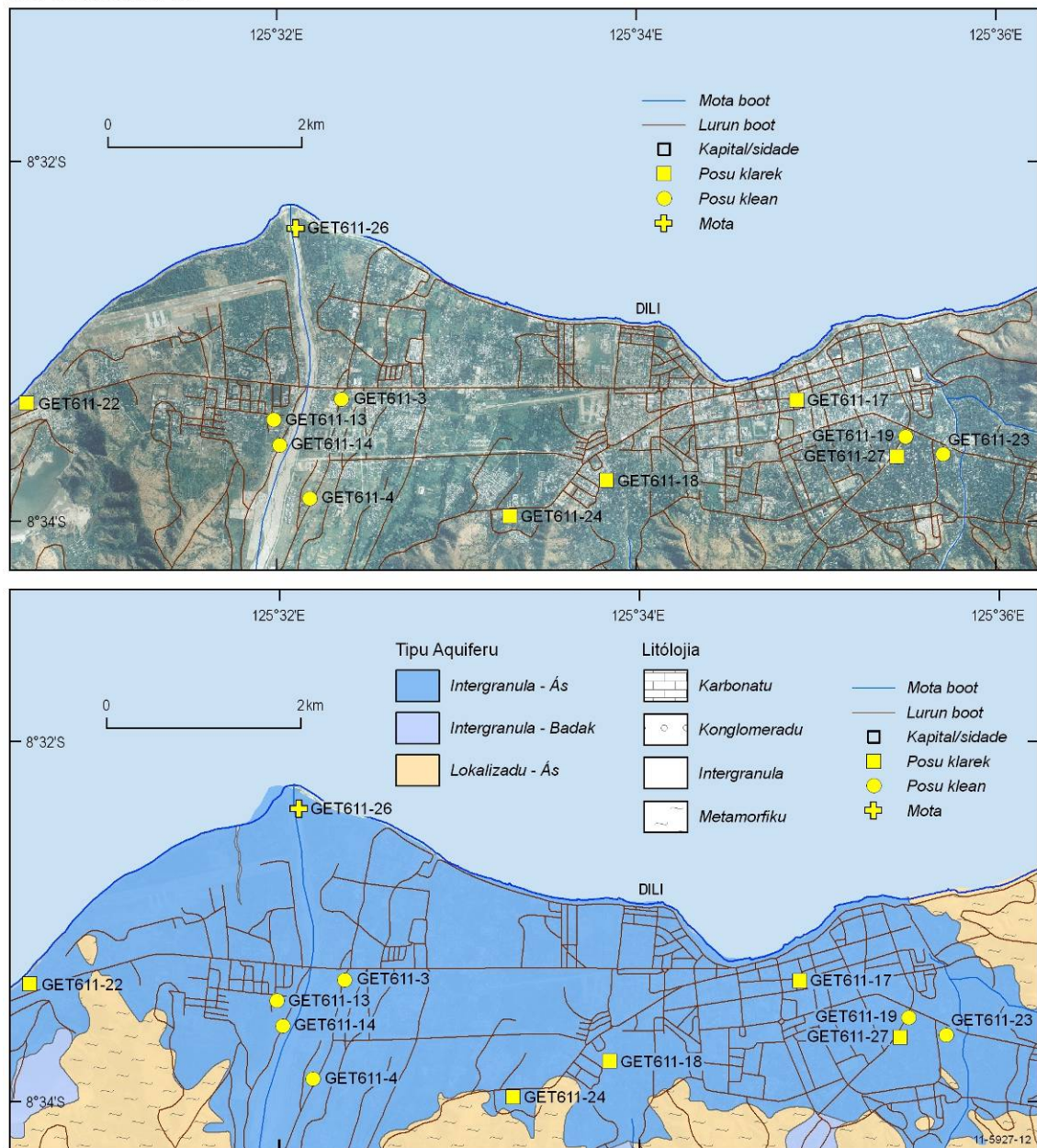


Figura 27: Mapa topográfia no aquíferu husi estudu kazu iha area Dili ho fatin eksperimentu sira

Area estudu kazu 3: Aileu

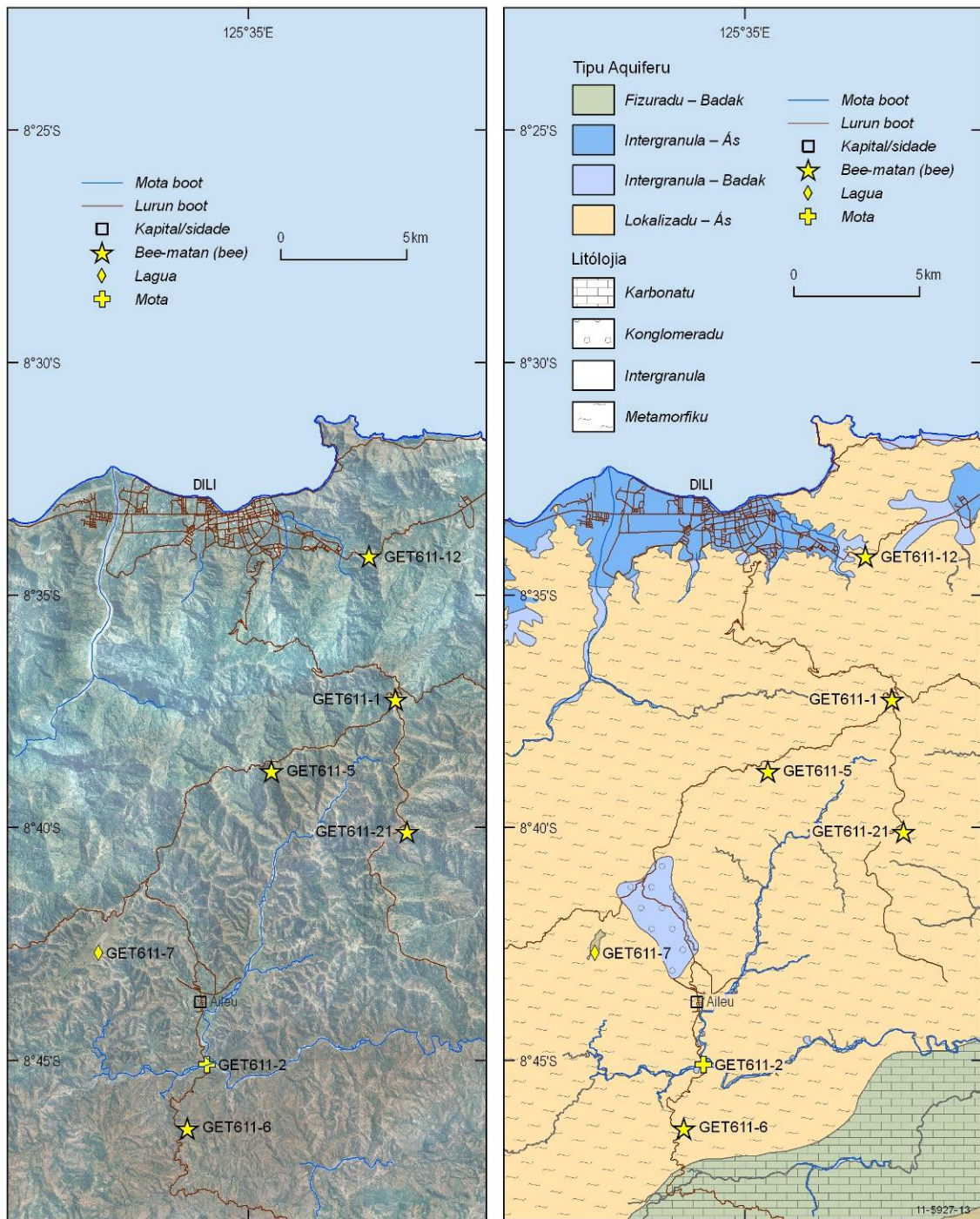


Figura 28: Mapa topográfia no aquíferu sira husi estudu kazu iha Aileu ho fatin eksperimentu sira

Area estudu kazu 3: Baucau

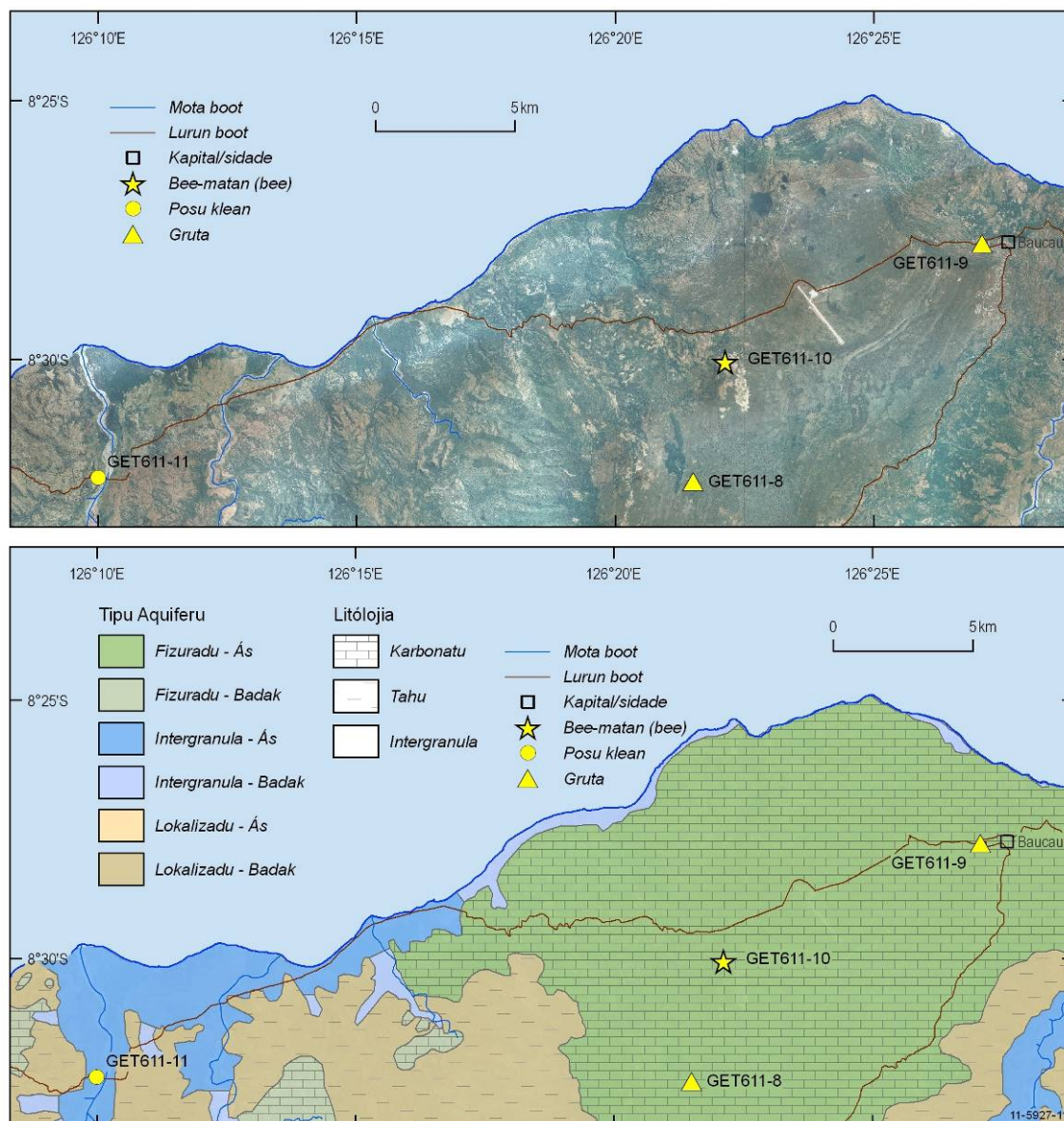


Figura 29: Mapa topográfia no aquíferu husi estudu kazu iha Baucau ho fatin eksperimentu sira

ESTUDU KAZU BA KARAKTERÍSTIKA AQUIFÉRU

Tipu aquíferu prinsipál tolu (Tabela 2) karakterístika ona husi observasaun direta, analiza ba kimíku bee, no téknika jeofizikál sira. Meta husi karakterizasaun mak atu determina propriedade fundamental husi fluxu bee-rai-okos no kualidade iha kada aquíferu. Informasaun ne'e depois utiliza ba avalia impaktu potensial husi mudansa klima ba kada tipu aquíferu nomós hanesan avaliasaun vulnerabilidade ida. Rezultadu observasionál, kimikal no analiza jeofizikál apresenta ona iha okos ba kada tipu aquíferu.

Tabela 2 Fatin estudu kazu tolu ba tipu aquíferu prinsipál tolu iha Timor-Leste

Aquíferu	Lokalizasaun	Tipu fatuk	Area (aprosimasaun)
Intergranulár	Dili	Sedimentária	18 km ²
Lokalizadu	Aileu	Fatuk fráturadu	1250 km ²
Fizuradu	Baucau	Kalkáriu	240 km ²

Aquíferu Intergranulár (Aquíferu iha Dili)

Aquíferu intergranulár sira kompostu husi sedimentu sira ho bee-rai-okos suli ho raihenek. Tipu sedimentu sira ne'ebé forma aquíferu ida influénsia propriedade husi aquíferu sira no nia abilidade atu halibur no transmite bee-rai-okos. Ba razaun ne'e importante atu kompriénde sedimentu sira ne'e rasik.

Sedimentu husi Aquíferu Dili mapiadu ona iha idade *quaternaria aluvium*. Aluvium varia iha kompozisaun iha Timor-Leste, refleta ambiente jeolójia sira. Tekstura husi sedimentu sira oioin maibé ne'e tipikalmente la konsolidu no moderadamente-mal klasifika ba fatuk sira. Aluvium barak mak la hanesan ho sedimentu quaternária, maibé iha area barak aluvium forma parte husi unidade ne'ebé define ona, mak hanesan formasaun iha Suai, fatuk rahun iha Ainaro no Konglomeradu iha Dilor. Ida ne'e haktakak netik tiha fatuk antigu sira no apresenta iha bee kadalak sira iha Timor-Leste no area kosteira sira.

Koinesimentu prioridade kona-bá hidrojeolójia iha Timor-Leste limitadu. Avaliasaun komprehensivu liu husi rekursu bee iha Timor-Leste mak aquíferu Dili iha '*Estudu kona-bá Projeitu Hadi'ak Urjente ba Sistema Abastesimentu Bee iha Timor-Leste*' prodúz ona husi Ajensia Kooperasaun Internasionál Japaun (JICA, 2001). Estudu ne'e halo bazeia ba rezultadu husi JICA nomós estudu hidrojeolójikál no jeolójikál selseluk kona-bá Timor-Leste. Referénsia frekuentemente ba iha rezultadu husi JICA ho titulu '*Hidrojeolójia Dili no Suai*' prodúz ona husi governu Indonézia iha 1993, ne'ebé Geoscience Australia la iha asesu ba.

Aquíferu Dili mak rekursu bee-rai-okos ba kapital Timor-Leste, Dili. Ne'e luan too km 9 husi parte leste too oeste no km 3 husi norte too sul iha kosta norte Timor-Leste. Sedimentu sira inklui aquíferu ne'ebé mak hanoin atu predominantemente fó mai husi Mota Comoro maibé mós husi Mota Maloa no Benamau, no depozita hanesan delta ida. Mota Comoro iha total kaptasaun area hamutuk 207.3 km² (JICA, 2001).

Aquíferu hetan asesu liuhosi posuperfura klean 14 (klean ~80 m), ne'ebé mak situada besik iha posu fatin Mota Comoro, posu balun iha parte oeste Dili no iha Kuluhun no Bidau iha parte leste Dili. Karakterístika hidrojeolójikál husi aquíferu Dili ne'e hakfahek tiha husi (JICA, 2001) ba iha karaterístiku husi Fatin Posu Comoro, Kuluhun no Fatin Posu idak-idak nian iha Bidau (JICA, 2001). Sira interpreta lia vertikal nia mahar husi aluviál Comoro hahú husi m 82 – 130, ho aumenta mahar ba beibeik ba parte kosta norte. Aquíferu semi-konfinamentu husi interkonekta lena impermeável silta sira no tahu no ne'e hatene katak iha fatuk-okos nia leten ne'e intemperizadu tebes husi mikaxistu (ás too metru 50). Deskarega bee-rai-okos konsideradu direktamente relasiona ba presipitasaun no bee-ulun ne'ebé bele liga fluktuasaun estasaun sira. Sedimentu sira inklui posu iha

Kuluhun no Bidau deskreve ona hanesan koluvium no sobrepozisaun aluviál sira hamenus husi fatuk no fatukkiik sira iha foho okos to area grosa no fatukrahun sira (JICA, 2001). Ida husi fiatura notavél husi aquifêru Dili maka variasaun entre bee nia klean. Fatin posu sira iha Kuluhun no Bidau, klean maksimu husi aquifêru mak aprosimadamente m 80, maibê iha parte sira aquifêru ne'e mahar too de'it m 10.

Aluvium kosteira ne'ebé iha Dili-nia okos, diferensia ona husi selseluk, mihis no depozita mota aluviál husi depozitu nia luan no fatin nia klean. Aluvium kosteira hidrojeolójia area Dili klasifikadu ona hanesan 'Fluxu Intergranulár, Produsaun Potensia ás-liu'. Klasifikasaun ne'e refleta fluxu intergranulár bee-rai-okos bele ás ka mahar-liu husi unidade sira iha kosta ne'ebé bele rezulta iha produsaun potensia ás.

Estudu iha sedimentu Aquifêru sira iha Dili hatudu indikasaun relasiona ba (1) rekursu sedimentu, (2) transportasaun sedimentu, (3) depozisaun sedimentu. Prosesu tolu ne'e haklaken hanesan tuir mai ein termu Aquifêru iha Dili.

(1) Rekursu sedimentu

Sedimentu ne'ebé abranje aquifêru Dili erozia ona husi foho sira ne'ebé iha sidade Dili nia ninin. Fatuk sira ne'ebé konstitui foho sira ne'e koiñesidu hanesan Formasaun Aileu. Formasaun Aileu kompostu husi ardószia, filitu, quart-zitos, meta-mikaxistu, xistu anfibóliu no marmer sira seluk (Sjapawi, 1996). Fatuk sira ne'e deformadu forte tiha ona no metamórfose (Grady, 1981) ho metamórfiku grau aumenta ba parte norte. Sira ne'e presupostu ona hodi reprezenta metamórfose sedimentu Pre-Mesozoiku no Mesozoiku (Sjapawi, 1996).

Aquifêru ne'e kontein variabilidade ás husi tipu sedimentu diferente husi tahu no silte ba fatuk no fatukrahun sira. Unidade sira-nia mahar aprosimadamente m 0.2 – 2 no mudansa iha tipu unidade bele lalais abrupta. Kontiúdu unidade sedimentu grosu no moderadamente klasifika iha porozita fatin ás, ho simentu oitoan. Unidade sira hanesan ne'e bele kontribui ba area lokalizadu sira iha fluxu-ás husi bee-rai-okos tanba sira-nia permeabilidade ás.

Husi parte seluk, aquifêru mós kontein sedimentu tahu no raihenek lotuk ho permiabilidade oitoan. Unidade sira bele opera hanesan unidade konfinamentu, halo neineik fluxu. Importante atu hatene katak unidade tahu sira, mezmú komun, la sempre kontinua no iha kazu balun iha naruk menus husi metru 5. Tantu sira bele la reprezenta unidade konfinamentu kontinua ida maibê hanesan de'it unidade konfinamentu kiik iha kamada interval diskretu ida ho nia distribuisaun ladauk hatene.

(2) Transportasaun sedimentu

Aquifêru Dili hanesan delta ida ne'ebé halibur husi enerjia transadu mota sira ne'ebé transporta sedimentu aquifêru. Formasaun husi mota sira no kriasaun aquifêru Dili rezulta husi hiitsae jeolojikál rejiaun. Kriasaun topográfia tanba Timor hahú atu kave ho nivel tasi kria enerjia potensial ne'ebé motoriza erozaun material iha rai-lolon.

Transadu mota forma tanba iha sedimentu barak liu mak lori mai husi enerjia sistema aluviál ka karik mota-ninian erozia maka'as (Schwab, 1996). Fiatura komun balun atu transa mota sira inklui gradiente, sedimentu koarse (barak liu rai heten no fatukrahun) fluktuasaun deskarega lalais (Schwab, 1996). Transa mota troka rapidamente (Schwab, 1996) no Comoro atu bele tuir trajektoria diferente ida liu tempu balun, depozita sedimentu hotu liu-hosi rai tetuk Dili. Tantu unidade lokalizadu ba sedimentu groseria bele distribui la hanesan entre tahu fatukrahun sira.

(3) Depozisaun sedimentu

Morfolójia aquifêru analogozu ba sistema raihenek delta ne'ebé kroat. Ne'e forma husi depozisaun rapida husi sedimentu tuir korente mota ne'ebé makaas ba too rai tetuk iha tasiibun. Iha rai tetuk, delta sira dalabarak iha forma triangulu, no forma-*cunha* iha seksaun transversál. Iha ne'ebá iha medida raihenek oioin iha delta, ne'ebé baibain sai di'ak liu sira ne'ebé mak iha raimaran. Iha

aquiféru Dili hatudu katak iha kada delta balun asosiadu ho sistema fluviál ne'ebé forma izolasaun no takanetik tiha aquiféru sira. Aquiféru sira sei iha medida oioin no depende ba karakterístika husi todan sendimentu ne'ebé mak mota bele lori no depozita.

Ein jeral rezultadu sedimentolójia sira iha estudu ne'e sujere katak aquiféru ne'e kompostu husi materiál heterojenius ás sira. Ne'e tanba rekursu materiál oioin balun ne'ebé estraga sedimentu, medida raihenek oioin balun ne'ebé lori husi korente ás aluviál transporta no depozisaun imediata ba sedimentu sira iha tasi-ibun.

Nivel bee-rai-okos ba area Dili maizumenus refleta topogáfia. Fura bee liutan iha tasi ibun iha potensiométriku ás surfasiu (foti husi referénsia ás nivel tasi). Ás bele mós relasiona ba distansia husi Mota Comoro iha posu parte oeste.

Aquiféru Lokalizadu (Distritu Aileu)

Fatuk fráturadu mak fatuk sira ne'ebé kontein deskontinuidade multiplu . Fatuk fráturadu aquiféru lokalizadu iha porosidade intergranulár primária oitoan tanba metamorfizmu no la forma *gruta* hanesan fatuk karbonatu sira. Ne'e signifika katak fluxu bee-rai-okos ne'e limita ba fiatura sira iha fatuk grupadu nia laran.

Fráturadu dezenvolve iha fatuk metamórfiku hanesan formasaun Aileu tanba redusaun durante sedimentu sira rega ho bee, movimentu tektóniku, apoiu presaun tanba erozaun impoza ba iha fatuk. Montante fráturadu redúz ho klean no movimentu bee-rai-okos ne'ebé konsentra maka'as iha metru 100 ba leten ka ás liu husi fatuk. Failansu no sala sira bele prodúz aquiféru komplikadu ne'ebé rekarega, deskarega no fluxu bee-rai-okos ne'e difisil atu predikte. Komplikasaun ida mak failla sira ne'e bele opera hanesan dalan ida ba movimentu bee-rai-okos ka hanesan sasatan ba bee sulin. Fráturadu sira dezenvolve tanba fatór rejionál ka lokalizadu sira, bele forma iha diresaun ruma hanesan fráturadu balun, no bele ka la bele atu interkonekta. Ne'e signifika katak montante fluxu bee-rai-okos bele hetan mudansa husi fatin ida ba fatin seluk no koiñesimentu husi jeolójia lokal ne'ebé mak rekejita.

Formasaun Aileu mak idade Permianu sekuénsia husi metamórfozu tos (hamanas) iha marina ho klean mínimu iha mahar metru 1000. Formasaun ne'e kompostu husi iha fatin fatuktahu no fatuk raihenek ne'ebé subsekuéntemente ona 'hamanas' husi metamórfizmu forma fatuk ne'ebé tos no kohérente. Fatuk sira ne'e forma afloramentu boot ne'ebé failla horizontemente (failla kreda) ba iha nia pozisaun atuál no sai maioria husi norte-oeste Timor-Leste.

Hidrojeolójia formasaun Aileu klasifika iha ne'e hanesan 'Lokalizadu, Produsaun Potensia Ás'. Fatuk metamórfoze sira sei iha fluxu inter-granulár no maioria husi bee-rai-okos representa iha fráturadu lokalizadu nofallia, forma beematan. Degrau ás husi fraturamentu no failamentu indika katak beematan lokalizadu sira bele iha fluxu bee-rai-okos ás. Infomasaun oitoan mak disponivel kona-bá beematan husi aquiféru fatuk fráturadu lokalizadu iha distritu Aileu.

Beematan hetan barak ona iha distritu Aileu fatuk fráturadu maibé nia iha distribuisaun oioin, karega fluxu no estasaun fluxu. Beematan hetan ona iha elevasaun balun husi foho huun too besik foho leten. Beematan individual sira, tipikalmente ho karega fluxu husi 0.1 – 2.0 l/s, hetan oha iha elevasaun fatin ás sira husi topográfia lokal. Maibé, beematan individual sira ne'e forma kadalak lalais iha rai lonon. Sukat kontribuisaun deskarega bee-rai-okos ba bee kadalak ne'e signifkantemente difisil duke sukat husi beematan sira ne'ebé izola. Nune'e la posível atu suka kontribuisaun taxa fluxu idak-idak husi bee-rai-okos sulisai iha nivel badak iha topográfia. Ne'e hatene ona, maibé bee kadalak barak mak hetan ona beesulin tuir rai lonon indika katak iha kontribuisaun signifika husi bee-rai-okos ne'ebé halo ona ba korente mota.

Hetan ona katak, sampel durante estasaun wailoro, ne'ebé korente beematan barak menus no balun sai maran. Ne'e tipikal ba fatuk fráturadu distritu Aileu no demonstra estasaun forte husi beematan

sira iha elevasaun ás-liu. Aumenta bee kadalak iha railolon forma kombinasan beematan sulisai nomós hatudu katak beekadalak barak mak hetan bee husi bee-rai-okos durante estasaun wailoro. Ida ne'e kontráriu ba estasaun udan ho bee kadalak sira suli ba aquíferu sira. Ida ne'e hatudu katak nivel bee-rai-okos sira (no beematan ne'ebé hetan bee husi nia) sensitivu maka'as ba presipitasaun iha elevasaun ás-liu sai hanesan fatin hasoru malu entre bee-rai-leten no bee-rai-okos.

Aquíferu Fizuradu (Aquíferu Baucau)

Fatuk karbonatu sira bele iha porosidade primária (hanesan ho aquíferu intergranulár) ka porosidade sekondária (ke'e kuak, fizura no gruta) ne'ebé forma iha fatuk karbonatu nia laran hafoin depozisaun. Porosidade sekondaria dala barak transmite maka'as bee iha fatuk karbonatu sira.

Porosidade primária iha fatuk karbonatu sira bele iha oioin. Depozisaun karbonatu klastiku ka dezinvolvimentu karbonatu ahuruin bele prodúz porosidade primária ne'ebé boot, no iha bee sulin poténsial, tanba espasu poruz sira hasoru malu. Fatuk karbonatu presipita kimikamente bele iha porosidade primária oitoan liu tanba falta espasu leek sira hodi transmite bee.

Porosidade sekondaria forma husi haluan fatin leet, fratura no liabilidade tanba dezolusaun karbonatu husi bee. Husi tempu ba tempu dizolusaun ne'e forma rai-kuak no gruta. Tanba bee-rai-okos suli barak liu-hosi fizura boot sira ne'e sai luan lalais duke area seluk no konsekuentemente simu barak bee-rai-okos. Ne'e rezulta nia matan sai luan liu tan iha bee dalan ho fizuradu oitoan suli ba bee-rai-okos. Bee-rai-okos bele hahú hanesan suli ketketak maibé sei ba hamutuk iha gruta boot ida. Ida ne'e haboot tan rai-kuak nia matan liu kiik oan sira ne'ebé rezulta iha degrau ás husi heterojeneidade iha fatuk karbonatu sira (i.e. area sira balun sei iha fluxu ás liu husi *gua* ne'ebé hanesan area vijíñu ida bele iha fluxu limitadu tebes).

Pozisaun, orientasaun no direasaun husi sistema fratura ne'ebé lori bee-rai-okos sei depende ba planisia fundamentu orijinal, fratura no falliamentu iha fatuk karbonatu nia laran. Fatuk karbonatu ida ho densidade fizura barak ida-bele influénsia maka'as denzenvolvimentu fratura tanba iha de'it dalan balu ba bee hodi sulin. Fatuk karbonatu sira ho densidade maka'as ida sei fô biban ba bee-rai-okos hodi buka dalan barak liu tan no tantu dalan loos ida liu-hosi fatuk ne'e.

Kalkáriu iha Baucau ho nia mahar mak metru 100-500, tasi badak/tasiibun kalkáriu ho idade husi Plietosene too idade ohin loran. Ne'e prinsipálmente kompostu husi fatuk ruin no ás tebes iha karstifika (cavernosu) no terase. Kalkáriu iha Baucau ne'e lokaliza kuaze iha metade parte leste husi Timor-Leste no produsaun bee-rai-okos koiñesidu ona ás iha formasaun ne'e.

Kalkáriu Baucau ne'e barak mak fatuk-ruin kalkáriu ho litolojia prinsipál iha kalkáriu nia laran mak: ahu-ruin kalkáriu; karbonatu konglomeratu (calcirudito); karbonatu raihenek sira (calcarenito); no fatuk rai henek lotuk. Kalkáriu forma hanesan serie tasi-ibun elevadu, terasu marka faze sobrelevasaun iha tempu naruk. Kalkáriu Baucau hela inkonfortartavel iha Formasaun Viqueque nia fohon, forma eskada importante ne'ebé limita bee sulisai ba liña kosteira ho redúz elevasaun. Eskada ás liu mak kalkáriu tuan-liu hotu husi formasaun, ho otas nurak liu foin forma iha fatuk lolon tasi ibun. Kalkáriu forma foho boboot no plaka sira iha parte leste husi Timor-Leste ne'ebé sa'e too elevasaun metru 500. Ne'e mós karstifika ás ho prominente gruta luan.

Hidrojeolójia husi kalkáriu Baucau klasifikadu ona iha ne'e hanesan 'Fizuradu, Produsaun Potensia Ás'. Kalkáriu ne'ebé iha karstifika ás iha produsaun beematan husi bee-rai-okos ás ne'ebé sulin husi tinan ba tinan. Ne'e identifika hanesan aquíferu ho produsaun boot, ne'ebé fô apoiu ba comunidade inklui Timor-Leste nia sidade boot segundu, Baucau.

Korente karega beematan no estasaun ne'ebé forte korelasiona ho altitude iha Baucau Kalkáriu mezmú distribuisaun beematan hetan ona ne'e variável (ne'e bele mós sai kazu ba fatuk fraturadu maibé la bele atu konfirma tanba karga bee sulin la bele atu sukat iha elevasaun badak tanba iha prezensa husi mota kadalak sira). Karga bee matan suli jeralmente aumenta iha elevasaun badak iha

Baucau sidade antiga. Beematan sulin iha elevasaun ás ne'e badak-liu no iha kazu barak para sulin wainhira halo eksperimentu iha estasaun wailoro. Ne'e demonstra katak area plaka Baucau iha sensitividade ás ba mudansa iha presipitasaun. Pozisaun beematan sira hatudu ligasaun ba variasaun heterojenius lokal iha horezonte karstiku no distribui hanesan. Ho barak mak la iha kadalak no bee-rai-leten iha hotizonte karstiku siklu bee domina ona husi bee-rai-okos.

Observasaun iha terrenu

Observasaun terrenu deskute ona iha leten hatudu tipu aquifêru dominante tolu mak, hanesan antisipa ona, fizikalmente distintu rezulta iha karaktêristika hídrojeolojikal uniku. Observasaun terrenu mós hatudu katak aquifêru tolu iha heterojeneidade fizikal internál nivel ás. Aquifêru intergranulár area Dili iha distribuisaun unidade tahu konfinamentu kompleksu no medida raihenek lotuk iha aquifêru sira, materiál galgo predominantemente konsentra iha kanál mota sira. Aquifêru fatuk fráturadu lokalizadu iha distritu Aileu kompostu husi fatuk metamorfose diferente ho topografía montañá. Kompozisaun no topografía kompleksu husi aquifêru fatuk fráturadu refleta iha distribuisaun kompleksu beematan husi bee-rai-okos. Aquifêru fizuradu area Baucau kompostu husi multiplu jerasaun kalkáriu ne'ebé mai husi oseanu hafoin liu tempu balun. Interkoneksaun kompleksu sistema frátura liu-hosi kamada kalkáriu, kombina ho topografía, rezulta iha distribuisaun bee matan heterojenius. Adisionalmente, aquifêru hothotu iha variasaun estasaun preminente husi nivel bee-rai-okos asosiadu ho estasaun presipitasaun no relasaun forte entre bee-rai-okos no bee-rai-leten.

REZULTADU KIMÍKA BEE

Rezultadu kimikal ba servisu terrenu ne'ebé halo ona iha Timor-Leste deskuti tuirmai ba fatin kazu estudu husi kada tipu aquifêru. Maioria ione kimika sumariza ona iha *Piper plot* no diagram *Durov* (Figura 30 no Figura 31) no diskute kada area estudu kazu ketketak hanesan tuir mai.

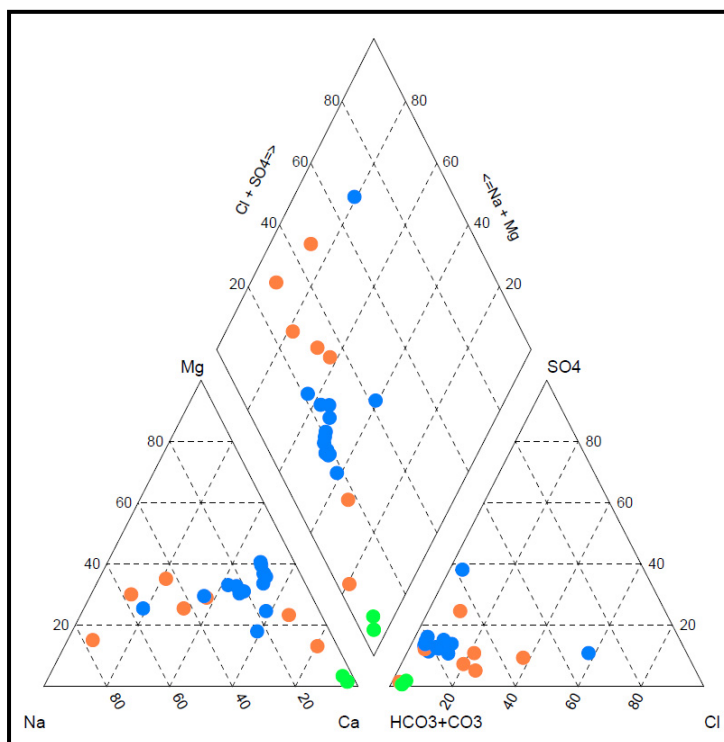


Figura 30: *Piper plot* husi elementu kimika bee prinsipal ba aquifêru intergranulár, lokalizadu no fizuradu

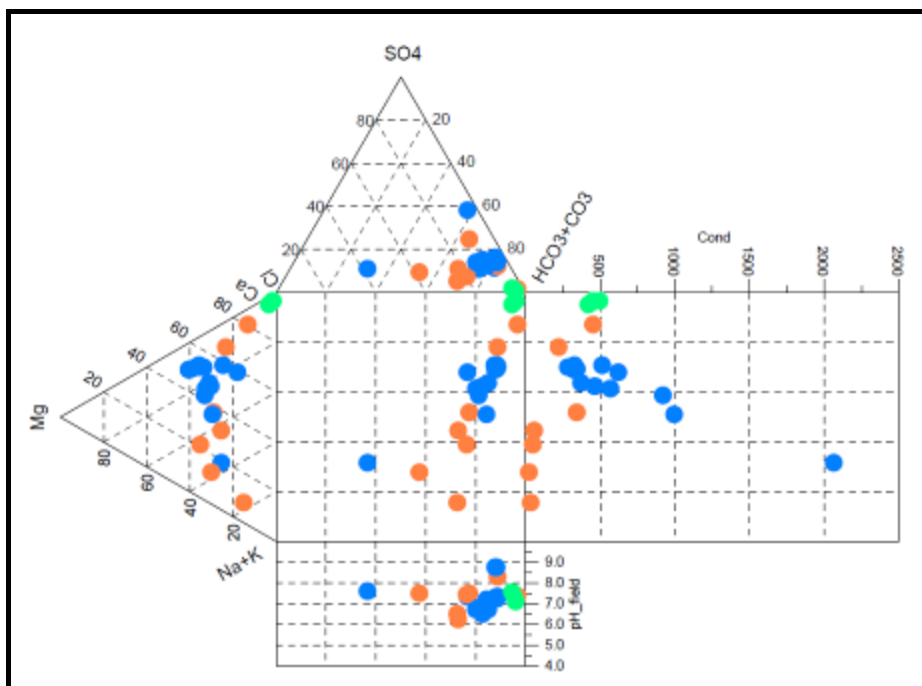


Figura 31: Diagrama Durov ho elementu prinsipál sira, salinidade no pH ba aquíferu intergranulár, lokalizadu no fizuradu

Aquíferu Intergranulár (Aluviál)

Barametru Terrenu

Tantu sampel mota no klean bee posu iha valór kalsiu karbonatu hanesan aprosimadamente 150 mg/L no valór posu badak aprosimadamente dupla ho valór 332 mg/L. Sampel GET611-24 kontein valór boot, ho 454 mg/L CaCO_3 . Valór médiu sampel husi parte leste (171 mg/L) ás liu totál valór médiu (166 mg/L) no valór iha oeste tuun-liu (140.6 mg/L).

Sulfida kiik iha sampel hothotu no 9 husi 14 (64 %) kontein valór detetasaun-limita-okos (BDL). Sampel mota kontein valór médiu marjinál sulfidu duke posu badak ka posu klean, ne'ebé iha BDL. Sampel mota sira iha valór médiu 0.015 mg/L. Valór reduzaun besi (Fe^{2+}) kiik liu husi sampel hothotu ho variasaun BDL – 0.03 no valór médiu ba klean no badak no sampel mota iha BDL, respetivamente 0.01 no 0.01 mg/L. Totál konsentrasaun besi, iha parte seluk, boot liu ho valór médiu respetivamente mak 0.02, 0.16 no 0.41 ba posu klean, posu badak no sampel mota sira.

Valór turbidu kiik tebes ba iha posu klean no posu klarek ne'ebé hatudu katak sampel sira kontein materia solidu mínimu. Sampel mota sira iha turbidu ho médiu 16 FTU iha sira nia leet.

EC iha sampel kiik sira hotu, ne'ebé relasiona ba konsentrasaun masin ba bee. Sampel hothotu kontein valór menus husi 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ eksepu ba sampel GET611-22, ne'ebé iha valór 2063 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sampel posu badak sira kontein valór médiu husi 921 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aprosimadamente klean dalas tolu no valór sampel médiu mota repetivamente 334 no 335 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Valór sampel médiu EC husi parte leste (419.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ás liu sampel iha oeste (231 $\mu\text{S}/\text{cm}$) no totál valór médiu mak (374 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Guia ne'ebé rekomenda ona valór ba pH mak 6.5 – 8.5. Sampel sira hotu husi posu klean no badak kontein valór iha guia, respetivamente ho valór médiu 7.3 no 7.2. Sampel mota sira, ein kontrariu, kontein valór pH ás liu ho valór médiu mak 8.8. Ne'e indika katak sampel mota sira kontein bee alkalín. pH moderadamente kiik-liu iha parte leste ho valór médiu mak 6.6 kompara ba parte oeste, ne'ebé alkalín barak liu ho valór mak 7.3.

Variasaun husi Eh ba sampel hothotu mak 5 – 178 mV. Valór médiu sira respektivamente ba posu klean, badak no sampel mota mak 157, 55 no 100 mV. Tantu médiu iha oeste no iha leste hanesan de'it ba Eh ho valór respektivamente mak 140.5 no 167.5.

Temperatura iha sampel hothotu varia husi 25.7 – 31.0 °C. Sampel posu klean kontein bee malirin liu iha tempu foti sampel ne'e, ho valór médiu mak 26.1 °C, wainhira posu badak no sampel mota sira moderadamente morna ho valór respektivamente mak 28.0 °C no 28.5 °C. Posu klean iha parte leste moderadamente iha temperatura ás (27.1 °C) liu duke iha posu klean iha parte oeste (26.0 °C).

Dizolve oksijenía (DO) varia husi 6.4 – 103.5 %. Valór ás mosu iha sampel mota, ne'ebé mak kontein valór DO ás-liu tanba sira nia ekspostu ba anin, maibé bele iha estimatizasaun liu tiha tanba diferensia husi kalibrasaun. DO aumenta iha pursentajein husi posu badak ba posu naruk too sampel mota ho valór médiu mak 30.6, 52.7 no 93.5 %. Posu klean iha parte oeste iha dizolve oksijene barak liu kontein ho valór médiu mak 63.7 % kompara ba valór médiu iha parte leste mak 49.5 %.

Elementu Prinsipál

Piper plot hatudu kompozisaun *aniaun* bee-rai-okos domina liu husi (ho aprosimadamente 80 %) $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ no *aniaun* tuun iha Cl^- or SO_4^{2-} . Kompozisaun kasaun domina husi Ca^{2+} (ho kasaun aprosimadamente 60 – 80 %). Bee-rai-okos la kontein sampel sira balun ne'ebé barak liu kasaun Na^+ no Mg^{2+} . Kombinasau *piper plot* hothotu hatudu katak kompozisaun bee-rai-okos mak kalsium-sodium- ka magnesium- tipu bee bi-karbonatu/karbonatu. Bele haré husi kombinasau projeksau husi kasaun no *aniaun*, Sampel Dili kontein vistu mikstura iha liña ne'ebé mak diretamente entre sampel fatuk karstiku no fraturadu. Ne'e indika katak kompozisaun ioniku husi bee-rai-okos relasiona liu ba materia rekursu fatin husi sedimentu sira.

Elementu Oligo

Sampel hothotu hatudu konsentrasau tuun husi element oligo. Elementu barak mak analiza ona ba elementu oligo (sampel 72 %) kontein valór médiu iha detetasaun-limita-okos. Konsentrasau elementu barak mak konsidera tuun liu valór ne'ebé mak rekomenda husi guia saúde. Sampel (GET611-24) atinje duni valór ne'ebé mak rekomenda husi guia ne'e mak arséniku 0.01 mg/L ho konsentrasau mak 0.007 mg/L no magnesiun mak 0.5 mg/L ho konsentrasau 0.487 mg/L.

Maioria (37 husi 50) sampel sira ne'ebé analiza ona ba elementu trasu (*disprósio, osan mutin, bismuto, érbio, európio, gadolínio, titânio, berílio, cádmio, gálio, háfnio, telúrio, cobalto, hólmio, cézio, crómio, índio, lantânio, lutécio, tório, cério, neodímio, praseodímio, níquel, samário, chumbo, térbio, antimónio, túlio, selénio, itérbio, ítrio, tálio, zircónio, vanádio, ferro no mercúrio*) hetan konsentrasau iha detetasaun-limita-okos (BDL) ba sampel hothotu.

Alumínio, urânio, cobre, rubídio, lítio no *estanho* hetan detetasaun-limita-okos iha sampel maioria no iha konsentrasau kiik-liu iha aquíferu Dili ho valór respektivamente másimu 0,01, 0,001, 0,01, 0,008, 0,014 no 0,002 mg / L,. Elementu vistijiu sira balun ne'ebé detéta ona maibé tuun liu orientasaun saúde ne'ebé mak rekomenda ona ba bee inklui *boro, estrôncio, bário, manganês, molibdénio*, kalen ho total valór médiu respektivamente mak 0,235, 0,3135, 0,01, 0,004, 0,001 no 0,047 mg / L.

Konsentrasau elementu sira iha posu klean, posu klarek no sampel mota sira kompara ona ba lokalizasaun spesífiku. Posu klarek sira normalmente amostra konsentrasau elevadu ás husi elementu rastreiu ne'ebé posu klean ho valór elevadu médiu ba *arsénio, boro, estrôncio, bário, urânio, cobre, rubídio, lítio, manganês* no kalen. Maioria sampel mota (92%) hatudu valór médiu iha detetasaun-limita-okos. Elementu haat ne'ebé detéta ona iha sampel mota sira mak *alumínio, bário, estrôncio* no *lítio*.

Konsentrasaun elementu médiu sira kalkula ona hodi kompara sampel posu klean haat iha oeste (fatin posu iha Comoro) ho rua seluk iha leste (fatin posu iha Kuhuhun). Iha análise ne'e elementu 6 husi 7 detêta ona (*alumínio, estrôncio, bário, cobre, lítio no kalen*) mak maioria iha parte leste.

Nutriênte

Rezultadu hatudu katak, iha Aquifêru Dili, konsentrasaun nutriente bee-rai-okos balun, maibé la priênsa guia ne'ebé mak rekomena ona ba saúde. Konsentrasaun amonia badak liu iha sampel hothotu. Sampel 3 husi 14 (21.4 %) mak BDL no valór intervalu husi BDL – 0.2 mg/L N. Posu klean iha valór médiu ás-liu mak 0.03 mg/L N. Valór *Nitrateto* atu besbesik ba valór guia ne'ebé rekomena ona iha sampel balu ne'ebé varia husi 0.02 – 7.5 mg/L N. Valór ás liu, GET611-18 mak posu klarek metru 6 besik sentru Dili. Fatin ne'ebé atu besik liu ba sampel GET611-18 mak GET611-24. GET611-24 ne'e mós iha sentru Dili maibé iha klean metru 24 no iha konsentrasaun *nitrito* ida ne'ebé signifikante tuun liu 1.1 mg/L N. Sampel klarek iha médiu ás-liu valór hothotu ho 3.1 mg/L N kompara ba sampel klean sira ne'ebé kontein valór médiu mak 0.32 mg/L N.

Sampel hothotu kontein valór *nitrito* BDL. Valor *fosfato* sira barak ho sampel 2 husi 14 (14.3 %) detetasaun-limita-okos no variaun valór husi 0.01 – 0.05 mg/L P. Ba bee klean,bee klarek no mota sira-nia sampel hothotu iha valór médiu hanesan 0.02 mg/L P. Totál *azoto oxidado*: tan N hanesan ho valór *nitrito* ho valór médiu ás-liu 3.1 mg/L N mosu husi sampel klarek sira. Variaun sampel hothotu husi 0.02 – 7.5 mg/L N.

Pestisida

Sampel tolu ne'e koko tiha ona : Sampel husi posu klean rua no mota ida (problema iha terrenu mak asesu limatadu ba obtensaun iha posu klarek) la kontein konsentrasaun ne'ebé ás liu baliza detensaun ba pestisidade hamutuk 109 mak hetan eksperimentasaun.

Aquifêru Lokalizadu (Fráturadu)

Barametru Terrenu

Kondutividade husi sampel bee fatuk fráturadu oiotaun, varia husi 35.7 to 454.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. pH husi beematan fatuk fráturadu varia husi 6.24 too 7.49. Sampel bee lagua no mota sira iha valór pH ás liu respetivamente 7.50 no 8.29. Ne'e hanesan ba guia bee varia husi pH 6.5 too 8.5. potenciál *Redox* (Eh) varia husi 63 too 187 mV. Oksijene Disolvidu (DO) iha variaun saturasaun luan husi 26.2 too 87.5 %. Variaun ne'e la nesariamente refleta sampel husi bee-rai-leten no beematan sira. Mezmu beemota no lagua iha DO ne'ebé ás, sampel beematan bele iha DO ás hanesan ka tuun liu DO. Ne'e bele akontese tanba diversu natural husi kada beematan sira. Temperatura bee sira varia husi 17.3 too 25.4 °C. Bee malirin sira asosiadu ho beematan sira iha elevasaun ás no temperatura ás mosu iha beematan sira iha elevasaun badak sira nomós bee-rai-leten husi sampel lagua no bee-mota sira.

Elementu Prinsipál

Aniun prinsipál bee fatuk fráturadu dominadu husi Karbonatu ne'ebé kobre fatuk fratura hothotu mak 10.8 to 246.0 mg/l. Valór karbonatu ás liu asosiadu ho beematan GET611-2 ne'ebé mak besik unidade kalkáriu husi formasaun seluk. Sampel mota, besik liu ba beematan GET611-2, nomós valór karbonatu ás-liu mak 97.6 mg/l ne'ebé dalaruma tanba kaptasaun iha rekursu materia karbonatu. Ida seluk mak eksperimentu beematan GET116-12 iha fatuk fráturadu, besik Dili, iha valór karbonatu 146.0 mg/l. Alein de sampel tolu ne'e, rua mak asosiadu ho formasaun karbonatu, bee fatuk fráturadu kobre menus liu husi 10.8 too 22.2 mg/l. Rasio *molar* karbonatu ba kloridu no ion sulfat konsistentemente boot liu 50% no tipikamente boot liu 70% maibé hatudu valór sira naklekar liu duke aquifêru karstiku ka sedimentária

Rasio lejenda prinsipál ba fatuk fratura hakfahek entre Ca^{2+} , Na^{+} no Mg^{2+} . Konsentrasaun husi lejenda prinsipál jeralmente tuun ho Ca^{2+} hakfahek entre 0.7-79 mg/l, Na^{+} 3.6-47.6 mg/l no Mg^{2+} 0.8-21.6 mg/l. Valór konsentrasaun boot liu apresenta iha beematan GET611-6 no mota GET611-2 fatin sira iha parte sul too formasaun fatuk fráturadu iha Aileu, besik ba kalkáriu tuan sira, no fatin

mota GET611-12 iha parte du norte too formasaun Aileu, besik ba sedimentu aluviál sira

Seksaun aniaun + lejenda husi *Piper plot* hatudu iha distribuisaun sampel bee sira husi Ca-HCO_3 domina husi GET611-6 no GET611-2 too Na-HCO_3 domina husi fatuk fráturadu selseluk. Wainhira Na^+ sai lejenda dominate entaun rasio Cl^- mós aumenta.

Elementu Oligo

Elementu sinál prinsipál iha fatuk fratruradu iha detetasaun-limita laboratóriu nia okos no hothotu menus husi orientasaun saúde. Elementu sinál ne'ebé detéta, tendensia konsentrasaun maka'as ba iha sampel lagua GET611-7. Ne'e parese parsialmente tanba turbidade husi bee iha lagua iha tempu foti sampel ho oligomentasaun kontein iha solidu nia laran duke iha fraksaun ne'ebé namkari ona. Rezultadu ne'e indika katak bee iha Formasaun fatuk fráturadu Aileu jeralmente tuun iha elementu trasaun no la iha elementu trasaun rejionál

Nutriente

Nutriente P iha forma fosfato, no N, iha forma *ammonia* no *nitrito*, apresenta iha aquiféru fatuk fráturadu maibé konsentrasaun barak mak tuun. Konsentrasaun P iha eksperimentu bee hahú husi 0.01-0.24 mg/L no iha detetasaun-limita-okos iha fatin GET611-6, GET611-7, no GET611-12. Konsentrasaun N iha detetasaun-limita-okos iha bee-rai-leten iha forma hothotu ho beematan iha konsentrasaun hahú husi 0.01-0.04 mg/L *ammonia* nu'udar N no husi 0.03-0.71 mg/L *nitrito* sai hanesan N. *Nitrito* iha detetasaun-limita-okos ba iha fatin hothotu.

Aquiféru Fizuradu (Karstiku)

Barametru Terrenu

Konduktividade bee sira husi aquiféru karstiku iha kalkáriu Baucau konsistentement kiik hahú husi 422- 497 $\mu\text{S/cm}$. pH mós hatudu variasaun neutrál oitoan hahú husi 7.18 - 7.56. Eh tuur entre 100- 151 mV no saturasaun hahú husi 59.9 - 83.0%.

Element Prinsipál

Elementu prinsipál rasio molar husi *Piper plot* hatudu katak aquiféru karstiku dominadu husi tipu bee Ca-HCO_3 ho boot liu *ion* 90% dominadu husi Ca^{2+} , relativu ba Na^+ no Mg^{2+} ; no HCO_3^- , kompara ho Cl^- no SO_4^{2-} . La hanesan ho tipu aquiféru sedimentária no fráturadu iha variasaun oitoan iha kompozisaun prinsipál *ion*.

Konsentrasaun elementu prinsipál aumenta oitoan ho hamenus elevasaun (Cl^- 5.1-5.9 mg/L, SO_4^{2-} 1.2-3.4 mg/L, Mg^{2+} 0.9-1.8 mg/L, no Na^+ 3.0-3.3mg/L. Maibé abundante liu prinsipál *ion* Ca^{2+} no HCO_3^- la fahe tendensia ne'e no hatudu konsentrasaun oioin ho hatuun elevasaun hahú repektivamente husi 82.6 - 100.0 mg/L no 218.0-262.0 mg/L.

Elementu Oligo

Alein de husi *estrôncio* no *bário*, elementu prinsipál sira hotu analiza ona iha ka tuun husi detetasaun-limita-okos iha fatin tolu ne'e hotu husi aquiféru karstiku. Konsentrasaun *estrôncio* no *bário* sira tuun no varia repektivamente husi 0.221-0.656 mg/L no 0.006-0.016 mg/L.

Nutriente

Alein de husi *nitrito*, nutriente P no N hothotu analiza ona (*fosfato*, *ammonia* no *nitrito*) ne'ebé iha ka menus husi detensaun limita. *Nitrito* konsistentemente tuun liu iha esperimentu hothotu hahú husi 1.1 - 1.4 mg/L hanesan N.

Vistu Tasibeen

Plotajeín rasio Na^+ no Ca^{2+} kontra Cl^- bele utiliza hodi avalia rasio bee ba tasibeen ne'ebé hanesan (Figura 32 no Figura 33). Gráfiku iha okos hatudu katak ida de'it husi esperimentu bee-rai-okos iha sedimentária tasi-ibun mak konsistente ho vistu tasibeen. Esperimentu ne'e halo besik lagua tasi tolu

no iha area intruzaun tasibeen. Ne'e hatudu katak tasibeen afeta *plot* bee-rai-okos iha tendensia liña tasibeen. La iha esperimentu *plot* bee-rai-okos besik tasi-ibun hatudu vistu tasibeen ne'e indika katak tasibeen la kahur malu ho rekursu bee rai okos sira ne'ebé besik ba posu sira ne'ebé mak funsiona iha Dili. Maibé, ne'e la hatudu katak intruzaun tasibeen akontese besik ba abastesimentu bee-rai-okos no bele kahur malu wainhira iha mudansa ba rejime hídrojeolójia (i.e. mudansa iha nivel tasi no rekarga bee-rai-okos

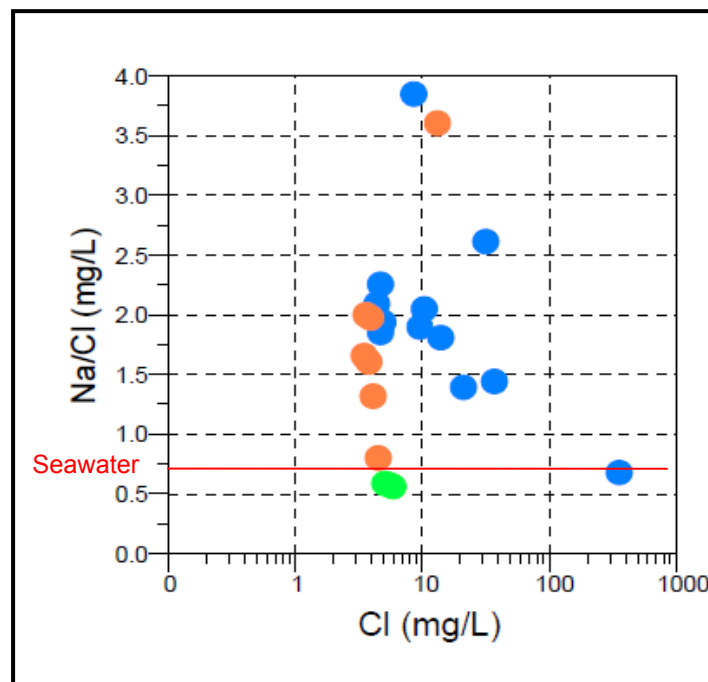


Figura 32: Vistu tasibeen rasio Na/Cl kontra tendensia Cl

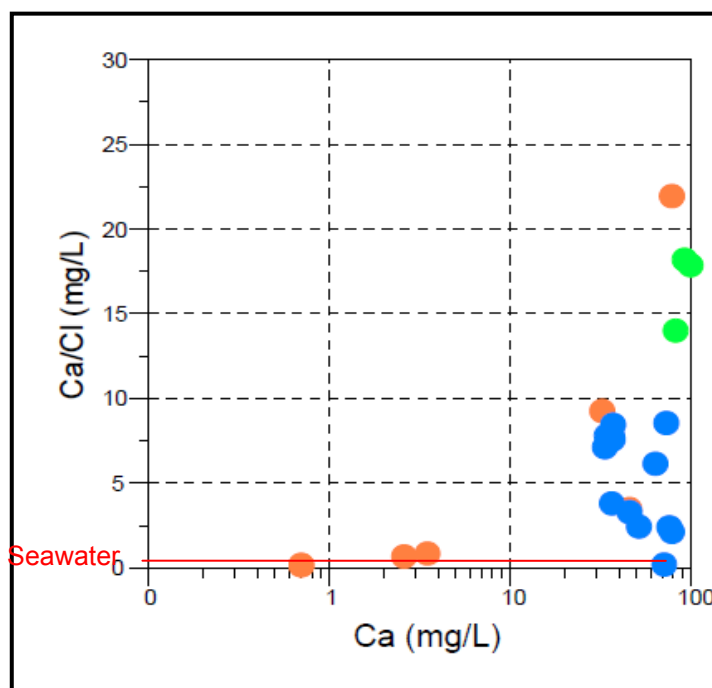


Figura 33: Vistu tasibeen rasio Ca/Cl kontra tendensia Cl

Rezultadu Kimíka ein Jerál

Jeralmente kimíka aquifêru intergranulár Dili, aquifêru fatuk fráturadu lokalizadu Aileu no aquifêru fizuradu karstiku kalkáriu Baucau hatudu bee ne'ebé moos tebes no livre husi elementu inseguru prinsipál ruma, elementu restu, konsentrasaun nutriende ka pestisida. Valór EC hatudu aquifêru barak liu mak iha masin oitoan maibé esperimentu ida besik Tasi tolu iha Dili hetan bee meer no area ne'e tenke monitoriza hodi buka tuir invazaun ruma ba bee fresku iha rai-okos. Ne'e hatudu katak Tasitolu, hetan rekarga mínimu husi mota, barak liu mak meer duke area besik ba mota prinsipál sira. Ne'e sugere katak nivel intruzaun tasibeen negativamente hanesan ho montante bee suli ba husi mota. Iha ne'ebá iha diferensia iha kimíka entre esperimentu iha bee klarek no bee klean iha aquifêru Dili ne'ebé hatudu katak iha ne'ebá iha separasaun entre inakonfinamentu aquifêru klean no klarek. Iha ee'ebá mós iha diferensia entre parte leste no oeste iha area Dili ne'ebé hatudu katak kaptasaun diferente iha produsaun aquifêru la hanesan ne'ebé konsentra iha mota boboot sira

JEOFIZIKAL

Tékniku jeofizikal ida, métodu elektromagnética iha domínio tempu (TDEM), utiliza ona ba kada fatin estudu kazu hodi tulun halo avaliasaun ba jeometria no karáter aquifêru. Tékniku jeofizikal uza hodi sukat kondutividade ne'ebé iha hodi teste iha ka la iha bee-rai-okos no salinasaun ba bee-rai-okos. Detaillu kompletu métodu no rezultadu refere ba hamutuk ho Relatóriu Jeofiziku

Aquifêru Intergranulár (Dili)

Apuramentu jeofizikal ba aquifêru Dili hala'o ona hahú husi rai-hun tuun too tasiibun (norte too sul) no husi Mota Comoro (oeste) too mota Maloa no Benamau (leste). Rezultadu hatudu nivel ás husi variadade iha arkitéktura aquifêru tantu ho klean no lateralmente. Sondajein (lian) iha kanál mota Comoro indika klean mínimu too fatuk fohon metru 150. Nomós indika aquifêru inkonfinamentu klarek husi klean metru 0 – 40 ho zona lensa tahu entre klean metru 40 – 60, fahe aquifêru klarek husi aquifêru konfinadu klean (semi-konfinadu) husi besik metru 60 too >150. Iha parte leste, ba too mota Maloa no Benamau, sondajein indika klean ladun naruk too ba fatuk fohon besik metru 50 – 100. Interpretasaun ne'e jeralmente konsistente ho servisu ne'ebé mak halo ona husi JICA (2001).

Rona loloos hikas sondajein indika variasaun kompozisaun internál iha kada aquiféru ne'ebé sujere multiplika lensa kamada raihenek/fatuk rahun no tahu/silte duke aquiféru homojeniu kontinuadu ida no kamada konfinamentu. Sondajein husi area aquiféru iha sentru Dili, entre mota prinsipál sira iha leste no oeste, indika konsentrasaun tahu ás tebes no zona aquiféru poténsiál kiik sira. Rezultadu sira ne'e indika arkitektu jeral ida husi sedimentu delta iha Dili kompostu husi zona aquiféru prinsipál rua ne'ebé sentralizadu besik kanál boot iha leste no oeste ho tahu diferente iha fatatin. Lensa tahu sira ne'e forma kamada semi-konfinamentu iha fatin sira ne'e.

Rezultadu jeofizikál mós hatudu prezensa konutividade boot (bee meer maka'as) iha aquiféru sira iha tasi ibun, besik liu ba tasibeen. Fatin konutivu boot ida mak Tasitolu ne'ebé besik ba iha aquiféru Dili. Ne'e evidensia jeofizika kombina ho analiza direta kimíku hatudu katak tasibeen kahurmalo ho proksimál sedimentu sira ba aquiféru prinsipál sira ne'ebé mak foñese bee ba kapitál Dili. Adisionálmente, zona konutivu ida iha bee klean liu mota Comoro ibun iha klean metru 120 bele indika pozisaun interfasiu beefresku/tasibeen. Ida ne'e indika katak sistema aquiféru tuu iha koneksaun ida ho tasibeen no bee-rai-okos bele susseptível ba intruzaun tasibeen ho mudansa iha ekstraksaun, rekarga bee-rai-okos, ka nivel-tasi-sa'e.

Aquiféru Lokalizadu – Fatuk fráturadu (Aileu)

Sondajein individual balun (pontu) halo ona ba fatuk fráturadu husi formasaun Aleu iha Dili nia leten. Sira ne'e barak liu hatudu konutividade kiik indika katak bee-rai-okos ne'ebé mak apresenta ne'e fresku, maske montante bee bele limitadu. Sondajein sira balun aumenta oitoan iha konutividade entre klean metru 10 – 25 indika bee-rai-okos bele iha level klarek ho sulin iha fráturadu fohon entre bee klean sira ne'e. Ida ne'e konsistente ho korente tipikál bee-rai-okos iha aquiféru fráturadu ne'ebé mak fratura konsentradu besik ba surfasiu.

Aquiféru Fizuradu – Karstiku (Baucau)

Apuramentu liña Jeofizikál sira halo ona husi parte nortu – sul no husi parte leste – oeste iha sistema *gua* leten ba *planalto* Baucau. Jeolójia hatudu katak Kalkáriu Baucau tuur iha sekuénsia tahu mahar nia leten ho kalkáriu mihis iha *planalto* no mahar ba area konsteira. Jeofizika fõ resposta konsistensia kodutividade tuun ba besik klean metru 0-30 ho konutividade boot iha klean metru 30 nia okos ba too klean besik metru 100. Rezultadu sira ne'e hatudu, iha fatin ne'e ba *planalto*, besik metru 30 husi aquiféru kalkáriu (konutividade kiik) tuur dadaun iha klean metru 100 nia leten ho tahu impermeável (konutividade boot), ne'ebé konsistente ho estrutura aquiféru ne'ebé mak antisipa ona. Rezultadu sira ne'e mós hatudu katak iha kalkáriu ne'ebé ho konutividade ás oitoan iha besik klean metru 15, hatudu dadaun iha bee-rai-okos iha kalkáriu/tahu nia leten. Ida ne'e konsistente ho korente bee ne'ebé observa ona husi bee-rai-okos iha sistema fatuk-kuak sira ne'ebé hela iha area sira ne'ebé mak hetan ona apuramentu.

REZULTADU FUNDAMENTU HUSI INVESTIGASAUN ESTUDU KAZU

Rezultadu husi estudu ne'e forma observasaun direta, analiza kimíku bee no jeofizika. Rezultadu sira ne'e utiliza ona ba karakterístika propriédade fundamental husi tipu sistema aquiféru boot sira iha Timor-Leste. Rezultadu prinsipál husi servisu ne'e mak:

Aquiféru Intergranulár:

- Aquiféru Dili ne'e heterojénia ás no atu bele iha fluxu preferénsiál. Mezmu iha area homojénia raihenek, aquiféru sira bele iha lensa tahu barak ne'ebé presija investigasaun detaillu hodi determina arkitektu ba porosidade bee. Tan sedimentu delta Dili sira forma husi prosesu hanesan ba depozita aluviál kosta sira barak, aquiféru hanesan sira seluk iha Timor-Leste bele atu iha karaterístika heterojénea hanesan
- Aquiféru aluviál inkonsolidadu iha Dili deskobre ona ne'ebé konsentra besik sistema bee dominante sira. Ne'e preditavelmente tulun iha eksplorasaun ba bee-rai-okos iha Dili no adisionalmente akontese ba karaterístika barbarak iha aquiféru aluviál sira iha tasi ibun Timor-Leste; no

- Intruzaun tasibeen besik ba aquíféru intergranulár prinsipál sira hakbesik ba tasi ibun ne'e akontese beibeik. Intruzaun tasibeen bele atu prevene iha aquíféru prinsipál sira tanba iha rekarga bee-rai-okos ne'ebé asociadu ho sistema dominante bee mota. Ne'e indika katak bee suli regular husi mota dominante sira ne'ebé mak oras ne'e kontrola intruzaun tasibeen iha nivel tasi ida ohin lora. Mudansa iha bee nia dalan, rekarga bee-rai-okos ka nivel tasi bele hamosu intruzaun tasibeen ba beefresku.

Aquíféru Lokalizadu:

- Iha aquíféru lokalizadu fatuk fráturadu Aileu, bee-rai-okos konsentra besik ba surfasiu (permeabilidade fatuk sira hamenus ho klean) halo fluxu lokalizadu bele domina husi fluxu rejionál;
- Beematan sira deskarega husi sistema fluxu lokál iha fatuk fráturadu hatudu variasaun fratura iha fluxu bee-rai-okos iha topografiku ás (ho beematan barak bee la iha) indika katak beematan sira presiza rekarega kada tintinan hodi bele sustentavél no sei nune'e bele suscepтивél ba mudansa klima; no
- Mota sira iha area aquíféru fatuk fráturadu lokalizadu hetan bee husi bee-rai-okos iha estasaun wailoro hatudu bee iha rai leten iha estasaun wailoro mós depende ba bee-rai-okos.

Aquíféru Fizuradu:

- Beematan sira deskarega husi kalkáriu fizuradu iha area Baucau hatudu variasaun estasaun iha topografiku ás (planalto) maibe bee sulin permanente iha rai-hun. Ida ne'e hatudu variabilidade fluxu bee-rai-okos no atuaun potenciál ba mudansa klima iha tipu rekursu aquíféru sira hotu;
- Bee-rai-okos konsentra besik iha rai-fohon iha planalto kalkáriu Baucau tanba tahu impermeabilidade ne'ebé signifikante. Ida ne'e limita armajein potenciál bee-rai-okos iha sistema aquíféru karstiku

Aquíféru hothotu:

- Interaksaun bee-rai-okos entre aquíféru sira ne'e parese sai importante maibé ida ne'e la kobre husi estudu ida ne'e no presiza atu halo analiza detaillu liu tan;
- Interaksaun entre bee rai leten no bee-rai-okos mós parese sai importante, hanesan demonstra husi importansia rekarga bee ba mitigasaun intruzaun tasi been no dependensia fluxu bee kadalak ba deskarega bee-rai-okos liu-hosi beematan sira, maibé investigasaun klean liu tan husi estudu ne'e no presiza halo analiza detaillu liu tan; no
- Heterojeneidade ás no natureza lokalizadu husi aquíféru barak avalia ona iha ne'e indika katak fatór lokál sei importante ba karakter bee-rai-okos no impaktu mudansa klima asociadu ho mudansa iha presipitasaun no/ka nivel tasi sa'e ne'ebé bele iha impaktu imediatu ba rekursu bee-rai-okos.

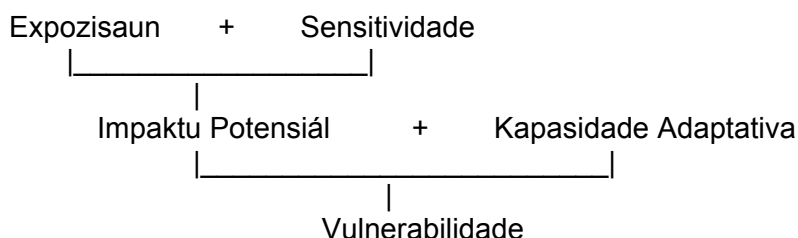
Avaliasaun Vulnerabilidade husi Mudansa Klima ba Rekursu Bee-rai-okos iha Timor-Leste

Bee-rai-okos konstitui abastesimentu beefresku signifíkante iha Timor-Leste. Mudansa klima ekspekta bele fó presaun balun ba disponibilidade rekursu bee husi kresimentu populasaun, inklui urbanizasaun no mudansa iha ekonomia no uzu rai. Efetu husi mudansa klima ba disponibilidade bee sai hanesan dezafiu boot ba sustentabilidade jestaun ba bee iha tempu naruk. Maske estudu balun foka ona ba impaktu husi mudansa klima ba rekursu bee rai leten, efetu mudansa klima ba disponibilidade no kualidade bee-rai-okos ne'ebé la atua sistematikamente.

Analiza vulnerabilidade ida ne'ebé sistemátiku no *to the point* apresenta ona iha okos ne'e. Ne'e halo tuir detaillu sira balun kona-bá impaktu no jestaun husi bee-rai-okos iha mudansa iha klima.

ANALIZA VULNERABILIDADE BEE-RAI-OKOS

Utiliza enkuadramentu vulnerabilidade ne'ebé mak haklaken ona iha parte intródusaun relatóriu hanesan rezultadu husi estudu ne'e bele utiliza hodi deskreve efetu mudansa klima ba aquíféru sira. Komponente prinsipál husi atuaun vulnerabilidade iha estudu ne'e mak halo kombinasan 'Ekspozisaun' no 'Sensitividade' aquíféru ne'ebé mak iha 'Impaktu Potensiál' husi mudansa klima. Tau hamutuk ho jestaun 'Kapasidade Adaptativa' hodi adapta ba 'Impaktu Potensiál', vulnerabilidade aquíféru ida ba mudansa klima bele halo ona estimatizasaun. Ameasa prinsipál mudansa klima hanesan haklaken iha okos husi analiza ekspozisaun (Tabela 3), sensitividade (Tabela 4), impaktu potensiál (Tabela 5), kapasidade adaptativa (Tabela 6), no ikusliu vulnerabilidade aquíféru sira ba mudansa klima (Tabela 7).



Enkuadramentu Vulnerabilidade (hanesa hatudu iha Figura 1; Schroter et al., 2004)

Risku Mudansa Klima

Ameasa prinsipál rua husi mudansa klima ba aquíféru iha Timor-Leste mak 1) mudansa iha presipitasaun no 2) nivel tasi sa'e.

Mudansa iha klalaok presipitasaun

Mudansa iha kondisaun klima iha potensiál ba mudansa iha frekuénsia no tempu iventu udantaun (rekarga), tantu mudansa iha rejime rekarga bee-rai-okos nomós afeta disponibilidade bee-rai-okos. Wainhira disponibilidade bee-rai-okos hetan mudansa ba sistema aquíféru ida sei depende ba natureza mudansa klima iha area relevante, no sensitividade prosesu rekarga ba mudansa iha klima. Timor-Leste nia projeksaun mudansa klima indika katak aumenta proporsaun iha udan sei tau maka'as durante estasaun udan no iha ne'ebá sei hanaruk estasaun wailoro (BoM CSIRO, 2011).

Prediksaun kona-bá aumenta intensidade presipitasaun bele aumenta no bele hamenus rekarga bee-rai-okos depende ba fatór lokal. Servisu adisional presiza atu avalia efetu husi aumenta intensidade presipitasaun ba rekursu aquifêru bee-rai-okos. Aumenta periodu wailoro naruk, maibé konserteza sei iha presau ba bee-rai-okos; ne'e sei suli ba efetu husi kresimentu uzu bee-rai-okos too aumenta abastesimentu bee surfasiu durante tempu wailoro. Ida ne'e sei partikularmente mosu karik iha ne'ebá iha nesesidade ba bee adisional ne'ebé bele akompañia kresimentu populasau no intensidade atividade agrikultura no indústria. Wailoro naruk ne'ebé mak predikte ona ne'e atualmente hamoos tiha ameasa bee-rai-okos ba aquifêru husi mudansa klima asociadu ho presipitasaun, no sai fokus husi analiza ne'e.

Nivel tasi sa'e

Nivel tasi sa'e sei altera dinámika balansu bee-rai-okos-interfasiu tasibeen no bele kauza intruzaun tasibeen ba aquifêru beefresku. Ida ne'e bele permanentemente afeta qualidade bee-rai-okos halo bee la bele atu utiliza. Adisionalmente ba subsurfasiu intruzaun tasibeen, nivel tasi sa'e bele mós rezulta iha inundasaun surfasiu permanente iha rejiaun tetuk iha tasi ibun no hasa'e frekuénsia no intensidade husi inundasaun temporaria liu-hosi akontesementu tempestade. Ida ne'e bele mós rezulta iha intruzaun tasibeen ba aquifêru beefresku liu hosi suli tuun ba okos.

Ekspozisaun

Ekspozisaun mak degrau ida ne'ebé mak aquifêru ida mai iha kontaktu ho ameasaun husi mudansa klima ruma.

Mudansa Klalaok Presipitasaun

Aquifêru hothotu depende maka'as ba udantau ba rekarga bee-rai-okos no bele hamusu mudansa ba iha presipitasaun. Mudansa potenciál iha distribuisaun presipitasaun ladauk hatene no la posível atu predikte area sira ne'ebé iha presipitasaun barak ka oitoe. Tan prediksaun jeral ba total presipitasaun tintinan hanesan, ho periodu wailoro naruk no intense iha tempu udan, bele akontese mak aquifêru hothotu sei iha ekspozisaun ba mudansa presipitasaun.

Nivel tasi sa'e

Aquifêru intergranulár konsentradu iha liña kosteira Timor-Leste. Prosesu tempu, transporte no depozisaun sedimentu aluviál iha foho lolon sira rezulta ona iha Timor-Leste sai luan hadulas husi aquifêru intergranular ne'ebé suli tama ba tasi. Proximidade no koneksaun aquifêru intergranulár ho tasi, kombina ona ho apoiu topografiku badak, fó tipu aquifêru nia nivel ekspozisaun ás ba nivel tasi sa'e.

Mezmu aquifêru karstiku fizuradu antigu ne'e kompletamente hasai ona husi tasi ibun, aquifêru otas nurak sira barak mak iha liña tasiibun parte leste iha Timor-Leste. Maibé, mudansa ne'e hasa'e porsaun boot husi aquifêru fizuradu nurak sira husi tasi no topografia badak sira deit ho plataforma eskada ne'ebé forte mak iha kontaktu ho tasi. Aquifêru fizuradu ne'ebé relativamente iha porsaun kiik iha kontaktu ho tasi no apoiu husi rai-lolo fó aquifêru fizuradu karstiku sira ekspozisaun kiik liu ba nivel tasi sa'e.

Porsaun boot iha aquifêru fatuk fraturadu lokalizadu iha railaran, iha de'it ligasaun ba tasiibun iha liña marjein norte-leste. Tanba topografia foho lolon, relativamente iha de'it apoiu oitoe ba aquifêru lokalizadu sira iha kontaktu ho tasi no, hanesan ho aquifêru fizuradu, ekspozisaun, komparta ho area aquifêru ne'e relativamente kiik

Tabela 3: Ekspozisaun

Tipu Aquifêru	Ekspozisaun ba mudansa presipitasaun	Ekspozisaun ba Nivel tasi sa'e
Intergranulár (Kaptasaun luan)	Ás	Ás
Intergranulár (Kaptasaun klot)	Ás	Ás
Fizuradu (Topografiku Ás)	Ás	Kiik
Fizuradu (Topografiku badak)	Ás	Kiik
Lokalizadu (Topografiku ás)	Ás	Kiik
Lokalizadu (Topografiku badak)	Ás	Kiik

Klasifikasaun ekspozisaun: Ás; Médiu; no kiik.

Sensitividade

Sensitividade relasiona ba propriedade intrinsiku husi aquifêru ida atu tahan ba efetu husi mudansa klima.

Mudansa klalaok presipitasaun

Sensitividade aquifêru intergranulár ba mudansa udanbeen sei depende ba medida area kaptasaun ne'ebé fô bee ba aquifêru. Aquifêru intergranulár sira sei responde ba udanbeen liu-hosi montante rekarga bee-rai-okos husi mota sira, undanbeen no aquifêru besbesik sira. Tan montante rekarga bee-rai-okos afeta balansu interfasiu tasibeen/beefresku, mudansa iha udanbeen se iha influénsia makaas ba pontensiál ba intruzaun tasibeen (influénsia boot hanesan ba nivel tasi sa'e). Aquifêru intergranulár ho area kaptasaun klot sira ne'ebé mak hatudu atu iha rekarga signifikante tuun liu no bele sensitivu liu, responde lalais ba mudansa iha aquifêru. Ida ne'e indika katak aquifêru intergranulár ho area kaptasaun luan sei sensitivu ba mudansa iha udanbeen no sira ne'ebé ho area kaptasaun klot sei sensitivu liutan.

Mudansa sira iha udanbeen ba aquifêru karstiku fizuradu sei afeta topografiku ás maka'as liu duke topografiku badak sira. Mezmu area aquifêru fizuradu hothotu sei hetan afeta husi mudansa iha udanbeen, topográfia ás hatudu tiha ona hodi responde lalais no bele maran iha estasaun wailoro ida. Topográfia ás sira ne'e sei sensitivu liu ba mudansa iha udanbeen, liuliu iha periodu wailoro naruk sira.

Hanesan aquifêru fizuradu, aquifêru fatuk fráturadu lokalizadu sensitivu liu ba mudansa udanbeen iha topografiku ás tanba armajein bee-rai-okos tuun liu ne'ebé rezulta iha atuaun lalais entre rekarga beematan no too bee maran. Aquifêru fráturadu lokalizadu sei sensitivu ho topografiku ás ne'ebé mak sensitivu oitooan.

Nivel tasi sa'e

Aquifêru intergranulár kosteira sira tuur iha balansu ho interfasiu tasibeen/beefresku ida ne'ebé depende ba nivel tasi. Tasi been sa'e sei tenta atu dudu interfasiu tasibeen mai raimaran. Area sira ho kaptasaun klot mak deskobre ona atu hetan interfasiu tasibeen suli tama barak no sei suscepível ba nivel tasi sa'e. Tan aquifêru intergranulár barak iha Timor-Leste besik iha tasi ibun sei iha sensitividade ba nivel tasi sa'e.

Hanesan aquifêru intergranulár sira, efetu husi aquifêru karstiku fizuradu sei bele depende ba taxa bee-rai-okos suli sai husi area kaptasaun. Perfil rai-lolon no area rai-laran luan husi aquifêru fizuradu bele halo sira ladun sensitivu ba efetu husi nivel tasi sa'e.

Aquifêru fatuk fráturadu lokalizadu iha koneksaun hanesan ho tasi hanesan aquifêru fizuradu sira, ho tulun topografiku ás, maibé potensíalmente iha bee-rai-okos suli sai oitoan no bele iha pontu ruma sensitivu ba nivel tasi sa'e.

Tabela 4: Sensitividade

Tipu Aquifêru	Sensitividade ba Mudansa Presipitasaun	Sensitividade ba Nivel tasi sa'e
Intergranulár (Kaptasaun luan) Intergranulár (Kaptasaun klot)	Médu Ás	Ás Ás
Fizuradu (Topográfia Ás) Fizuradu (Topográfia Kiik)	Ás Médu	Kiik Médu
Lokalizadu (Topográfia Ás) Lokalizadu (Topográfia Kiik)	Ás Médu	Kiik Médu

Klasifikasaun sensitividade: Ás; Médu; no kiik.

Impaktu Potensiál

Impaktu potensíal husi amesa ida ba aquifêru ida mak kombinasan husi ekspozisaun aquifêru ida ba amesa no sensitividade husi aquifêru ba amesa refere.

Mudansa iha klalaok presipitasaun

Aquifêru intergranulár sira simu rekarga direktamente nomós husi mota kiik sira no aquifêru sira seluk. Periodu wailoro naruk sei hanaruk periodu sira ne'e sein bee suli tama ba bee-rai-okos no impaktu aquifêru husi prodúz nivel bee-rai-okos tuun liu. Ida ne'e sei afeta armajein bee-rai-okos, supa sai bee-rai-okos, produsaun sustentável, no interfasiu tasibeen/beefresku. Impaktu boot sei akontese ba aquifêru ho kaptasaun klot, ho potensia rekarga tuun, no efetu sira ne'e bele akontese lalais liu. Maibé, aquifêru intergranulár sira sei hetan impaktu husi mudansa iha udanbeen.

Estasaun wailoro naruk bele kauza ba redúz bee suli husi beematan aquifêru fizuradu karstiku sira. Impaktu potensíal sei lalais no boot liu iha topografiku ás sira ne'ebé mak beematan sira matan, periodu tensaun bee maka'as no naruk liu tan.

Aquifêru fatuk fráturadu lokalizadu bele hetan esperiênsia impaktu potensíal hanesan ba aquifêru fizuradu ho impaktu boot liu ba beematan sira iha topografiku ás sira. Adisionalmente, mota sira ne'ebé hetan bee husi bee-rai-okos iha topografiku badak sira husi aquifêru lokalizadu sei semu bee-rai-okos suli sai oitoan liu, hamenus korente bee suli.

Nivel tasi sa'e

Aquifêru intergranulár sira iha ekspozisaun ás ba nivel tasi sa'e no sensitivu ba intruzaun tasibeen. Aquifêru sira ho area kaptasaun hanesan iha sensitividade boot liu no sei iha impaktu potensíal ás. Maibé, aquifêru sira ho area kaptasaun luan ne'ebé mak asosiadu ho aquifêru sira ne'ebé mak utiliza maka'as no impaktu potensíal sei iha konsekuênsia boot liu ba populasaun halo impaktu potensíal sai ás liu tan.

Ho ekspozisaun kiik liu ba tasi no supa sai bee-rai-okos oitoan de'it iha nivel tasi, impaktu potensíal sira husi nivel tasi sa'e ne'e kiik ba aquifêru fizuradu karstiku aparte husi direta iha tasi ibun. Aquifêru fatuk fráturadu lokalizadu sira hahein ona atu iha atuasaun hanesan ida ba aquifêru fizuradu sira ho impaktu relativamente kiik husi nivel tasi sa'e.

Tabela 5: Impaktu Potensiál

Tipu Aquifêru	Impaktu potensiál ba mudansa iha presipitasaun	Impaktu Potensiál ba Nivel tasi sa'e
Intergranulár (Kaptasaun luan) Intergranulár (Kaptasaun klot)	Ás (E = H, S = M) Ás (E = H, S = H)	Ás (E = H, S = H) Ás (E = H, S = H)
Fizuradu (Topográfia Ás) Fizuradu (Topográfia Badak)	Ás (E = H, S = H) Médiu (E = H, S = M)	Kiik (E = L, S = L) Kiik (E = L, S = M)
Lokalizadu (Topografiku Ás) Lokalizadu (Topografiku Badak)	Ás (E = H, S = H) Médiu (E = H, S = M)	Kiik (E = L, S = L) Kiik (E = L, S = M)

Klase Impaktu Potensiál: Ás = Ekspozisaun ás + sensitividade; Médiu = tuun iha iventu sensitividade wainhira ekspozisaun balun apresenta; no Kiik = Ekspozisaun tuun liu + sensitividade. E – Ekspozisaun; S – Sensitividade.

Kapasidade Adaptativa

Kapasidade Adaptativa refere ba halo jestaun ba amesa no oinusa amesa sira ne'e bele minímiza. Opsaun jestaun oioin ba bee-rai-okos ne'e di'ak tebes ba amesa no tipu aquifêru diferente sira. Opsaun jestaun sira haklaken iha detaillu hafoin análise vulnerabilidade sira.

Mudansa klalaok presipitasaun

Aquifêru intergranulár sira iha opsaun jestaun númeru sira balun tanba iha infraestrutura boboot sira barak mak iha area tasi ibun no asesu ba kadalak mota sulin durante estasaun udan tinan. Iha area sira ne'ebé bee-rai-okos supa sai oras ne'e, jestaun ba taxa ekstrasaun bele instigadu. Adisionalmente, rekarga bele haforsa liu hosi halo jestaun ba rekarga aquifêru iha estasaun udan tinan liu-hosi halibur hotu udanbeen no bee husi kadalak sira. Jera rekarga sei tulun iha area sira ne'ebé iha kaptasaun luan no bele utiliza bee surfasiu sira barak.

Beematan sira suli husi aquifêru fizuradu karstiku sira, liu-liu iha topografiku ás sira ne'ebé beematan sira tintinan maran, sei depende maka'as udanbeen, halo jestaun opsaun limitadu. Kapasidade ba jere rekarga bee-rai-okos iha topográfia ás sira durante estasaun udan tinan ne'ebé limitadu tanba kapasidade atu halibur bee kiik liu iha area sira refere. Abastesimentu bee iha topografiku ás sira sei hasa'e dependensia ba rekursu alternativu bee sira hanesan bee torneira ba populasau lokal.

Aquifêru fatuk fráturadu lokalizadu sira sei iha opsaun jestaun limitadu hanesan aquifêru fizuradu sira. Tan bee-rai-okos naturalmente ekstrudu husi fatuk, redúz rekarga bele lori ba estasionalmente beematan sulin no abastesimentu bee iha topografikamente ás bele depende ba bee torneira ka redistribuisaun ema.

Nivel tasi sa'e

Intruzasaun tasibeen bele ativamente jere iha aquifêru intergranulár sira liu-hosi redúz ekstraksaun bee-rai-okos ka artifisiálmente bomba rekarga bee fresku ba iha aquifêru. Jestaun pasiva bele inlui hasa'e surfasiu rekarga bee liu-hosi infiltrasaun. Adaptsaun ida ne'e sei bele halo wainhira bee fresku disponivel ba objetivu ne'e. Redúz iha udanbeen sei haka'as tan potensiál intruzaun tasibeen husi nivel tasi sa'e. Adisionalmente, surfasiu inundasaun (liu-hosi hasa'e no hanaruk frekuénsia tepenstade) no subsekuente bee suli tuun ba okos tasibeen bele potensiálmente jere liu-hosi konserva aiparapa sira ka liu-hosi instalasaun laloran tasi.

Opsaun jestaun ne'ebé redúz ba aquifêru fizuradu karstiku sira no aquifêru fatuk fráturadu lokalizadu sira tanba absensia husi infraestrutura bee posu. Iha ne'ebá iha kapasidade adaptativa

oitoan ba aquíferu sira ne'e ba nivel tasi sa'e no intruzaun tasibeen (maske, hanesan kolia ona iha leten, area afetadu iha aquíferu sira ne'e bele sai kiik).

Tabela 6: Kapasidade Adaptativa

Tipu Aquíferu	Kapasidade Adaptativa ba mudansa presipitasaun	Kapasidade Adaptativa ba Nivel tasi sa'e
Intergranulár (Kaptasaun luan) Intergranulár (Kaptasaun klot)	Ás Kiik	Ás Kiik
Fizuradu (Topográfia ás) Fizuradu (Topográfia badak)	Kiik Médu	Médu Kiik
Lokalizadu (Topográfia Ás) Lokalizadu (Topográfia badak)	Kiik Médu	Médu Kiik

Klase Kapasidade Adaptativa: Ás; Médu; no Kiik.

Vulnerabilidade

Vulnerabilidade mak kombinasan husi impaktu potensial mudansa klima sira ho kapasidade adaptativa hodi halo balansu ba efetu sira bazeia ba enkuadramentu vulnerabilidade ne'ebé mak deskreve ona iha leten. Vulnerabilidade sira ba kada ambiente aquíferu iha atuasaun ba mudansa iha udanbeen no nivel tasi sa'e ne'ebé tabuladu ona iha okos.

Mudansa klalaok presipitasaun

Vulnerabilidade husi aquíferu intergranulár sira ba mudansa udanbeen depende ba area kaptasaun. Vulnerabilidade médu designa ona ba aquíferu intergranulár sira ho kaptasaun luan tanba impaktu potensial husi redúz rekarga durante periodu wailoro naruk sira kombina ho potensia atu jere efetu sira. Vulnerabilidade ás ne'ebé designa ona ba aquíferu intergranulár sira ho area kaptasaun sira kiik tanba potensia boot noinisia lalais husi impaktu potensial sira.

Vulnerabilidade aquíferu fizuradu no lokalizadu sira depende ba topográfia. Topografiku ás sira iha tipu aquíferu sira ne'ebé mak designa ona iha vulnerabilidade ás tanba beematan sira maran lalais nogravidade ás-motoriza husi korente bee durante periodu wailoro nomós limita opsaun adaptasaun sira.

Nivel tasi sa'e

Hanesan ho mudansa sira iha udanbeen, vulnerabilidade aquíferu intergranulár sira ba nivel tasi sa'e depende ba medida kaptasaun. Aquíferu sira ho kaptasaun klot sira ne'ebé mak designa ona iha vulnerabilidade ás ida tanba impaktu potensial sira no sensitividade ás husi aquíferu sira no kapasidade kiik atu adapta. Aquíferu sira ho kaptasaun luan iha sensitividade menus no kapasidade adaptativa boot no designadu vulnerabilidade médu ida.

Wainhira aquíferu fizuradu no lokalizadu iha opsaun adaptasaun limitadu sira mós iha kontaktu limitadu ho tasi no tulun topografiku ás ne'ebé redúz impaktu potensial husi nivel tasi sa'e no designadu vulnerabilidade kiik sira.

Tabela 7: Vulnerabilidade Aquiféru ein Jerál

Tipu Aquiféru	Vulnerabilidade ba mudansa presipitasaun	Vulnerabilidade ba Nivel tasi sa'e
Intergranulár (Kaptasaun luan) Intergranulár (Kaptasaun klot)	Médiu (PI = H, AC = H) Ás (PI = H, AC = L)	Médiu (PI = H, AC = H) Ás (PI = H, AC = L)
Fizuradu (Topográfia Ás) Fizuradu (Topográfia Badak)	Ás (PI = H, AC = L) Médiu (PI = M, AC = M)	Kiik (PI = L, AC = M) Médiu (PI = L, AC = L)
Lokalizadu (Topográfia Ás) Lokalizadu (Topografiku Badak)	Ás (PI = H, AC = L) Médiu (PI = M, AC = M)	Kiik (PI = L, AC = M) Médiu (PI = L, AC = L)

Klase Vulnerabilidade: Ás = impaktu poténsiál ás + kapasidade adaptativa kiik; Médiu = impaktu poténsiál hanesan ho kapasidade adaptativa; no Kiik = impaktu poténsiál kiik + kapasidade adaptativa ás. PI – Impaktu poténsiál; AC – Kapasidade Adaptativa .

OPSAUN ADAPTASAUN POTÉNSIÁL BA IMPAKTU MUDANSA KLIMA BA BEE-RAI-OKOS IHA TIMOR-LESTE

Eskarsidade bee kontinua no mudansa klima tau presaun ba reserva bee-rai-okos no seguransa abastesimentu iha Timor-Leste. Objetivu hothotu hodi dezenvolve opsaun adaptasaun sira ne'ebé atu halo timor-oan sira reziliente liu tan ba mudansa klima, rekoñese sira-nia dependensia maka'as ba rekursu bee-rai-okos. Sasukat adaptasaun sei foka ba redúz vulnerabilidade sistema bee-rai-okos ba mudansa klima no promove sustentabilidade jestaun rekursu bee. Sasukat sira ne'e sei hari bazeia ba estratejia no planu sira ne'ebé mak iha jestaun ba rekursu bee iha Timor-Leste inklui prosesu Prioridade Nasionál. Sasukat adaptasaun prioridade poténsiál tuir mai ne'ebé proposta ona ba Timor-Leste atu redúz vulnerabilidade bee-rai-okos:

Jestaun integradu ba bee-rai-okos no rai-leten uza aprosimasaun jestaun adaptativa ida –

Rekoñese katak bee surfasiu no rekursu bee-rai-okos ne'ebé mak fundamentalmente konektadu ba jestaun ba nesesidade rekursu sira ne'e prezisa atu koordena. Ida ne'e rekomenda ona atu dezenvolve aprosimasaun jestaun rekursu bee integradu ida duke aprosimasaun setorál ida. Jestaun integradu iha objetivu atu asegura katak utilizasaun rekursu bee ida la negativamente fô impaktu ba seluk. Ida ne'e involve halo desizaun bazeia ba impaktu husi siklu hidrilójiku hothotu. Pur ezemplu bee bele halibur iha aquiféru ida ba uza durante tempu wailoro husi aumenta rekarga durante iha tempu bee disponível. Hanesan, aquiféru ida bele sai rekursu bee durante periodu wailoro, no reserva armajein durante tempu udan tinan.

Programa monitoriamentu tarjetu ba bee-rai-okos – Programa monitoriamentu tarjetadu ida ne'ebé mak esensiál ba jere sistema bee-rai-okos ida. Monitoriamentu ba bee-rai-okos fô informasaun kona-bá disponibilidade no kualidade bee-rai-okos no ida ne'e parte integral ida husi jestaun bee. Idealmente, monitoriamentu ba nivel no kualidade bee-rai-okos tenke hala'o beibeik iha area hothotu ne'ebé rekursu bee-rai-okos hasai ona ba uza.

Mudansa iha uzu rai –mudansa iha uzu rai no pratika jestaun ba rai bele fô oportunidade ba haforsa rekarga, hodi proteje kualidade bee-rai-okos no redúz bee-rai-okos estraga husi evapotranspirasaun. Mudansa iha tipu koileta no hadi'ak efisiénsia uzu bee fô opsaun adaptasaun ida ba halo mitigasaun ba impaktu mudansa klima sira. Mudansa iha uzu rai la bele rezulta iha impaktu negativu ba parte meu-ambiente sira seluk.

Hari infraestrutura ne'ebé amigavél ba meu-ambiente- atu proteje rekursu bee sira (beematan, bee kadalak, bee posu, sst) no fô abastesimentu bee moos durante iha periodu iventu mudansa klima ekstrimu.

Hadi'ak kapasidade, edukasaun no treinamentu – Au hadi'ak kompriendesaun komunidade no parte interesadu sira kona-bá risku klima no sira-nia kapasidade atu partisipa iha jestaun atuasaun no/ka jenera, modifika no aplika adaptaasaun sira. Hadi'ak koleksaun dadus rekursu bee no monitoriamentu inklui dadus meteorolojikal, kualidade bee, deplesaun rekursu bee no disponibilidade rekursu bee ba tempu naruk iha kontekstu mudansa klima ida.

Dezenvolve política no lejislasaun – Atu proteje rekursu surfasiu no rekursu bee-rai-okos iha maneira integradu ida lori ba resiliensia ba mudansa klima.

Dezenvolve instituisaun no kapasidade húmanu – atu adapta ba impaktu sira husi mudansa klima ba rekursu bee sira.

Jere rekarga aquíféru (MAR) – Jera rekarga aquíféru mak métodu ida husi aumenta rekursu bee, hanesan resiklu bee ba aquíféru ida iha kondisaun kontrolu ida. Meta prinsipál husi rekarga aquíféru mak atu halibur hamutuk bee resin sira ba uzu iha loron ikus mai, wainhira hadi'ak kualidade bee liu-hosi rekarega aquíféru ho kualidade bee ne'ebé ás. MAR konsidera beibeik ona hanesan opsaun ida ba hadi'ak seguransa no kualidade abastersimentu bee iha area sira ne'ebé sira insuficiente tanba mudansa klima. Ida ne'e oferece benefisiu potensial sira balun, inklui halibur bee iha rai okos ba uza iha futuro, asegura no haforsa abastesimentu bee sira, hadi'ak kualidade bee-rai-okos, prevene bee masin husi suli tama ba bee fresku aquíféru besik tasi ibun, establizamentu ka rekopera nivel bee-rai-okos sira iha aquíféru ne'ebé mak eksploita liu ona, redúz evaporasaun, no habiban re-utiliza estragu ka bee tempestade sira. Aproximasaun oioin ba MAR ne'ebé apresenta ona iha ne'e.

DEZAFÍU NO LIMITASAUN KONA-BÁ JESTAUN ADAPTASAUN BEE-RAI-OKOS

Disponibilidade bee-rai-okos influénsia maka'as no limita husi jeografikal lokal no ambiente klima. Jestaun husi Timor-Leste nia rekursu bee-rai-okos sei presiza atu konsidera rekarega iventu monsaun sira nomós aquíféru sira ne'ebé mak relativamente iha medida kiik. Variasaun estasionalmente boot iha nivel bee-rai-okos sira tanba variasaun iha udanbeen sei presiza atu inkorpora ba iha planu jestaun hanesan tensaun ne'ebé kontínuadu. Variasaun estasional sira ne'e mós fokaliza ona ne'ebé aquíféru eskala kiik sira iha Timor-Leste bele monu lalais ba impaktu mudansa klima sira ba bee-rai-okos.

Jestaun ba bee-rai-okos hanesan komponente importante ida husi jestaun bee hothotu iha Timor-Leste. Jestaun rekursu bee-rai-okos rekere koiñesimentu kona-bá ameasa potensial sira no prosesu ne'ebé mak lori sira, inklui mudansa klima. Efikasía jestaun bee-rai-okos sei presiza guia jestaun sira ne'ebé ka'er no komunika koiñesimentu husi komunidade sira, NGO, planeador sira, ema sira ne'ebé halo desizaun no projetu bee-rai-okos sira presiza duni. Ho fô koiñesimentu limita kona-bá bee-rai-okos, nomós impaktu iminente mudansa klima, guia sira ne'e sei presiza atu atualiza beibeik, ho informasaun foun sira ne'ebé mak hetan ona. Dezafiu sira mak atu hadi'ak kapasidade no rekursu sira ba jestaun bee-rai-okos ne'ebé efikaz iha kondisaun mudansa klima.

Monitoriamentu beibeik ba bee-rai-okos importante tebtebes ba jestaun bee-rai-okos: Kompriênde sistema bee-rai-okos no prevene ameasa potensial sira ba bee-rai-okos depende ba dadus monitoriamentu ne'ebé kompletu. Atu identifika efetu mudansa klima, dadus monitoriamentu mensal presiza duni ba tintinan too dekada balun. Iha potensial forte ba hadi'ak liutan kapasidade monitoriamentu bee-rai-okos iha Timor-Leste hanesan daduskoletanea ida ne'ebé mak oras ne'e la kompletu. Adisionálmente, monitoriamentu ne'ebé mak oras ne'e halo iha fatin ekstraksaun bee-rai-okos, la fô avizu ameasa potensial too efetu impaktu ba rede abastesimentu. Monitoriamentu ba bee-

rai-okos presiza atu halao ho observasaun dedikadu ba bee posu sira hodi fô avizu amesa poténsiál molok impaktu ida mai too posu bee hemu.

Dezafiu prisipal sira mak atu:

- Dezenvolve rede monitoriamentu bee-rai-okos ne'ebé tarjetu ba amesa poténsiál sira;
- Halo ho kapasidade tékniku ne'ebé país-iha no rekursu sira atu halo servisu;
- Dezenvolve guia sira ne'ebé bele apoiu informa monitoriamentu ba bee-rai-okos; no
- Dezenvolve polítika nasional no programa hodi priénse *gap* koiñesimentu no haforsa jestaun pratika di'ak.

Gap iha Koiñesimentu no Rekomendasaun

KESTAUN FUNDAMENTU KONA-BÁ JESTAUN BEE IHA TIMOR-LESTE

Timor-Leste nia ekonomia no meu subsistensia nia comunidade sira depende maka'as ba rekursu bee-rai-okos. Eskarsidade bee kontinua no mudansa klima ne'ebé fó presaun ba reserva no seguransa abastesimentu bee-rai-okos iha Timor-Leste. Foin lalais, Programa Asaun Adaptasaun Nasionál (NAPA) Timor-Leste ne'ebé identifika ona seguransa ai-han no bee hanesan prioridade ás-liu ba país ne'e. Ein adisionál, Revista Progresiu Independente ida husi Timor-Leste RWSSP halo ona iha fulan Abril 2010 hatudu katak "konuadu servisu husi RWSSP no DNSAS ba asuntu jestaun rekursu bee no rekursu ne'e importante tebes atu aseguara hodi sustenta abastesimentu bee ba comunidade sira".

Rekursu bee-rai-okos signifkantemente apresenta iha parte balun husi nasaun ne'e, balun ne'ebé eksploita ona iha maneira ne'ebé la iha koordinasaun. Komunitade infrenta diminuisaun ba asesu ba bee durante estasaun wailoro, wainhira surfasiu bee sira sai maran, dala barak depende de'it ona ba bee-rai-okos. Beematan husi bee-rai-okos ne'ebé comunidade sira barak depende ba mós hetan influénsia husi estasaun wailoro no bele redúz iha korente bee suli ka interrompe sira hotu.

Infelizmente, iha ne'ebá iha peritu limitadu kona-bá bee-rai-okos iha DNGRA ka governu Timor-Leste. Falta iha kapasidade ne'e hanesan limitasaun seriu ida ba permite permite absorbasaun benefisiu husi projetu GA-CDU, ne'ebé fó impaktu sira ba jestaun, dezvoltamentu política no planeamentu iha futuru. Iha ne'ebé iha nesesidade lorloron no urjente atu dezvoltolve koiñesimentu tékniku, kapasidade tékniku no koiñesimentu ne'ebé iha ona kona-bá bee-rai-okos ba DNGRA no Governu Timor-Leste hodi aseguara sustentabilidade rekursu bee-rai-okos iha Timor-Leste liu-hosi avaliasaun, monitoriamentu, jestaun, regulamentu, no halo desizaun sira ne'ebé efektivu ne'ebé bazeia ba evidensia ne'ebé mak iha ona.

GAP IHA KOIÑESIMENTU

Iha ne'ebá iha *gap* prinsipál sira balun ne'ebé mak hela nafatin iha ita-nia koiñesimentu 1) Timor-Leste nia karateristiku rekursu bee-rai-okos sira (hanesan medida, lokalizasaun, dinámiku sira no sustentabilidade husi ekstraksaun) hetan monitoriamentu no jere ho aquíféru sira); 2) interaksaun no konetividade entre bee-rai-okos no bee-rai-leten (inklui mota, lagua no beematan sira); no 3) amesa potensial ba rekursu bee-rai-okos (e.g. intruzaun bee masin no kontaminante sira seluk). Espesifikamente *gap* koiñesimentu iha kompriendesaun kona-bá sistema bee-rai-okos iha Timor-Leste inklui:

- Menus dados nasional ba lokalizasaun, disponibilidade no kualidade bee-rai-okos;
- Falta kompriendesaun kona-bá sistema bee-rai-okos, konektividade beematan sira no surfasiu;
- Falta kompriendesaun kona-bá rekarga no kualidade bee-rai-okos iha klima oras ne'e no efetu mudansa klima sira;
- Kompriendesaun limitadu kona-bá variasaun estasionál klima no opsaun armajein bee sira;
- Kompriendesaun limitadu kona-bá rekursu bee-rai-okos tasi ibun iha area tetuk sira no amesa potensial ba rekursu, liu-liu intruzaun bee masin ba rezerva bee-rai-okos fresku no amesa potensial ba rekursu, tanba uza aksesiva ka tanba mudansa klima; no
- Falta padraun aprosimasaun ba utilizasaun, avaliasaun no jestaun ba bee-rai-okos

Gap koiñesimentu sira ne'e haklot dezvoltamentu política, planeamentu bee no jestaun ba bee-rai-okos no sai piorliu tan husi limitasaun kapasidade téknikal.

REKOMENDASAUN

Númeru atividade peskiza, dezenvolve kapasidade no komunikasaun ne'ebé aplikavél proposta ona hodi asegura jestaun efetivu ba rekursu bee-rai-okos sira no protesaun ba rekusu iha Timor-Leste. Benefisiu sira balun ba comunidade Timor-Leste mak antisipa ona husi proposta atividade sira. Atividade sira ne'e sei ikus mai tulun dezenvolve política jestaun no governasaun bee nasional ida iha Timor-Leste.

Proposta atividade peskiza fundamentu ne'ebé aplika ona:

- Estratejia monitoriamentu no deenvolvimentu husi monitoriamentu ba bee posu sira;
- Hala'o avaliasaun ba rekursu bee-rai-okos iha area prioridade sira hodi hadi'ak kompriendesau konba sistema bee-rai-okos sira, inklui sira-nia relasaun ba beematan no konektividade bee surfasiu tui kondisaun klima oras ne'e;
- Investiga impaktu estasionál sira no dékadal variabilidade klima ba rekarga bee-rai-okos, disponibilidade bee-rai-okos no qualidade bee-rai-okos inklui beematan sira;
- Inisia no estabelese koleksaun dados no sistema armajén informasaun ba rekursu bee ne'ebé tarjetu ba onjetivu jestaun fundamentu sira ba rekursu bee;
- Avalia vulnerabilidade rekursu bee-rai-okos iha kosteira ne'ebé mak atuálmente afeta husi intruzaun no pontensia iha risku iha futuru hanesan konsekuénsia husi uza maka'as liu ka nivel tasi sa'e tanba mudansa klima;
- Avalia oportunidade sira ba halo jestaun apropriadu ba Aquíferu (MAR), hanesan armajén no reutiliza bee restu sira hanesan opsaun abastesimentu bee alternativa.
- Priénse *gap* rekursu koiñesimentu konba bee-rai-okos liu hosi mapiamentu no sukat hidrojeolojikal Timor-Leste;
- Avalia utilizaun feramentu avaliasaun ba bee-rai-okos hanesan *remote sensing*, jeofizika sira no hidrokimika ba avaliasaun no jestaun rekursu bee-rai-okos sira;
- Haréhikas prátika jestaun, política no abastesimentu bee rai okos oras ne'e ba Timor-Leste, no avaliasaun ida ba aprosimasaun Jestaun Rekursu Bee Integradu ida duke aprosimasaun setoral;
- Haréhikas atividade NGO no duador sira oras ne'e no sira nia aliñasaun ho aprosimasaun setoral hodi fó apoiu fundu ba halo jestaun rekursu bee – oras ne'e *ad hoc* no la presiza atu aliña ho prioridade governu no kumunidade sira; no
- Kontinua halo avaliasaun ba vulnerabilidade seguransa bee iha comunidade lokal sira, liu-liu sira ne'ebé identifkadu liu husi projetu ida ne'e, ne'ebé mak heten produzaun aquíferu menus no inseguransa bee.

Proposta atividade fundamentu ba hadi'ak kapasidade no haforsa instituisaun: *Nesesidade imediatu ba tempu badak:*

- Treinamentu iha koleksaun no halo monitoriamentu ba dados rekursu bee inklui dados meteorolojikal, nivel no qualidade bee, deenvolve bazedados bee-rai-okos no mapiamentu GIS;
- Treinamentu teknikál ba avaliasaun monitoriamentu, jestaun no *skill* selseluk konba bee-rai-okos hodi staf Governu Timor-Leste ne'ebé mak identifika ona;
- Previzaun assistensia, mentória no treinamentu iha política no governasaun ba staf DNGRA no Governu Timor-Leste;
- Deenvolve kapasidade institusionál no húmanu hodi adapta ba impaktu negativu husi mudansa klima ba rekursu bee sira;
- Atuasaun vulneravél ema nia direitu inklui fetu iha lejislasaun relasiona ba bee inklui integra grupu sira ne'e iha halo desizaun konba lejislasaun bee no jestaun rekursu bee; no
- Hasa'e konsensializasaun públiku konba rekursu bee-rai-okos no nia uzu hanesa abastersimentu bee.

Hadi'ak kapasidade ba tempu naruk iha jestaun bee-rai-okos liu-hosi: (tinan 5 ka liu)

- Dezenvelope kurikulu relevante ba inklusaun iha Fakultade Injineiru Agrikultura iha Universidade Nasionál Timor Loro Sa'e no Institutu Teknolojia Dili.
- Dezenvelope kapasidade staf hanorin sira nia iha instituisaun sira ne'e kona-bá koiñesimentu no *skill* tékniku iha bee-rai-okos
- Previzaun bolsu estudu ba edukasaun terciária no tékniku hodi hasa'e abze rekursu umanu ba tempu naruk.

Proposta atividade komunikaun fundamentu:

- Ativida hasa'e konsensializasaun ho objetivu atu aumenta foti produsaun bee iha comunidade rurál no urbanu hodi hamenus deplesaun rekursu bee sira (bee iha rai okos, bee iha rai leten inklui bee matan sira);
- *National Water Summit* – hanesan pontu fokál ba halibur ajénsia Governu Timor-Leste sira, NGO, duador sira, instituisaun edukasionál, representativa comunidade sira, no parte interesadu sira seluk ho interesse iha rekursu bee hodi divulga rezultadu sira husi projetu ne'e, hasa'e perfil no estatutu DNGRA, no fokaliza ba importansia husi sustentabilidade jestaun ba rekursu bee sira iha Timor-Leste; no
- Identifikasaun no dezentvolvimentu efetivu entre direksaun prinsipál sira ho matenek sira ne'ebé relevante ba jestaun bee inklui: GIS, analiza bee no analiza ambiéntal.

Referénsia

- Abbs, D., 2010. The impact of climate change on the climatology of tropical cyclone in the Australian region. CSIRO Marine and Atmospheric Research Report, *Australian Journal of Soil Resources*.
- ARPAPET, 1996. Agroclimatic Zones of East Timor, Indonesia-Australia Development Cooperation Agricultural and Regional Planning Assistance Program East Timor, Dili, Timor.
- Asian Development Bank, 2004. Integrated Water Resource Management "Water for All - Water for Growth", Asian Development Bank TA:TIM 3986 Timor-Leste Integrated Water Resources Management Technical Assistance. Asian Development Bank, Dili, Timor-Leste.
- Audley-Charles, M., 1965. The Geology of Portuguese Timor. *Memoirs of the Geological Society of London*, **4**, 4-84.
- Australian Bureau of Meteorology and CSIRO, 2011. Climate Change in the Pacific: Scientific Assessment and New Research. Volume 1: Regional Overview. Volume 2: Country Reports.
- Barnett, J., Dessai, S. and Jones, R., 2007. Vulnerability to Climate Variability and change in East Timor. *Ambio*, **36**(5), 372-379.
- Costin, G. and Powell, B., 2006. Situation Analysis Report: Timor-Leste. In: Australian Water Research Facility; Brisbane (Editor). International Water Centre,, pp. 87.
- Dolcemascolo, G., 2003. Climate Risk and Agriculture in Timor Loro'Sae. In: *Report of a Seminar Barbados, July 24 – 25, Adaptation to Climate Change and Managing Disaster Risk in the Caribbean and South-East Asia. 2003. Asian Disaster Preparedness Center (ADPC)/Inter-American Development Bank/CDERA*.
- Durand, F., 2006. East Timor, a country at the crossroads of Asia and the Pacific: A geo-historical atlas. IRASEC (Research Institute on Contemporary Southeast Asia), Bangkok, 198 pp.
- Fenco Consultants, 1981. Sumbawa Water Resources Development Planning Study. Hydrology Report, Technical Report No. 2. Directorate General of Water Resources Development, Ministry of Public Works, Jakarta.
- Fetter, C.W., 2001. Applied Hydrogeology. Pearson Education International, New Jersey.
- Fox, J.J., 2003. Drawing from the past to prepare for the future: responding to the challenges of food security in Timor-Leste. In: Helder da Costa, Colin Pigginn, Cesar J da Cruz and J.J. Fox (Editors), *Agriculture: New Directions for a New Nation - Timor-Leste*. ACIAR Proceedings No. 113.
- Grady, R.F.B.A.E., 1981. Deformation and metamorphism of the Aileu Formation, north coast, East Timor and its tectonic significance. *Journal of Structural Geology*, **3**(2), 25.
- Hinkel, J. and Klein, R.J.T., 2006. Integrating knowledge for assessing coastal vulnerability to climate change. In: L. McFadden, R.J. Nicholls and E.C. Penning-Rowsell (Editors), *Managing coastal vulnerability: An integrated approach (draft chapter forthcoming)*, Elsevier Science, pp.
- IPCC, 2007. Summary for Policymakers. In: M.L. Parry, O. F. Caniani, J.P. Palutikof, P.J.v.d. Linden and C.E. Hanson (Editors), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, pp. 7-22.
- JICA, 2001. Japan International Cooperation Agency: The study on urgent improvement project for water supply system in East Timor.
- Katzfey, J., McGregor, J., Nguyen, K. and Thatcher, M., 2010. Regional Climate Change Projection Development and Interpretation for Indonesia, The Centre for Australian Weather and Climate Research; A partnership between CSIRO and the Bureau of Meteorology, Canberra.
- Keefer, G., 2000. Report on the Restoration of Meteorological Network - Timor Loro'Sae, United Nations Transitional Administration in Timor-Leste, Dili.
- Kirono, D., 2010. Climate change in Timor-Leste - a brief overview on future climate projections, CSIRO, Canberra.
- Klein, R.J.T. and Nicholls, R.J., 1999. Assessment of coastal vulnerability to climate change. *Ambio*, **28**(2), 182-187.
- Kuleshov, Y., Min, F.C., Qi, L., Chouaibou, I., Hoareau, C. and Roux, F., 2009. Tropical cyclone genesis in the Southern Hemisphere and its relationship with ENSO. *Ann. Geophys.*, **27**, 2523-2538.

- Lapidus, D.F., Winstanley, I., MacDonald, J. and Burton, C., 1987. Collins internet-linked dictionary of geology. HarperCollins London, 480 pp.
- Monk, K., de Fretes, Y. and Lilley, G., 1997. The ecology of Nusa Tenggara and Maluku. The ecology of Indonesia series, V. Periplus Editions, Singapore, 965 pp.
- Myers, B., Fisher, R., Paul, T., Wurm, P. and Campbell, A., 2012. The Vulnerability of Groundwater Resources to Climate Change in Timor-Lest. *Prepared by Research Institute for the Environment and Livelihoods, Charles Darwin University for the Australian Government, Department of Climate Change and Energy Efficiency, Canberra.*
- Sandlund, O.T., Bryceson, I., Carvalho, D.d., Rio, N., Silva, J.d. and Silva, M.A., 2001. Assessing Environmental Needs and Priorities in Timor-Leste: Issues and Priorities, United Nations Development Programme (UNDP), New York: UNDP.
- Schröter, D., Metzger, M.J., Cramer, W. and Leemans, R., 2004. Vulnerability assessment - analysing the human-environment system in the face of global environmental change, Kalmar University, Sweden.
- Schwab, D.R.P.F., 1996. Sedimentary Geology. W. H. Freeman and Company, New York, 575 pp.
- Schwartz, P.A.D.F.W., 1990. Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley and Sons, Inc., Canada, 824 pp.
- Seeds of Life, 2004. Current Conditions and predicted changes to rainfall and temperature in Timor-Leste due to climate change, Seeds of Life,, Dili.
- Sherif, M.M. and Singh, V.P., 1999. Effect of climate change on sea water intrusion in coastal aquifers. *Hydrological Processes*, 13, 1277-1287.
- Sjapawi, T.A.R.M.E.M.d.S.B.H.H.A., 1996. Structural and Depositional History of East Timor. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association*, 25th Silver Anniversary Convention, 295 - 311.
- SNC-Lavalin International, 2001. Feasibility and Engineering Study in Respect of Rehabilitation of Identified Irrigation Schemes in East Timor. In: Agricultural Affairs Department (Editor). United Nations Transitional Administration in East Timor (UNTAET).
- Sousa, E., 1972. Escobo duma Caracterizacao Agroclimatic da Provincia de Timor. In: M.d.E.A.d. Ultramar (Editor). Comunicacoes - Missao de Estudos Agronomicos do Ultramar, Dili.
- Survey, C.G., Groundwater Atlas of Colorado.
- Tanaka, M., 1994. The onset and retreat dates of the Austral summer monsoon over Indonesia, Australia and New Guinea. *J. Met. Soc. Japan*(72), 255-267.
- UNESCO, 1983. International legend for hydrogeological maps - revised edition. In: UNESCO Technical Document (Editor). UNESCO Technical Document. UNESCO, pp. 51.
- United Nations, 2003. Geology and Mineral Resources of Timor-Leste, *Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region*, United Nations, pp.
- Voice, M., Harvey, N. and Walsh, K., 2006. Vulnerability to Climate Change of Australia's Coastal Zone: Analysis of gaps in methods, data and system thresholds., Report to the Australian Greenhouse Office, Canberra, Australia.
- Vong, A., Lopes, S., Silva, M.d. and Neupert, R., 2006. Population Projections 2004-2050: Analysis of Census Results. In: National Statistics Directorate (Editor). National Statistics Directorate; Timor-Leste,, pp. 80.
- Wallace, L., Sundaram, B., Brodie, R.S., Dawson, S. and Furness, L., 2012. Hydrogeology of Timor Leste, Geoscience Australia.
- Wallace, L., Sundaram, B. and Dawson, S., 2010. Hydrogeology of Timor Leste. In: G. Australia (Editor). Geoscience Australia.
- Yance, S., 2004. Assessment of water availability and water demand in Timor-Leste at river basin level, Asian Development Bank, Dili.

Apéndice 1: Analiza Preliminária Resultadu Adisionál Relevante kona-bá Impaktu husi Mudansa Klima ba Bee-rai-okos

Ne'e mak analiza preliminaría produtu adisional husi mapa rekarga bee-rai-okos nasional ida. Proposta sira ne'e hetan ona konkordansia husi parte interesadu no orgaun apoiadu sira. Produtu final sei apresenta iha mapa hidrojeolójia nasional ba Timor Leste ne'ebé sei prodúz iha fulan Outubru 2012.

MAPA NASIONAL POTENSIAL REKARGA BEE-RAI-OKOS

Predikasaun mudansa klima foinlalais (Barnett et al., 2007; Kirono, 2010; Australian Bureau of Meteorology and CSIRO, 2011) hatudu mudansa iha presipitasaun iha Timor-Leste. Projeksaun ne'e mós indika iha aumenta proporsaun udan sei tau maka'as liu tan. Mudansa iha kondisaun klimatiku iha potencia atu muda frekuénsia no durasaun iventu rekarga ne'ebé sei hamuda rejime bee-rai-okos. Ho hatene didi'ak impkatu husi mudansa klima ba rekarta bee-rai-okos iha Timor-Leste rekezita kompriéndesaun kona-bá oinnusa regularidade no magnitude husi mudansa eventua presipitasaun, nomós mudansa ba kondisaun tomak.

Mapa potencia rekarga bee-rai-okos nasional beke hatudu area importante husi Timor-Leste nia aquíferu ne'ebé mak rekarega husi udanbeen. Rekarga bee-rai-okos ne'e tipikamente la uniforma no limita area rekarga depende ba abastersimentu bee ba sistema aquíferu. Mapa ne'e bele utiliza atu hatudu fatin sira ne'ebé mak hetan mudansa iha presipitasaun sei afeta maka'as rekursu bee-rai-okos. Ne'e bele habiban dezvoltamentu opsaun jestaun hanesan Jere Rekarga Aquíferu hodi adapta ba impaktu husi mudansa klima.

Dadus rua inisiu ne'ebé hatama ona ba mapa rekarga aquíferu iha estudu ne'e utiliza ona hanesan proksi ba sensitividade bee-rai-okos hodi redúz disponibilidade bee iha estudu ne'e (Myers et al., 2011; 2012), Kapítulu 6, 38-40pp. Mapa produsaun aquíferu/ sensitividade apresenta iha relatóriu ne'e kombina ona ho mapa presipitasaun hodi hatudu area no disponibilidade bee barak no oitoan (Myers et al., 2011; 2012), Kapítulu 6, 38-40pp. Konsiderasaun ba limitasaun informasaun ba projetu ne'e, ne'e aprosimasaun útil ida ba area vulnerável tanba presipitasaun no produsaun aquíferu ne'ebé rekursu primária husi bee. Maibé, atu halo konta ba kompleksidade rekarga bee-rai-okos sei presiza tan dadus adisional balun tan.

Durante halao estudu ne'e Geoscience Australia grantidu ona asesu ba dadus fundamentu balun ne'ebé presiza kona-bá estimatiza rekarga bee-rai-okos husi Governu Timor-Leste nia Diresaun sira. Sira ne'e inklui presipitasaun, vejetasun, topográfia no rai ne'ebé mak reklasifika ona no kombina ona ho mapa hidrojeolójia ida ne'ebá mak produs ona iha relatóriu ne'e. Klasifika mapa nasional sira (Figura 34, Figura 35, Figura 36, Figura 37 no Figura 38) no esbosu mapa rekarga bee-rai-okos nasional (Figura 39) apresenta ona iha okos. Mapa esbosu rekarga ne'ebé hatudu ne'e mak haktakak hamutuk ida pur ida husi dadus importante sira (hatama dadus lima ne'ebé klasifika husi 1-3 ho mapa rekarga klasifika husi 5-15), rekarga atual sei presiza atu analiza liu tan kontribuisaun relative ba kada dadus hodi rekarga ba Timor-Leste nia ambiente.

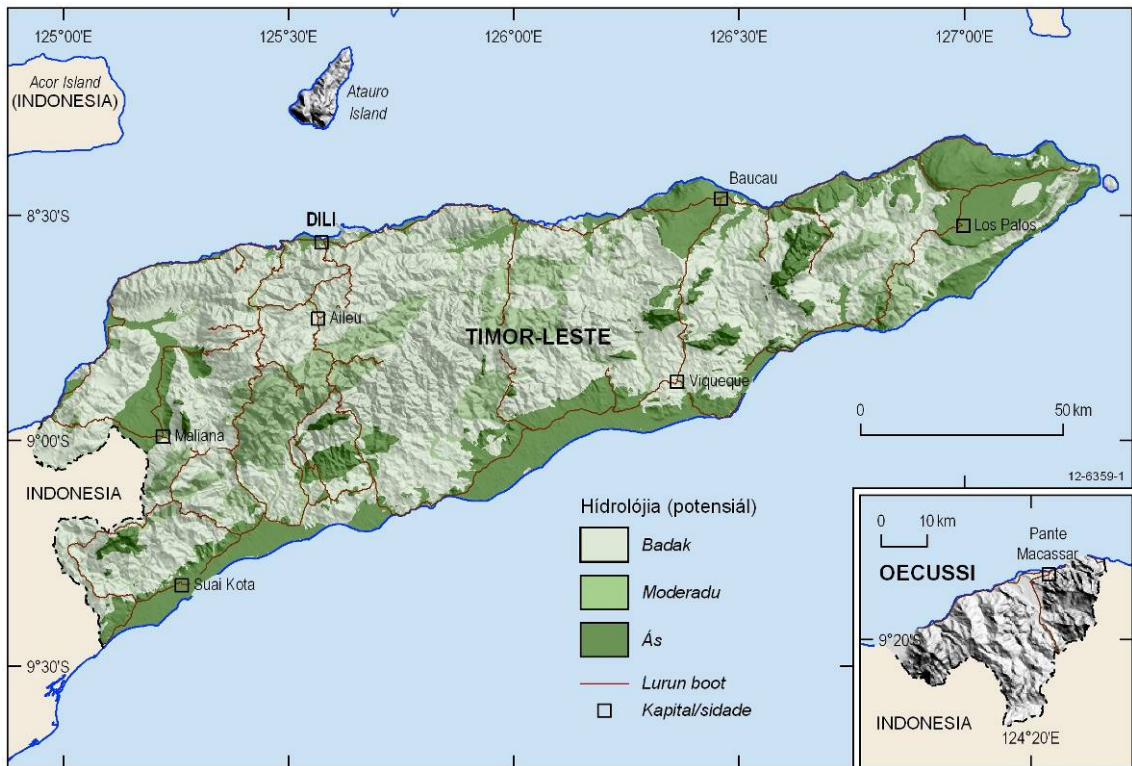


Figura 34: Mapa hatama dados kona-bá rekarga bee-rai-okos – reklasifika bazeia ba hidrojeolójia

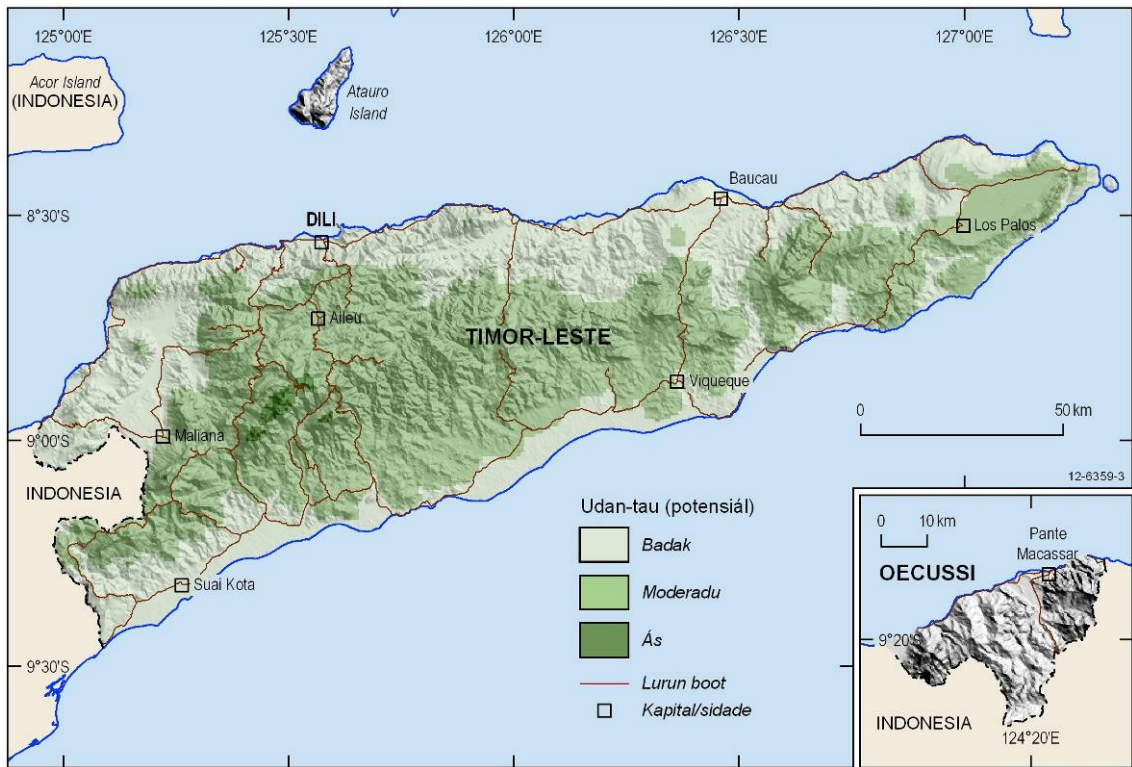


Figura 35: Mapa hatama dados kona-bá rekarga bee-rai-okos – reklasifika bazeia ba presipitasaun

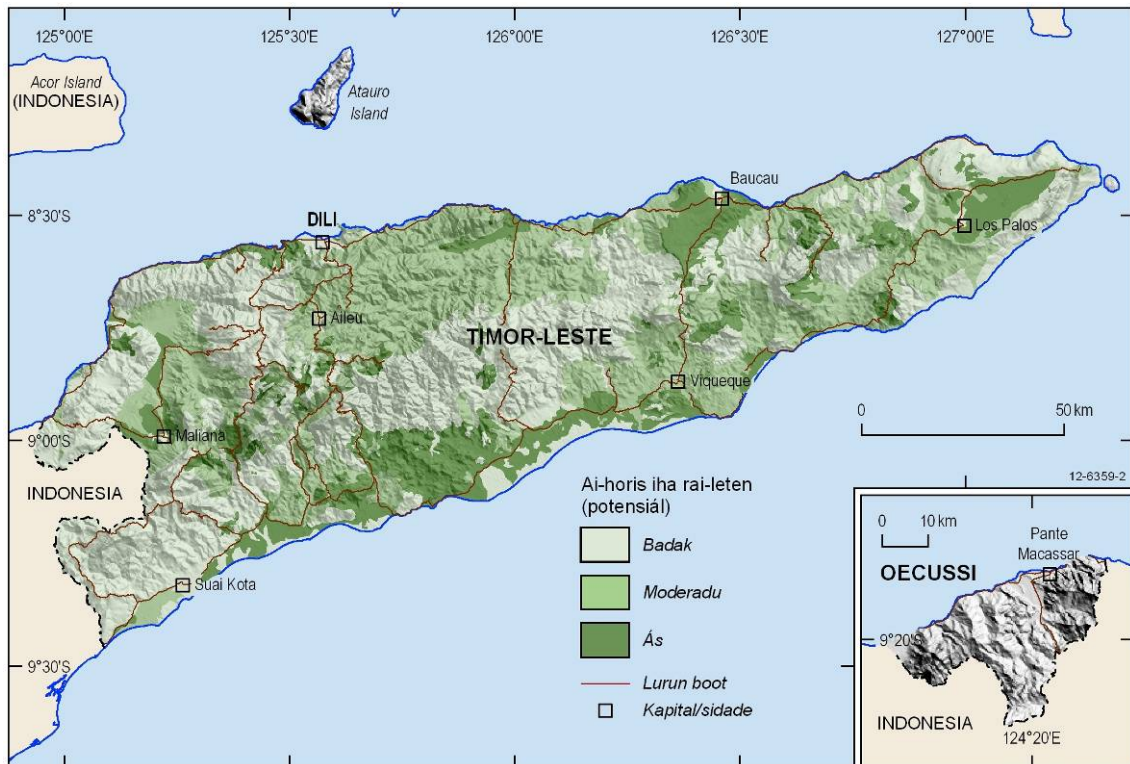


Figura 36: Mapa hatama dados kona-bá rekarga bee-rai-okos – reklasifika bazeia ba vejetasaun iha raifohon

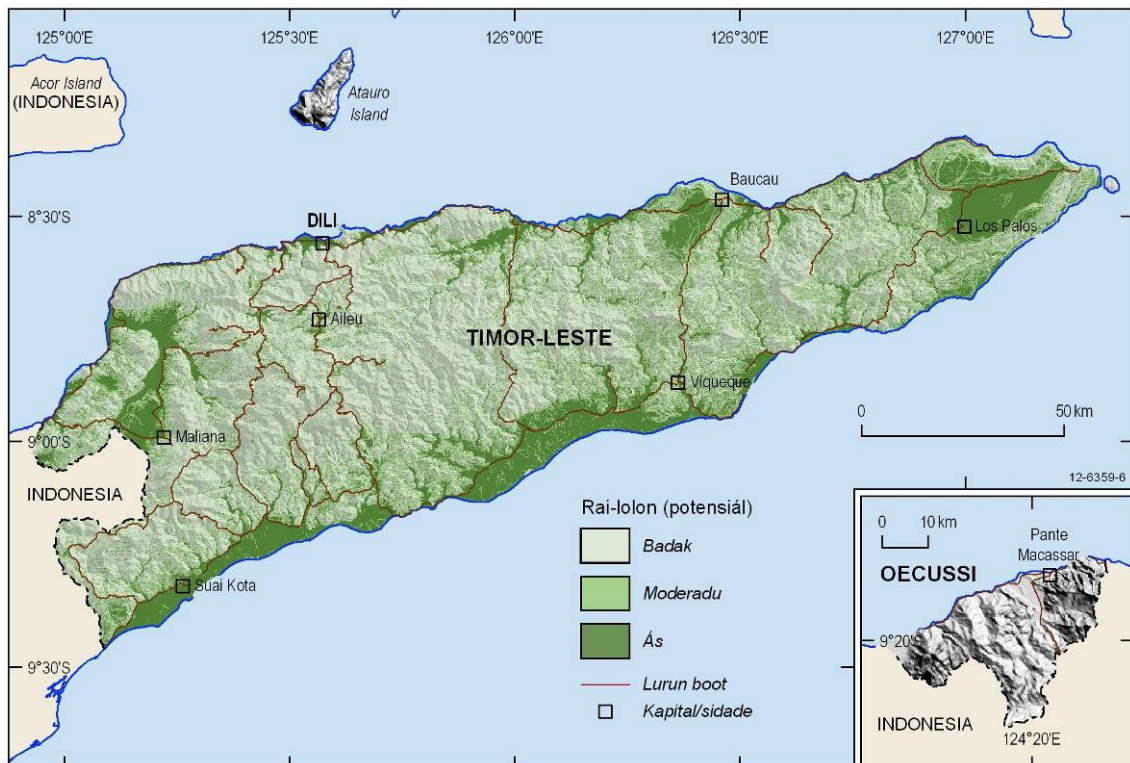


Figura 37: Mapa hatama dados kona-bá rekarga bee-rai-okos – reklasifika bazeia ba topográfia: railolon

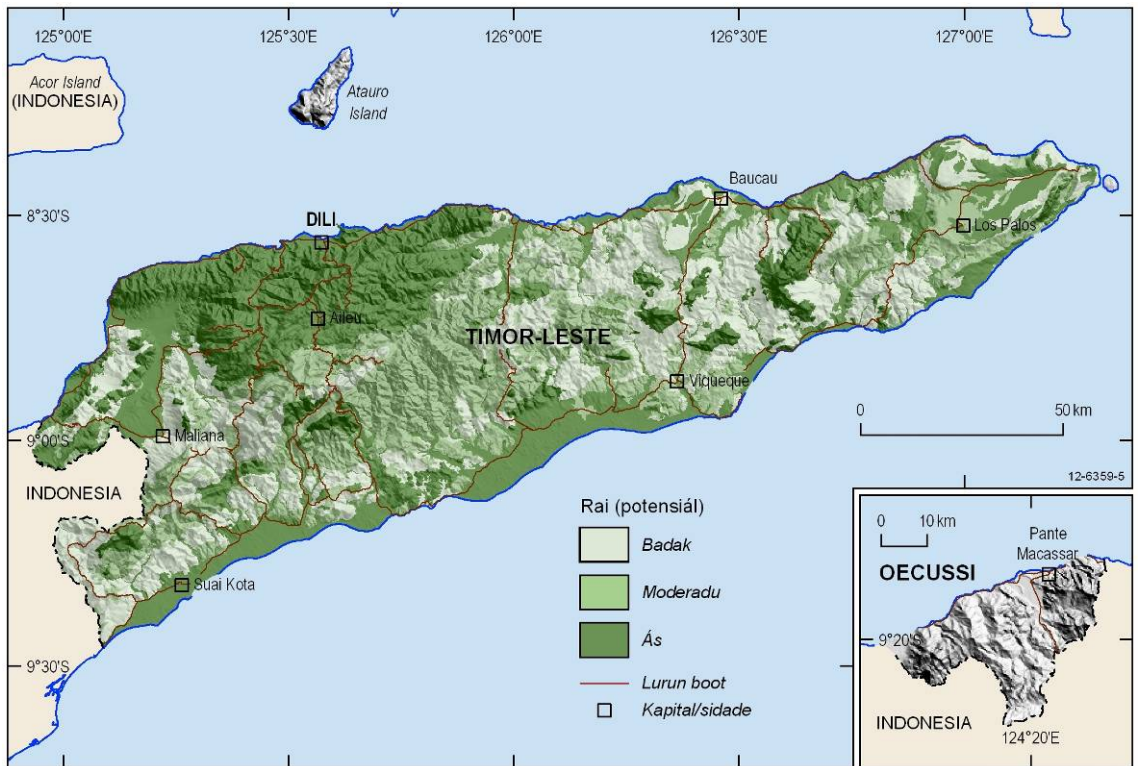


Figura 38: Mapa hatama dados kona-bá rekarga bee-rai-okos – reklasifika bazeia ba tipu rai

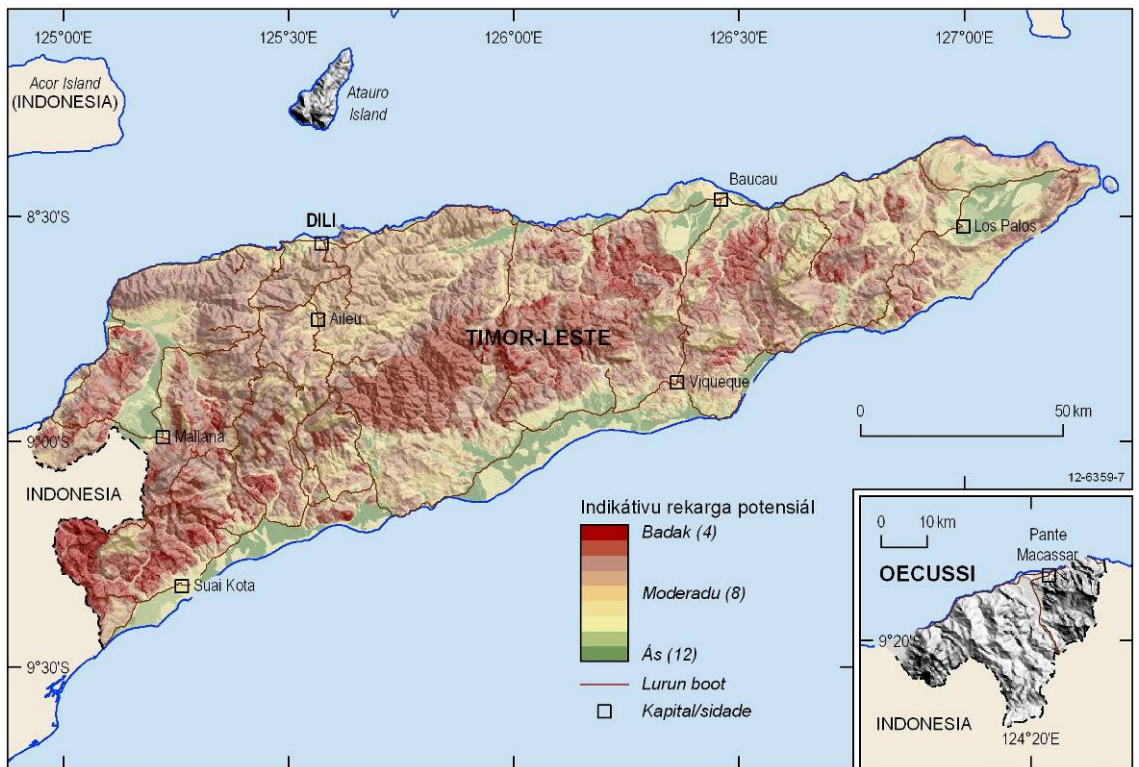


Figura 39: Esbosu mapa rekarga bee-rai-okos– multipla dados sira ho rasio 1:1